



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

Gestión integral de refacciones y control de documentación de maquinaria

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO EN MECATRÓNICA

**PRESENTA:
JUAN FRANCISCO SÁNCHEZ GÓMEZ**

**NOMBRE DEL ASESOR:
LIC. ENRIQUE ACOLTZI BAUTISTA**



Tzompantepec, Tlaxcala, **30/septiembre/2025**

Oficio No. MM-588/2025

Asunto: Liberación de Proyecto para Titulación Integral.

CECILIA YARELLY ARREGUIN LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral:

Alumno (a):	JUAN FRANCISCO SÁNCHEZ GÓMEZ
Carrera:	INGENIERÍA MECATRÓNICA
No. De Control:	19370819
Nombre del Proyecto:	"GESTIÓN INTEGRAL DE REFACCIONES Y CONTROL DE DOCUMENTACIÓN DE MAQUINARIA".
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®



JORGE AGUILAR VÁZQUEZ
JEFE DEL DEPTO. DE METAL-MECÁNICA
DEPARTAMENTO DE METAL MECÁNICA


ENRIQUE ACOLTZI BAUTISTA
ASESOR

c.p.- Archivo.
JAV*petry.



2025
Año de
**La Mujer
Indígena**

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel.
(241) 4172010 Ext. 124, e-mail: mecanica@apizaco.tecnm.mx
tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala **21/octubre/2025**

SÁNCHEZ GÓMEZ JUAN FRANCISCO
EGRESADO(A) DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
EN MECATRÓNICA
CON NÚMERO DE CONTROL 19370819.
P R E S E N T E.

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** y cuyo tema es: **GESTIÓN INTEGRAL DE REFACCIONES Y CONTROL DE DOCUMENTACIÓN DE MAQUINARIA**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **1 USB** del mismo, apropiadamente empastado, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

CECILIA YARELY ARREGUÍN LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ccp. Archivo

CYAL/rrc



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010
Ext. 304, e-mail: dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx



Resumen

Durante las prácticas profesionales se identificaron deficiencias en la gestión del almacenamiento de refacciones y en la organización de la información de la maquinaria, lo que generaba desorden, pérdidas de tiempo, duplicidad de datos y dificultad para localizar componentes. Para dar solución, se implementó un proyecto integral que combinó la reorganización física del inventario, la estandarización de empaques y etiquetas, la codificación precisa de ubicaciones, y la actualización de datos en SAP, apoyado por un sistema digital en Excel con validaciones, filtros inteligentes y controles visuales. Paralelamente, se elaboró un inventario técnico detallado de maquinaria con datos como ubicación, centro de costo, distribuidor, historial de mantenimiento e imágenes, garantizando trazabilidad y acceso rápido a la información. El resultado fue un modelo moderno, escalable y de bajo costo que optimiza espacio, reduce errores, mejora la eficiencia operativa y sienta las bases para futuras mejoras como alertas automáticas, indicadores de rotación y programación de mantenimientos.

Agradecimientos

Con profundo agradecimiento y satisfacción, dedico estas líneas a todas aquellas personas e instituciones que formaron parte de este importante logro en mi formación profesional. Este proyecto representa no solo el cierre de una etapa académica, sino también el reflejo del esfuerzo, la constancia y el apoyo de quienes me acompañaron en este camino.

En primer lugar, agradezco a Dios, por darme la vida, la fortaleza y la sabiduría necesarias para afrontar cada reto que se presentó a lo largo de mi carrera. Sin Su guía y bendiciones, este logro no habría sido posible.

A mis padres, Diana Véronica y Eladio Melesio, por su amor incondicional, sus consejos, sacrificios y por inculcarme desde siempre los valores del trabajo, la honestidad y la perseverancia. Gracias por creer en mí incluso en los momentos en los que dudé, y por ser mi mayor fuente de motivación y ejemplo de vida.

A mi familia, quienes siempre me brindaron palabras de aliento, apoyo emocional y comprensión cuando las jornadas se hacían largas y los desafíos parecían difíciles de superar. Su compañía y confianza fueron fundamentales para mantenerme firme en este proceso.

A mis amigos, Alfonso, Bianca, Omar y Alberto, por acompañarme en todo momento con su amistad sincera, sus conversaciones interminables y las incontables horas compartidas entre risas, charlas y juegos. Gracias por ser ese respiro en los días más pesados, por recordarme que siempre hay espacio para disfrutar el camino y por hacer de esta etapa una experiencia más llevadera y memorable. Su compañía fue un refugio y una fuente constante de alegría que siempre atesoraré.

De igual manera, extiendo mi reconocimiento a la empresa ODW-ELEKTRIK, por brindarme la oportunidad de realizar este proyecto de titulación en sus instalaciones. Agradezco la confianza depositada en mí y el apoyo del equipo de trabajo.

A mis profesores de la carrera de Ingeniería Mecatrónica, quienes a lo largo de estos años compartieron su conocimiento, fomentaron la curiosidad, el análisis y el pensamiento crítico. Gracias por su dedicación y compromiso en la formación de futuros profesionistas. Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron a la realización de este proyecto y a la culminación de mis estudios. Cada palabra de aliento, cada consejo y cada gesto de apoyo fueron parte esencial para alcanzar este objetivo.

Tabla de contenido

Resumen	4
Agradecimientos	5
Capítulo 1: Generalidades del proyecto	9
1.1.- Introducción del proyecto	10
1.2.- Descripción de la empresa y área del desarrollo del proyecto	11
1.2.1.- Descripción del área	11
1.2.2.- Descripción de la empresa	11
1.3.- Misión y Visión	12
1.4.- Ubicación	13
1.5.- Giro	14
1.5.1.- Montaje de cables	15
1.5.2.- Solenoides	17
1.5.3.- Sistemas mecatrónicos.....	18
1.6.- Problemas a resolver.....	20
1.7.- Objetivo general.....	22
1.8.- Objetivos específicos.....	22
1.9.- Justificación.....	24
Capítulo 2: Marco teórico	25
2.1.- Gestión.....	26
2.1.1.- Funciones clave de gestión.....	26
2.1.2.- Tipos de gestión	26
2.1.3.- Importancia y beneficios de estudiar teorías de gestión	27
2.2.- Refacción.....	27
2.2.1.- Importancia de las refacciones.....	28
2.2.2.- Rol de las refacciones en la eficiencia operativa	28
2.2.3.- Tipo de refacciones	28
2.2.4.- La importancia de seleccionar refacciones.....	29
2.2.5.- Proceso de selección de refacciones	29
2.3.- Máquina	30
2.3.1.- Clasificación de las Máquinas	30
2.4.- Inventario.....	31
2.5.1.- Tipos de Inventarios	32

2.4.2.- Importancia de la Gestión de Inventarios	34
2.4.3.- Desafíos de la gestión de inventario en la industria	35
2.4.4.- Objetivos en la Gestión de Inventarios.....	35
2.5.- Las 5S	36
2.5.1.- Definición de cada S	36
2.5.2.- Beneficios de la implementación de 5S.....	37
2.6.- Lean Manufacturing	38
2.6.1.- Conceptos clave del Lean Manufacturing.....	39
2.6.2.- Pilares de la filosofía Lean Manufacturing.....	39
2.6.3.- Herramientas Lean Manufacturing	41
2.7.- SAP	41
2.7.1.- Definición y origen de SAP	42
2.7.2.- Importancia de SAP en la industria	42
2.7.3.- Módulos de SAP relacionados con la gestión	43
2.7.4.- Ventajas del uso de SAP en la gestión de refacciones	43
2.7.5.- Retos y limitaciones de SAP en la gestión de refacciones	44
2.7.6.- Impacto estratégico en la gestión integral	44
2.8.- Organización de almacén	45
2.8.1.- Ventajas de almacenes organizados.....	45
2.8.2.- Consecuencias de un almacenaje ineficiente	46
2.8.3.- Conceptos básicos sobre la configuración y el diseño de almacenes	46
2.8.4.- Prácticas recomendadas en la organización de almacenes	47
2.9.- Mantenimiento industrial	48
2.9.1.- Beneficios del mantenimiento	48
2.9.2.- Tipos de mantenimientos	49
2.9.3.- Estrategias empleadas en el mantenimiento	50
Capítulo 3: Desarrollo.....	52
3.1.- Gestión eficiente de almacenamiento de refacciones	53
3.2.- Mantenimiento y organización de documentación de maquinaria.....	59
3.3.- Creación de listas de refacciones y maquinaria para manejo dinámico	62
Capítulo 4: Resultados y Conclusiones	70
4.1.- Resultados.....	71
4.2.- Conclusiones del proyecto	74

4.3.- Competencias desarrolladas	75
Capítulo 5: Bibliografía y anexos	76
Bibliografía	77

Capítulo 1: Generalidades del proyecto

1.1.- Introducción del proyecto

En el entorno industrial, una gestión deficiente del almacenamiento de refacciones y de la documentación técnica puede generar consecuencias significativas que van desde pérdidas económicas hasta la interrupción de la continuidad operativa. Durante la evaluación de los procesos actuales, se detectaron problemáticas recurrentes que, de no ser atendidas, seguirán afectando la eficiencia y la capacidad de respuesta del área de mantenimiento. Entre las principales deficiencias se encuentra el mal estado de almacenamiento de las refacciones, donde se observaron bolsas dañadas, mezclas de piezas, desaprovechamiento de espacio y una considerable dificultad para localizar componentes específicos. Esta falta de orden y categorización no solo ralentiza las actividades del personal técnico, sino que compromete la trazabilidad de los recursos, dificultando el control preciso del inventario y elevando el riesgo de interrupciones en la operación debido a la ausencia de piezas críticas en el momento oportuno.

La correcta organización física del almacén, basada en un sistema claro de identificación, categorización y distribución adecuada de las refacciones, representa un factor clave para optimizar el tiempo, reducir errores y garantizar la disponibilidad inmediata de los componentes necesarios. A esto se suma la importancia de mantener actualizada y estandarizada la información en el sistema SAP, de manera que los registros digitales reflejen fielmente la realidad física del inventario, evitando duplicidades, ubicaciones erróneas o inconsistencias que perjudiquen la operatividad.

Paralelamente, la documentación técnica constituye un pilar fundamental en la gestión del mantenimiento. Manuales, especificaciones, planos eléctricos y mecánicos, hojas de seguridad y demás recursos deben encontrarse debidamente organizados y disponibles de forma inmediata para consulta. La carencia de un sistema centralizado y accesible para el almacenamiento de estos documentos genera retrasos en la localización de información, incrementa la dependencia de la experiencia individual del personal y eleva la probabilidad de errores al momento de realizar reparaciones o sustituciones. Además, ante auditorías o inspecciones, la disponibilidad inmediata de esta información puede ser determinante para cumplir con normativas y estándares de calidad.

En este contexto, la implementación de un sistema digital integral y de bajo costo, diseñado en Excel con codificación estandarizada, controles visuales y validaciones, surge como una solución viable y efectiva. Este sistema no solo permitiría centralizar y unificar la información de refacciones y maquinaria en un único documento maestro, sino también garantizar la precisión de los datos, facilitar su consulta y agilizar el proceso de alta y actualización en SAP. El resultado esperado es una mejora significativa en la trazabilidad, optimización del espacio de almacenamiento, reducción de tiempos de búsqueda y minimización de errores en la gestión.

Asimismo, este modelo representa una inversión estratégica a futuro, ya que, una vez establecido, podría evolucionar incorporando funciones avanzadas como alertas automáticas de stock mínimo, indicadores de rotación de inventario, programación automática de

mantenimientos preventivos y la implementación de conteos cíclicos para reforzar la confiabilidad del sistema. Con ello, no solo se atendería una necesidad operativa inmediata, sino que se fortalecería la infraestructura de gestión del área de mantenimiento, elevando los estándares de eficiencia, control y respuesta ante imprevistos.

1.2.- Descripción de la empresa y área del desarrollo del proyecto

1.2.1.- Descripción del área

El presente proyecto se llevó a cabo en las instalaciones de ODW-ELEKTRIK México S. de RL de CV., donde se llevó a cabo la gestión de refacciones y maquinaria que se utilizan en las distintas líneas de ensamble, debido a que se presentan varios problemas relacionados con el desorden dentro de los principales almacenajes de refacciones los cuales abarcan desde; empaquetamientos en mal estado, falta de un claro modo de identificar la ubicación exacta de refacciones, falta de ayudas visuales, falta de archivos maestros para llevar un registro de refacciones y maquinaria, etc., por lo que debido a estas problemáticas se llevaron a cabo una serie de acciones, algunas de las cuales son:

- Reorganización y estandarización del inventario
- Re etiquetado con codificación precisa de ubicaciones
- Normalización de empaques
- Creación de listas maestras en Excel con validaciones y controles visuales
- Actualización sistemática en SAP.
- Elaboración de un inventario técnico de maquinaria con datos completos, ubicación y documentación asociada, garantizando un acceso rápido y confiable a la información

1.2.2.- Descripción de la empresa

La empresa familiar fue fundada en 1970 en Beerfelden, en la zona de Odenwald, Alemania. Dirigida por los propietarios durante más de 50 años, ODW-ELEKTRIK se ha convertido en una compañía de alcance internacional, que ha definido el carácter de la empresa en la actualidad. Mientras tanto, la tercera generación de las familias accionistas también trabaja en diversas posiciones en la empresa y asume responsabilidades. Hoy, la responsabilidad de las diferentes divisiones dentro del grupo de empresas recae en los directores generales, Martin Ehret (COO) y Holger Harnack (CFO), así como en el apoderado Alexander Med. ODW-ELEKTRIK, por lo tanto, mantiene su orientación a largo plazo como una empresa familiar independiente y está preparada para el futuro. Las familias accionistas ayudan a moldear el desarrollo de la empresa y brindan un apoyo constructivo a la dirección de la empresa.

Desde la creación de la empresa familiar en 1970, se han ampliado constantemente la gama de productos y mejorado los procesos de fabricación.

Hoy en día se desarrollan y fabrican productos de alta calidad en seis ubicaciones (Alemania, Hungría, Ucrania, Macedonia del Norte, México y Tunisia) con una plantilla de casi 3000

empleados. Estas son condiciones óptimas para cumplir con los altos estándares de los clientes.

- 1970.- ODW-ELEKTRIK GmbH fue fundada por Wolfgang Weiß, Wilhelm Albishausen, Edmund Weckesser y Arthur Gensert en Beerfelden/Odenwald.
- 1975.- Se adquiere la sede actual en Steinau an der Straße, Hesse.
- 1986.- Periféricos Magnéticos – Premio a los altos estándares de calidad.
- 1987-1988.- BOSCH – Premio a la calidad y al desempeño especial como proveedor
- 1990.- BöWe-ELEKTRIK GmbH se fundó en Kraftsdorf, Turingia, después de que se levantara el Telón de Acero y se abriera el Bloque Oriental.
- 1991-1992.- BOSCH – Premio a la calidad y al desempeño especial como proveedor.
- 1995.- ODW-ELEKTRIK Mo. Kft. fue fundada en Szederkény, en el sur de Hungría.
- 2003.- ODW-ELEKTRIK se estableció en Novyi Rozdil, Ucrania occidental.
- 2005.- Premio al proveedor de Autoliv.
- 2010.- 40 aniversario de la sede de ODW-ELEKTRIK.
- 2011.- Premio Proveedor Bosch 2009/2010 – Premio al Proveedor Excelente del Año 2010 otorgado por TRW FAWER Automobile Safety Systems (Changchun) Co., Ltd, China. Ampliación de la producción de equipos auxiliares: el proyecto de construcción para ampliar la producción de equipos auxiliares comenzó en la primavera de 2011 y fue entregado en la ceremonia de inauguración en octubre.
- 2014.- Premio al Proveedor Preferido de Bosch, Solenoides de Materialgroup 2012/2013. ODW-ELEKTRIK DOOEL se fundó en Ohrid, Macedonia.
- 2016.- BROSE- Proveedor Clave 2016 – Premio Proveedor 2016, Premio Huella. Se funda ODW-ELEKTRIK México S. de RL de CV en México.
- 2017.- Premio BROSE Proveedor Clave 2017.
- 2019.- BROSE Proveedor clave 2019.
- 2020.- 50 años ODW-ELEKTRIK.
- 2022.- Proveedor STIHL del año 2022.
- 2023.- BROSE Proveedor clave 2023. Se funda ODW-ELEKTRIK S.A.R.L en Tunisia.

1.3.- Misión y Visión

ODW-ELEKTRIK es socio de desarrollo y fabricante de cables y alambres preconfeccionados, solenoides y sistemas, solenoides y sistemas mecatrónicos.

Nuestra política empresarial en detalle

- Para nosotros, calidad significa el cumplimiento de los requisitos internos y externos.
- Para nosotros la calidad es la base de la satisfacción del cliente.

- Estamos comprometidos a cumplir con todas las leyes aplicables y utilizaremos los recursos con cuidado.
- Nuestro objetivo es evitar defectos y mejorar nuestro impacto medioambiental. Esto lo logramos a través de la cualificación y motivación de nuestros empleados.
- Nuestra organización clara y ágil nos permite responder con flexibilidad a las necesidades de nuestros clientes.
- Mejoramos continuamente nuestros procesos con todos nuestros empleados teniendo en cuenta la protección del medio ambiente y la eficiencia económica.
- Hacemos todo lo posible para mantener las emisiones al mínimo.
- Nuestro objetivo es lograr cero errores.
- Nos comprometemos a evaluar las necesidades de terceros y a implementar sus requisitos.
- Nuestro objetivo es garantizar la confidencialidad, disponibilidad e integridad de todo tipo de información.

1.4.- Ubicación

La selección y las ubicaciones geográficas asociadas de nuestros sitios nos permiten ofrecer a nuestros clientes conjuntos electromecánicos complejos desde una producción totalmente automatizada, así como una producción de bajo costo con una base de alta tecnología.

- Alemania
- Hungría
- Ucrania
- Macedonia del Norte
- México
- Tunisia

México

Esta instalación, fundada en 2016, está ubicada en Carretera a Mena Ciudad Industrial Xicohtencatl I Km7 No. 100-7 Int. 2B, Ciudad Industrial Xicohtencatl I Tetla de la Solidaridad, Tlaxcala, CP 90434, México a, aprox. 70 km al norte de Puebla y 140 km al este de la Ciudad de México. Para atender al mercado local en la zona NAFTA, ODW-ELEKTRIK produce mazos de cables para funciones de seguridad y confort para sistemas de accionamiento de manijas de puertas y puertas levadizas en producción de flujo manual. La planta incluye la producción y varias estaciones de trabajo de medición y tiene una superficie de producción de más de 2.500 m.

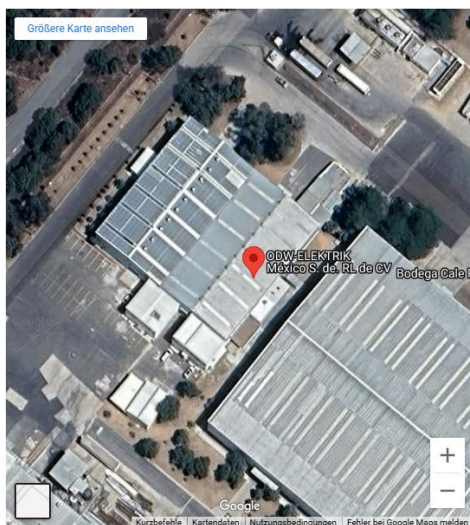


Ilustración 1 Vista de la empresa en el mapa



Ilustración 2 Vista aérea de la empresa

1.5.- Giro

Productos: Cables, Alambres, Solenoides, Ensamblajes Mecatrónicos, entre más.

El proveedor de sistemas para cables y conductores preconfeccionados, solenoides y componentes electromecánicos.

ODW-ELEKTRIK es fabricante y socio de desarrollo para la industria automovilística internacional y suministra a proveedores de sistemas y fabricantes de vehículos cables y conductores preconfeccionados, solenoides y sistemas mecatrónicos.

Nuestros productos combinan las posibilidades de los componentes electromecánicos modernos, conjuntos de cables y conductores con los requisitos de los respectivos componentes del sistema. Ofrecemos soluciones personalizadas para industrias y aplicaciones específicas.

1.5.1.- Montaje de cables

Su especial competencia en este ámbito le permite sentirse como en casa en conexiones de cables para automóviles con requisitos especialmente altos. Se especializa, entre otras cosas, en cables delicados para airbags, diversas aplicaciones de sensores en la gestión del motor y juegos de cables para acumuladores.

Los diferentes requisitos resultan del campo de aplicación de los respectivos productos. Desarrolla los mazos de cables en estrecha colaboración con sus clientes de acuerdo con sus especificaciones y parámetros de aplicación. Para ello utiliza modernas estaciones de trabajo CAD tridimensionales para adaptarse a los requisitos de la mejor manera posible.

Además del montaje básico de cables, como corte, desmontaje, pelado y engarzado, también fabrica mediante soldadura por resistencia, ultrasonidos y láser. Dependiendo de la aplicación, puede ser necesario proteger los conectores enchufables o las uniones de impactos externos mediante un encapsulante. Para ello emplea tecnologías como el moldeo por inyección de polímeros o la fundición con adhesivo termoplástico termofusible a base de poliamida.

Ejemplos de aplicación de ensamblaje de cables:

- Cables de AIR-BAG

Se aplican requisitos especiales al funcionamiento y la fabricación de componentes relevantes para la seguridad, como por ejemplo los conductos de alimentación de los airbags. ODW es desde hace muchos años proveedor de estos productos y desarrolla soluciones especiales en colaboración con el cliente.



Ilustración 3 Cable de AIR-BAG

- Interruptores de hebilla de cinturón con y sin cables de alimentación

Según las especificaciones marcadas por la industria automotriz, existen interruptores mecánicos y electrónicos. Desarrollamos interruptores tanto mecánicos como electrónicos con Hall-IC. Esto se complementa con un montaje de cables en la zona de los cables de alimentación de las hebillas del cinturón. La producción se realiza en sistemas semiautomáticos y totalmente automáticos.



Ilustración 4 Interruptor de hebilla de cinturón

- Cables con electrónica integrada

El aumento constante de componentes electrónicos para una amplia gama de aplicaciones está estrechamente relacionado con el ensamblaje de cables. Cada vez más vehículos están equipados con accionamientos eléctricos para abrir y cerrar el portón trasero. En combinación con sensores de apertura y cierre sin contacto, se trata de una gran innovación en la tecnología de vehículos moderna. Dependiendo de las condiciones de funcionamiento, estos componentes están protegidos y encapsulados por distintos tipos de carcasa.



Ilustración 5 Cables con electrónica integrada

- Cables de sensores, conductores redondos y planos

Las líneas de suministro están prefabricadas y soldadas según las necesidades del cliente. A continuación, los extremos del cable se introducen en una herramienta de fundición múltiple y se encapsulan herméticamente.



Ilustración 6 Cables de sensores, conductores redondos y planos

- Cables del sensor de escape

Los cables de los sensores de escape se encuentran en zonas muy calientes del motor y tienen altos requisitos con respecto a la resistencia a la temperatura y la estabilidad frente a condiciones ambientales externas. Para estas aplicaciones fabricamos cables y alambres aislados con PTFE y los combinamos con componentes cerámicos que pueden soportar altas temperaturas.



Ilustración 7 Cables del sensor de escape

1.5.2.- Solenoides

Junto con nuestros clientes, ya en el proceso de diseño sentamos las bases para un producto económicamente viable y al mismo tiempo robusto. A través de una producción totalmente automática, inspiramos a nuestros clientes una y otra vez con una calidad excepcional. En este ámbito hemos recibido varias veces el premio "Proveedor del año" de Bosch.

Fabricamos grandes cantidades de solenoides mediante máquinas bobinadoras lineales multihusillo de última generación. En la mayoría de las aplicaciones, estos solenoides y sus elementos de contacto reciben un recubrimiento final. Preferimos fabricar grandes cantidades de solenoides en líneas de producción semi o totalmente automatizadas.

Ejemplos de la aplicación de solenoides:

- Bombas distribuidoras de Diesel

En las bombas de alta presión para sistemas de inyección diésel, la dosificación de la cantidad de combustible se realiza mediante electroválvulas con bobina de ODW-ELEKTRIK. Cada tipo de estas bombas está personalizado para ser compatible con un motor de combustión específico. ODW-ELEKTRIK produce una gran variedad de tipos diferentes, con conectores eléctricos configurados de forma diferente.

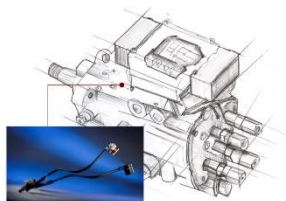


Ilustración 8 Electroválvula con bobina

- Inyector Common Rail (Electromagnético)

En la mayoría de las aplicaciones, estos solenoides y sus elementos de contacto reciben un recubrimiento final. Preferimos fabricar grandes cantidades de solenoides en líneas de producción semi o totalmente automatizadas.

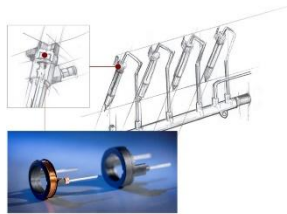


Ilustración 9 Inyector Common Rail

- Sistema de inyector de unidad

ODW-ELEKTRIK fabrica este conjunto electromagnético para controlar la inyección de combustible durante muchos años. Volkswagen AG ha pasado del sistema de inyector unitario a la tecnología common rail, que es utilizada por la mayoría de la industria.

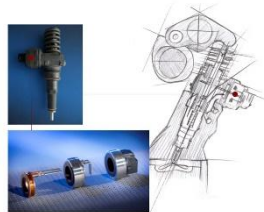


Ilustración 10 Sistema de inyector de unidad

1.5.3.- Sistemas mecatrónicos

Conectamos estos componentes electrónicos con cables y las carcasas correspondientes. Aquí, además de nuestra experiencia como fabricante de cables, también utilizamos nuestra experiencia en el moldeo por inyección de polímeros, diversas tecnologías de soldadura y trabajos de montaje sofisticados. Los sistemas mecatrónicos utilizan tecnología de sensores, tecnología de procesadores, elementos actuadores y elementos mecánicos, electrónicos e informáticos (además de otras tecnologías requeridas) para convertir, transportar y/o ahorrar energía, recursos (materiales) y/o información. Conectamos componentes mecánicos y electrónicos con alta precisión, formando la base de sistemas con altos estándares de calidad y confiabilidad.

Ejemplos de la aplicación de sistemas mecatrónicos:

- **Sistemas de transmisión eléctrica**

La dirección asistida moderna ya no es hidráulica sino eléctrica. Esto permite una mayor eficiencia energética de los vehículos, así como la implementación de modernos sistemas de asistencia al conductor. ODW-ELEKTRIK desarrolla y fabrica componentes para este tipo de sistemas mediante sistemas de producción semiautomáticos. Aquí se utilizan tecnologías de fabricación como la unión o la soldadura láser.



Ilustración 11 Sistema de transmisión eléctrica

- **División de inyección con actuador piezoeléctrico**

Los sistemas de inyección con actuador piezoeléctrico tienen tiempos de respuesta más cortos que los sistemas electromagnéticos. Esto permite muchos más ciclos de inyección, mejorando enormemente la eficiencia y los valores de emisiones. También en este caso ODW-ELEKTRIK aportó la mejor solución en un concurso de ideas y hasta la fecha cubre el 100% de las necesidades de producción de este conjunto.



Ilustración 12 División de inyección con actuador piezoeléctrico

- **Identificador de la ocupación del broche del cinturón de seguridad**

De acuerdo con las especificaciones de los fabricantes automotrices, existen interruptores mecánicos o electrónicos para verificar si un cinturón está ocupado. Desarrollamos y producimos unidades de reconocimiento mecánicas, así como tipos electrónicos con IC de efecto Hall, y complementamos esto con el ensamblaje de cables para los cables de los cinturones de seguridad. La producción se lleva a cabo en líneas de producción semiautomáticas y totalmente automáticas; nuestras técnicas

de fabricación incluyen engaste, soldadura y soldadura ultrasónica, láser y por resistencia.



Ilustración 13 Identificador de la ocupación del broche del cinturón de seguridad

1.6.- Problemas a resolver

Durante la revisión del área de almacenamiento de refacciones y del registro de maquinaria, se identificaron diversas problemáticas que impactan directamente en la eficiencia operativa y la trazabilidad de los recursos. En primer lugar, se observó una evidente falta de organización física y trazabilidad de las refacciones, ya que muchas se encontraban fuera de sus contenedores designados y sin una codificación precisa que permitiera su rápida localización. Esta situación generaba pérdidas de tiempo, riesgo de errores y dificultaba el control unificado por tipo y número de parte.

Se detectó también que el almacenamiento físico presentaba condiciones inadecuadas, incluyendo bolsas dañadas, sobredimensionadas o de material inapropiado, así como la mezcla de diferentes refacciones en un mismo empaque. Esta deficiencia provocaba confusión, aumento del riesgo de pérdidas y desaprovechamiento del espacio disponible, afectando la eficiencia en el manejo del inventario.

Otro problema significativo corresponde a la información desactualizada o inconsistente en el sistema SAP. Se encontraron registros con datos obsoletos, ubicaciones incorrectas, duplicaciones y refacciones o maquinaria sin alta formal en el sistema, lo que impedía mantener un control confiable y sincronizado con la realidad física del inventario.

Además, se identificó una falta de control documental de la maquinaria, dado que gran parte de la información técnica se encontraba dispersa, incompleta o en mal estado. La ausencia de un sistema unificado de almacenamiento físico y digital dificultaba la consulta rápida, la actualización constante y la trazabilidad de los documentos técnicos por máquina.

La inexistencia de un inventario maestro consolidado representaba otra limitante, ya que la información de refacciones y maquinaria se encontraba distribuida en múltiples archivos no integrados, lo que impedía obtener una visión global y establecer la relación precisa entre cada máquina y las refacciones que utiliza.

En el caso particular de pines y conectores, se observó un almacenamiento ineficiente, donde su ubicación en bolsas pequeñas dificultaba la identificación visual y aumentaba el riesgo de

mezclas, pérdidas o deterioro. Además, algunos de estos componentes no contaban con registro en SAP, comprometiendo la trazabilidad de estos elementos críticos.

Se detectó también una falta de estandarización en la nomenclatura y etiquetado de las refacciones, con inconsistencias en los códigos de ubicación y etiquetas incompletas o ausentes que no permitían identificar la posición exacta de cada pieza, generando confusión al cruzar la información física con la digital.

Finalmente, se identificó un riesgo elevado de pérdida o alteración de datos, derivado de la ausencia de control de versiones, respaldos periódicos y definición de roles y permisos para la actualización de la información. Esta deficiencia compromete la continuidad del sistema de gestión de inventario y documentación, aumentando la probabilidad de errores operativos y pérdida de información crítica.

En conjunto, estos problemas reflejan la necesidad de implementar un sistema integral de gestión de refacciones y documentación de maquinaria que contemple la reorganización física, la estandarización de procedimientos, la digitalización y actualización de información, y la trazabilidad completa de los recursos para garantizar eficiencia operativa, reducción de errores y continuidad en la operación de la planta.

De manera resumida y por puntos, estos son los principales problemas que se buscan abatir con la continua aplicación de este proyecto:

1. Falta de organización física y trazabilidad de refacciones
 - Refacciones mal distribuidas o fuera de su contenedor designado.
 - Ubicaciones físicas sin codificación precisa, dificultando la localización rápida.
 - Pérdida de tiempo y riesgo de errores en la búsqueda de piezas.
 - Ausencia de un criterio unificado de clasificación por tipo y número de parte.
2. Empaques y almacenamiento inadecuados
 - Bolsas dañadas, sobredimensionadas o de material no apto para conservación.
 - Mezcla de refacciones dentro del mismo empaque, generando confusión y posibles pérdidas.
 - Espacio desaprovechado por uso de empaques desproporcionados.
3. Información desactualizada o inconsistente en SAP
 - Registros con datos obsoletos, ubicaciones incorrectas o duplicados.
 - Falta de correspondencia entre ubicación física y registro digital.
 - Refacciones y maquinaria sin alta formal en el sistema.
4. Falta de control documental de maquinaria
 - Documentación técnica dispersa, incompleta o en mal estado.
 - Ausencia de carpetas físicas y digitales unificadas por máquina.
 - Carencia de un sistema de actualización continua de documentos técnicos.
5. Ausencia de inventario maestro unificado
 - Información de refacciones y maquinaria distribuida en múltiples archivos no integrados.
 - Dificultad para obtener una visión global del inventario.

- Falta de relación clara entre maquinaria y las refacciones que utiliza.
- 6. Almacenamiento ineficiente de pines y conectores
 - Guardado en bolsas pequeñas que dificultan la identificación visual.
 - Riesgo alto de mezclas, pérdidas o deterioro por manipulación.
 - Ausencia de registro en SAP para algunos componentes.
- 7. Falta de estandarización en nomenclaturas y etiquetado
 - Inconsistencias en los códigos de ubicación.
 - Etiquetas incompletas o ausentes, sin detalle de columna o posición exacta.
 - Dificultad para el cruce rápido entre información física y digital.
- 8. Riesgo de pérdida o alteración de datos
 - Falta de control de versiones y respaldos del archivo maestro.
 - Campos críticos sin bloqueo, expuestos a modificaciones accidentales.
 - Ausencia de roles y permisos definidos para actualización de información.

1.7.- Objetivo general

En base a las problemáticas antes mencionadas, se propuso el siguiente objetivo general que se irá abarcando a lo largo del proyecto, el cual es el siguiente:

Optimizar la gestión integral de refacciones, maquinaria y documentación técnica en planta mediante la reorganización física y estandarización del inventario, la adecuación de empaques y etiquetado, y la implementación de un sistema digital avanzado en Excel integrado con SAP, que garantice trazabilidad, acceso ágil a la información, aprovechamiento eficiente del espacio y mejora continua de los procesos en mantenimiento y almacén.

1.8.- Objetivos específicos

Debido a que se trabajará tanto con maquinaria, refacciones y entornos digitales, los objetivos específicos irán variando, por lo que se proponen los siguientes objetivos específicos:

- Diagnosticar el estado inicial del sistema de almacenamiento de refacciones, identificando deficiencias físicas y organizativas.
- Clasificar y reubicar las refacciones en contenedores adecuados conforme a su tipo, tamaño y cantidad.
- Sustituir bolsas o empaques que se encuentren dañados o que no correspondan al tamaño del contenido, para asegurar la integridad del material.
- Implementar un criterio de organización basado en el tipo de pieza y su número de parte registrado en el sistema SAP.
- Etiquetar las bolsas con información detallada de ubicación y número de parte, incluyendo una codificación más precisa por columna.
- Establecer un almacenamiento alterno mediante la habilitación de un carrito para refacciones específicas, como pines y cajas medianas.

- Actualizar el sistema SAP conforme a la nueva disposición física de las refacciones, garantizando trazabilidad y eficiencia operativa.
- Identificar y recolectar toda la documentación técnica disponible relacionada con cada equipo (manuales, fichas técnicas, diagramas, planos, etc.).
- Clasificar la información por tipo de máquina y área de trabajo.
- Crear una carpeta física por equipo, etiquetada y con divisiones internas por tipo de documento.
- Digitalizar la documentación recolectada en caso de no estar disponible en formato electrónico.
- Diseñar una estructura de almacenamiento digital (por ejemplo, en red interna o disco compartido) que replique la organización física.
- Garantizar que las carpetas (físicas y digitales) estén actualizadas y disponibles para el personal técnico, supervisores y áreas administrativas.
- Proponer un sistema sencillo de actualización continua para asegurar la vigencia de la información técnica.
- Crear una base de datos maestra de refacciones con información detallada de número de parte, descripción, cantidad, ubicación codificada, condición del empaque y tipo de contenedor.
- Estandarizar la nomenclatura de ubicación física para facilitar la localización rápida y precisa de materiales.
- Implementar Re etiquetado físico de refacciones, vinculado al registro digital, para asegurar coherencia entre datos físicos y virtuales.
- Normalizar empaques y métodos de almacenamiento para optimizar espacio y conservación de materiales.
- Elaborar un inventario completo de maquinaria con datos técnicos, ubicación, distribuidor, centro de costo, historial de mantenimiento e imágenes.
- Consolidar en un único archivo el inventario de refacciones y maquinaria.
- Establecer medidas de control de versiones, respaldos y roles claros para garantizar la continuidad y actualización del sistema.

1.9.- Justificación.

En el contexto industrial actual, la eficiencia en la gestión de refacciones, maquinaria y documentación técnica no es un lujo, sino una necesidad estratégica para garantizar la continuidad operativa y minimizar los tiempos de inactividad. Durante el diagnóstico de la situación actual, se detectaron múltiples deficiencias en el almacenamiento de refacciones, tales como bolsas dañadas, mezcla de piezas, desaprovechamiento del espacio físico y dificultad para localizar componentes específicos. Estas condiciones, además de obstaculizar la labor del personal técnico, incrementan el riesgo de interrupciones en la operación debido a la falta de trazabilidad precisa de los recursos disponibles.

La solución a esta problemática pasa, en primer lugar, por implementar un sistema de organización física robusto, basado en una identificación clara, categorización lógica y una distribución óptima del inventario. La estandarización de empaques, etiquetas y formatos de almacenamiento no solo mejorará la visibilidad y el control del inventario, sino que también reducirá drásticamente errores humanos, pérdidas de tiempo y costos operativos asociados a reposiciones urgentes o compras duplicadas. En paralelo, la actualización y correcta alimentación del sistema SAP es esencial para garantizar que la información sea fiable, oportuna y accesible para las distintas áreas involucradas.

Otro pilar fundamental de este proyecto es la adecuada gestión de la documentación técnica de la maquinaria. Disponer de manuales, especificaciones, planos eléctricos y mecánicos, y hojas de seguridad organizados de forma sistemática, tanto en formato físico como digital, es clave para agilizar revisiones, facilitar intervenciones técnicas y reducir la dependencia del conocimiento empírico del personal. La ausencia de un repositorio estructurado genera retrasos, aumenta la probabilidad de errores en la operación y dificulta el cumplimiento de normativas y estándares de calidad, especialmente en auditorías e inspecciones.

Para abordar estas necesidades, se plantea la implementación de un sistema digital integral basado en Excel, diseñado con codificación estandarizada, controles visuales y validaciones automáticas, y vinculado con SAP para garantizar una trazabilidad completa. Esta herramienta concentrará toda la información relevante en un único documento maestro, permitiendo que tanto el personal de mantenimiento como el de almacén accedan de forma ágil y confiable a datos actualizados sobre inventario, localización de refacciones, historial de mantenimiento y documentación técnica.

Más allá de resolver las necesidades inmediatas, este modelo constituye una base sólida para futuras mejoras, como la incorporación de alertas automáticas de niveles mínimos, indicadores de rotación de inventario, programación anticipada de mantenimientos preventivos y conteos cíclicos. La metodología propuesta es sencilla, replicable y de bajo costo, lo que asegura su viabilidad a corto plazo y su escalabilidad a mediano y largo plazo, consolidando así un sistema de gestión que eleva la productividad, minimiza riesgos y fortalece la capacidad de respuesta ante las demandas operativas de la planta.

Capítulo 2:

Marco teórico

2.1.- Gestión

La gestión puede entenderse como el conjunto de procedimientos y acciones que se llevan a cabo para alcanzar un determinado objetivo, buscando siempre optimizar al máximo los recursos disponibles (Westreicher, 2025). Se trata de un proceso aplicable a cualquier ámbito en el que sea necesario organizar y utilizar recursos de manera eficiente. Abarca diferentes fases, desde la planificación inicial hasta la ejecución y el cierre, incorporando además el control y el análisis de resultados con el fin de asegurar que los objetivos planteados se cumplan de la mejor forma posible. En términos generales, la gestión consiste en hacerse cargo de algo, coordinando tareas y responsabilidades para lograr una meta específica. Aunque puede aplicarse a distintos campos, el término suele relacionarse principalmente con el mundo corporativo, donde se vincula a las acciones que desarrolla una organización para alcanzar metas estratégicas, como el incremento de ventas, el crecimiento empresarial o la mejora en la utilización de recursos.

2.1.1.- Funciones clave de gestión

Los pasos de la gestión, principalmente en ámbitos empresariales, suelen ser descritos de la siguiente manera (Westreicher, 2025):

- Inicio: En esta primera etapa el gestor estudia la idea y analiza la viabilidad del proyecto. En ese paso es fundamental ser realista y detenerse uno por uno en todos los pros y los contras.
- Planificación: Se fijan los objetivos a corto y largo plazo. Esto, tras realizar la fase de análisis y estudio.
- Organización: Se determinan los procedimientos y estrategias a seguir para conseguir los objetivos planteados.
- Ejecución: Es la puesta en marcha de lo planificado, teniendo en ocasiones que existir un gestor que lidere a un grupo de personas para que todos trabajen en la consecución de los mismos objetivos. El gestor tratará de que todos los elementos que participan en el proyecto desempeñen su función.
- Control: Tiene el objetivo de hacer un seguimiento y análisis del funcionamiento del proyecto que se está gestionando.
- Cierre: Es la fase final, en la que el proyecto se da por terminado. El gestor debe intentar que en el cierre se obtengan los mejores resultados posibles.

2.1.2.- Tipos de gestión

Para (Westreicher, 2025), los tipos de gestión más sobresalientes son los siguientes:

Gestión empresarial: Es un conjunto de acciones que se enmarcan en un plan estratégico de negocios y que aportan valor al crecimiento de la empresa.

Gestión de carteras: Es una actividad que consiste en tomar decisiones de inversión y aplicarlas sobre un conjunto de activos seleccionado de forma discrecional y personalizada.

Gestión de proyectos: Es la administración de una serie de recursos con el objetivo de desarrollar un proyecto (que puede ser de cualquier tipo) en un tiempo determinado.

Gestión ambiental: Es una serie de tareas destinadas al desarrollo sostenible de un proyecto o empresa, de manera que impacte lo menos posible en el medioambiente.

Gestión social: Es el desarrollo de una serie de herramientas y proyectos para fomentar la inclusión social. Es decir, el mayor acceso a educación, servicios de salud, oportunidades de trabajo, vivienda, seguridad, etc. Asimismo, se busca una mayor conexión entre los miembros de una comunidad.

Gestión del conocimiento: Es un concepto aplicado a las empresas. Hace referencia a la transferencia de experiencias y conocimientos entre los miembros de una organización. Esto, a fin de conseguir mayor beneficio para la firma.

Gestión pública: Es la administración de los recursos del Estado (erario), que debería buscar el mayor beneficio de la ciudadanía. Específicamente, es tarea del Poder Ejecutivo.

2.1.3.- Importancia y beneficios de estudiar teorías de gestión

Estudiar los tipos de gestión es fundamental porque permite comprender los distintos enfoques (como la gestión estratégica, operativa, de proyectos y de recursos) lo que facilita la optimización de procesos, la mejora de la productividad y la consecución de metas de forma eficiente tanto a nivel personal como organizacional.

A nivel individual, desarrolla habilidades de organización, priorización y rendimiento eficaz.

Organizacionalmente, mejora la toma de decisiones, reduce costos, incrementa la competitividad y consolida la adaptabilidad frente a cambios.

En resumen, entender los tipos de gestión dota de herramientas para dirigir recursos y acciones de manera consciente y eficaz en cualquier ámbito donde se requiera alcanzar objetivos (García Gómez & Vargas Rodríguez, 2020).

2.2.- Refacción

Una refacción es una pieza de recambio diseñada para reemplazar componentes desgastados, deteriorados o averiados en maquinaria industrial. Su propósito es mantener el funcionamiento eficiente, prolongar la vida útil del equipo y evitar paradas inesperadas en la producción. Estas piezas son esenciales para garantizar la continuidad operativa, optimizar el mantenimiento y asegurar la seguridad en las operaciones en entornos industriales (RILSA, 2024).

2.2.1.- Importancia de las refacciones

La maquinaria pesada opera en entornos desafiantes y ejecuta tareas intensivas gracias a herramientas especiales. Con el tiempo, los componentes se desgastan, es ahí donde entran en juego las refacciones industriales. Estas piezas son esenciales para garantizar un rendimiento continuo, prevenir averías costosas y maximizar la vida útil de la maquinaria (RILSA, 2024).

2.2.2.- Rol de las refacciones en la eficiencia operativa

El uso de refacciones industriales de calidad no solo garantiza la operatividad de la maquinaria pesada, sino que también contribuye a la eficiencia operativa. Una maquinaria bien mantenida no sólo reduce los costos de reparación, sino que también maximiza el tiempo de actividad, mejorando la productividad general de los proyectos gracias a dichas herramientas.

En el mundo de la maquinaria pesada, la atención a los detalles es clave para mantener un rendimiento y automatización óptima y la seguridad de los operadores. Las refacciones industriales desempeñan un papel vital en este mantenimiento preventivo. Desde filtros hasta sistemas hidráulicos y neumáticos, cada componente contribuye al funcionamiento fluido de la maquinaria pesada (RILSA, 2024).

2.2.3.- Tipo de refacciones

Algunos tipos esenciales de refacciones industriales y su importancia son los siguientes:

Filtros y elementos filtrantes: Los filtros desempeñan un papel crítico en la protección de los motores y sistemas hidráulicos de la maquinaria pesada. Los filtros de aceite, combustible y aire son esenciales para eliminar partículas dañinas y garantizar un funcionamiento limpio y eficiente. Cambiar estos elementos según el programa de mantenimiento recomendado es clave para prevenir daños costosos.

Sistemas de frenos y embragues: Las refacciones relacionadas con los sistemas de frenos y embragues son vitales para la seguridad de la maquinaria pesada y su operador. Pastillas de freno, discos y embragues son componentes que experimentan desgaste con el tiempo y deben reemplazarse regularmente para mantener un rendimiento seguro y evitar fallos catastróficos.

Neumáticos y orugas: En maquinaria pesada como excavadoras y cargadores, los neumáticos y las orugas son componentes críticos. Las refacciones incluyen neumáticos resistentes, cadenas de orugas y eslabones. Mantener estos elementos en condiciones óptimas es esencial para la movilidad y estabilidad de la maquinaria en terrenos variados.

Sistemas hidráulicos y componentes electrónicos: Las refacciones industriales también abarcan componentes clave en los sistemas hidráulicos y electrónicos. Válvulas, bombas hidráulicas y sensores son ejemplos de piezas de ferretería industrial que pueden requerir reemplazo para garantizar un rendimiento eficiente y una respuesta rápida de la maquinaria.

Sistemas de transmisión y engranajes: Los sistemas de transmisión y engranajes son esenciales para la funcionalidad de la maquinaria pesada. Refacciones como engranajes, correas y cadenas de transmisión deben inspeccionarse regularmente y reemplazar según sea necesario para evitar fallas y pérdida de potencia.

La selección de las refacciones ayuda a la prevención de averías y agilizar el mantenimiento regular (RILSA, 2024).

2.2.4.- La importancia de seleccionar refacciones

En palabras de (RILSA, 2024), hay 5 tips clave en la selección de refacciones:

1. Investigación exhaustiva: Antes de comprar cualquier refacción, realiza una investigación exhaustiva sobre las opciones disponibles en el mercado. Compara precios, marcas y revisiones para tomar una decisión informada.
2. Compatibilidad y especificaciones: Asegúrate de que la refacción sea compatible con tu modelo de maquinaria. Revisa las especificaciones del fabricante para garantizar un ajuste perfecto y un rendimiento óptimo.
3. Calidad por encima de todo: La calidad es fundamental en las refacciones industriales. Opta siempre por piezas de proveedores confiables para evitar problemas futuros y garantizar la durabilidad de tus inversiones.
4. Consulta a expertos: Si tienes dudas sobre qué refacción elegir, no dudes en consultar a expertos en el campo. Los mecánicos y especialistas pueden ofrecer orientación valiosa basada en su experiencia.
5. Programa de mantenimiento preventivo: Integra la selección de refacciones en un programa de mantenimiento preventivo. Al anticiparse a posibles problemas, puedes evitar averías costosas y prolongar la vida útil de tu maquinaria.

Seleccionar las refacciones correctas puede marcar la diferencia entre el éxito y el fracaso en el mantenimiento de las máquinas.

2.2.5.- Proceso de selección de refacciones

La empresa (RILSA, 2024) nos da algunos consejos para tomar una decisión informada a la hora de seleccionar la refacción adecuada, los cuales son los siguientes:

1. Identifica las necesidades específicas: Antes de elegir cualquier refacción, identifica las necesidades específicas de tu maquinaria. Comprender los requisitos exactos facilita la selección de las piezas adecuadas.

2. No comprometas la calidad por precio: Aunque es tentador optar por opciones más económicas, la calidad siempre debe ser la prioridad. Las refacciones de calidad pueden costar más inicialmente, pero ofrecen un rendimiento más duradero y confiable.
3. Busca recomendaciones y reseñas: Investiga y busca recomendaciones de otros profesionales de la industria. Las reseñas y testimonios pueden ofrecer información valiosa sobre la confiabilidad y el rendimiento de las refacciones.
4. Considera la disponibilidad: Antes de tomar una decisión final, asegúrate de que las refacciones seleccionadas estén fácilmente disponibles. La disponibilidad rápida de las piezas es esencial para minimizar el tiempo de inactividad.
5. Evalúa el soporte postventa: Opta por proveedores que ofrezcan un sólido soporte postventa. Un buen servicio al cliente y garantías adecuadas pueden marcar la diferencia en situaciones imprevistas.

Con estos consejos, se podrá simplificar el proceso y la toma de decisiones a la hora de seleccionar refacciones que requiera la máquina.

2.3.- Máquina

Del latín machina, una máquina es un aparato creado para aprovechar, regular o dirigir la acción de una fuerza. Estos dispositivos pueden recibir cierta forma de energía y transformarla en otra para generar un determinado efecto (Pérez Porto & Merino, 2021).

2.3.1.- Clasificación de las Máquinas

A palabras de (López & López, 2021), las máquinas se pueden clasificar de diversas maneras según diferentes criterios:

A. Según su Función

- Máquinas Simples: Son dispositivos que utilizan una sola fuerza para realizar un trabajo, como la palanca, la polea, el plano inclinado, el tornillo, la cuña y la rueda con eje. Estas máquinas no transforman la energía, sino que modifican la dirección o la magnitud de una fuerza para facilitar el trabajo.
- Máquinas Compuestas o Complejas: Son sistemas que combinan varias máquinas simples para realizar tareas más complejas. Ejemplos incluyen la bicicleta, el automóvil y las grúas industriales.

B. Según el Tipo de Energía que Utilizan

- Máquinas Mecánicas: Transforman energía mecánica en otra forma de energía, como las turbinas eólicas que convierten la energía cinética del viento en energía eléctrica.

- Máquinas Térmicas: Utilizan la energía térmica para realizar trabajo mecánico. Un ejemplo clásico es la máquina de vapor, que convierte el calor generado por la combustión en movimiento mecánico.
- Máquinas Hidráulicas: Emplean la presión de líquidos para generar movimiento. Las bombas y las turbinas hidráulicas son ejemplos de este tipo de máquinas.
- Máquinas Neumáticas: Funcionan mediante la presión de gases comprimidos. Los compresores de aire y los sistemas de frenos neumáticos en vehículos son ejemplos comunes.
- Máquinas Eléctricas: Convierten la energía eléctrica en energía mecánica, como los motores eléctricos utilizados en una amplia variedad de aplicaciones.

C. Según su Movimiento

- Máquinas de Movimiento Rectilíneo: Aquellas que realizan movimientos en línea recta, como los pistones en los motores de combustión interna.
- Máquinas de Movimiento Rotatorio: Realizan movimientos circulares, como los ventiladores y las turbinas.
- Máquinas de Movimiento Alternativo: Combinan movimientos rectilíneos y rotatorios, como las bombas de émbolo.

D. Según su Aplicación

- Máquinas Industriales: Utilizadas en procesos de fabricación y producción, como tornos, fresadoras y prensas.
- Máquinas Agrícolas: Diseñadas para facilitar las labores agrícolas, como tractores, sembradoras y cosechadoras.
- Máquinas de Construcción: Empleadas en la edificación y mantenimiento de infraestructuras, como excavadoras, grúas y mezcladoras de cemento.
- Máquinas Domésticas: Herramientas y dispositivos utilizados en el hogar, como lavadoras, aspiradoras y licuadoras.

2.4.- Inventario

A palabras de (Figueiras, 2021), El inventario de una empresa es el registro del conjunto de bienes tangibles que se encuentran en existencia, ya sea para su transformación, venta, uso o cualquier otro aspecto que asegure el cumplimiento de los servicios hacia los clientes.

El control del inventario es un elemento muy importante para el desarrollo, tanto en grandes empresas como en pequeñas y medianas, además de un factor fundamental para el control de costes y rentabilidad de cualquier hotel o establecimiento turístico. Una mala administración puede ser la culpable de generar clientes descontentos por el no cumplimiento de la demanda, además de ocasionar problemas financieros que pueden llevar a la compañía a la quiebra.

2.5.1.- Tipos de Inventarios

Los inventarios se pueden clasificar según diversos criterios, compartido por (Mecalux Esmena, 2021):

1. Clasificación de inventarios según el período fiscal

Estos tipos de inventarios hacen referencia al momento en el tiempo en el que se realizan en relación con el año fiscal de la empresa:

- Inventario inicial. Se efectúa al comienzo del período contable y antes de que se adquiera inventario adicional o se lleve a cabo una venta.
- Inventario final. Se realiza al cierre del ejercicio económico o al final de cada año a fin de conocer los recursos y/o bienes obtenidos tras realizar todas las operaciones mercantiles.
- El inventario final de un ejercicio contable determina el inventario inicial del siguiente periodo fiscal.

2. Clasificación de inventarios según la periodicidad

Si tenemos en cuenta la frecuencia con la que se llevan a cabo, podemos identificar cuatro clases de inventarios:

- Inventario anual. Se efectúa una vez al año y sirve para confirmar los resultados obtenidos con el registro contable.
- Inventario periódico. Se realiza varias veces al año con una frecuencia previamente determinada y contempla el conteo de todas las referencias almacenadas.
- Inventario cíclico (también conocido como inventario rotativo). Se basa en la realización de recuentos regulares, distribuidos durante el año, de grupos de referencias. A diferencia del inventario periódico, se prioriza el conteo de unas referencias sobre otras (en función de su valor, rotación, fecha de caducidad, etc.).
- Inventario permanente (también conocido como inventario perpetuo). Se actualiza de forma constante, registrando cada entrada y salida de artículos, y refleja en tiempo real el stock disponible. Es el tipo de inventario que fomenta la logística 4.0 con una gestión digital de la información gracias a un SGA y a la implementación de sistemas de almacenaje automáticos.
- Cada empresa determinará la periodicidad con la que lleva a cabo sus inventarios en función de sus necesidades y recursos.

3. Clasificación de inventarios según producto o mercancía

El inventario también está sujeto al tipo de producto o mercancía almacenada. En consecuencia, podemos distinguir entre:

- Inventario de materias primas. Sirve para determinar el stock disponible de las materias primas que se utilizan para la fabricación del producto final.

- Inventario de suministros de fábrica. Registra aquellos materiales empleados en el proceso de producción que por su naturaleza no pueden ser cuantificados con exactitud como, por ejemplo, tuercas o pintura.
 - Inventario de productos en proceso de fabricación. Contempla los productos semielaborados, es decir, aquellos que todavía forman parte del proceso de producción.
 - Inventario de productos terminados. Recoge los productos ya finalizados y disponibles para la venta.
 - Inventario de mercancías. Lo integran los bienes adquiridos para ser vendidos con posterioridad, sin que se les realicen modificaciones.
 - Es evidente que el tipo de producto condiciona desde la elección del sistema de almacenaje hasta la actividad de cada una de las operativas, e incluyendo el tipo de inventario.
4. Clasificación de inventarios según su función

Ciertos tipos de inventario se clasifican de acuerdo con la función que se les asigna. En este sentido, diferenciamos entre:

- Inventario en tránsito (también conocido como inventario en ductos). Cuantifica los productos y materiales que están de camino al almacén o que ya han sido solicitados a los proveedores. A veces, si el flujo de mercancía es lento, debe recorrer grandes distancias o involucra muchos niveles, el inventario en ductos puede sobrepasar al almacenado.
 - Inventario de seguridad o de reserva. Registra los productos y materias primas que la empresa posee para afrontar posibles fallos en el proceso de producción, retrasos de los proveedores o aumentos inesperados de la demanda. Este inventario constituye el stock de seguridad de la compañía, cuyo objetivo es evitar caer en roturas de stock.
 - Inventario de previsión o estacional. Reúne las referencias almacenadas con vistas a satisfacer demandas futuras, previsibles con certeza y habitualmente estacionales. Esta predictibilidad lo diferencia del inventario de seguridad, destinado a cubrir contingencias inesperadas.
 - Inventario de desacoplamiento. Se utiliza para diferenciar el inventario requerido para dos procesos de fabricación con tasas de producción diferentes. De ese modo, cada proceso funciona de forma independiente y con una cantidad de mercancía determinada.
 - Todo inventario cumple una función específica y, al mismo tiempo, satisface una necesidad logística determinada, por ejemplo, abastecer a producción, recibir mercancía de los proveedores o afrontar un aumento de la demanda.
5. Otros tipos y clasificaciones de inventarios

Existen otros sistemas de inventarios que tener en cuenta:

- Inventario de existencias de naturaleza regular o cíclica. Registra las referencias necesarias para satisfacer la demanda durante el tiempo de reaprovisionamiento.

- Inventario de existencias obsoletas, muertas o perdidas. Engloba las referencias que, por alguna circunstancia (superación de la fecha de caducidad, deterioro, rotura, etc.), no pueden ser comercializadas. Este tipo de inventario siempre genera pérdidas.
- Inventario disponible. Incluye aquellos productos que están disponibles cuando se necesitan, bien para satisfacer una venta, bien para abastecer producción.
- Inventario en línea. Compuesto por las referencias que están a punto de entrar en la línea de producción.
- Inventario en cuarentena. Refleja aquellas referencias que deben permanecer almacenadas durante un determinado período de tiempo antes de poder disponer de ellas.
- Inventario físico. Es aquel que se realiza contando a mano y una a una las referencias a registrar.
- Al margen de los diferentes tipos de inventario que existen, hay que tener en cuenta la naturaleza de la empresa y el modelo de negocio.

2.4.2.- Importancia de la Gestión de Inventarios

A palabras de (Yague, 2025), la gestión de inventarios o gestión de inventario es el proceso de supervisar y controlar el flujo de productos dentro de una empresa, desde la adquisición hasta el almacenamiento y su eventual distribución o venta. El objetivo es mantener un equilibrio entre la disponibilidad de productos y los costes de inventario.

Es un proceso empresarial que influye directamente en la rentabilidad y competitividad de una compañía. La clave está en lograr un equilibrio entre disponer de suficiente stock para satisfacer la demanda y minimizar los costes de almacenamiento y riesgo de obsolescencia.

Una correcta gestión de inventarios permite a las empresas responder eficientemente a la demanda del mercado sin acumular exceso de stock, lo que a menudo conlleva problemas financieros y operativos.

El equilibrio entre la cantidad de inventario que entra y sale se mantiene bajo control con una gestión de stock eficaz. Las empresas pueden ahorrar miles de euros en las operaciones comerciales mientras mejor se controle el inventario.

Una empresa que no controla su stock fácilmente puede alcanzar un exceso de existencias y esto se traduce en mantener dinero inmovilizado en el inventario, y, por lo tanto, limitar el flujo de caja y potencialmente un déficit de presupuesto.

El inventario con exceso de stock, que también se llama stock inmovilizado, a menudo se quedará almacenado, no se podrá vender y consumirá el margen de beneficio de una empresa.

Por el contrario, si una empresa no tiene suficiente inventario, puede afectar negativamente el servicio al cliente. La falta de inventario significa que una empresa puede perder ventas.

2.4.3.- Desafíos de la gestión de inventario en la industria

Según (Yague, 2025), La creciente complejidad de las cadenas de suministro y las expectativas cambiantes de los clientes han aumentado los retos en la gestión de inventarios. A continuación, se detallarán 3 de los principales desafíos:

Costes crecientes de almacenamiento

El aumento en los precios del espacio de almacenamiento, así como los costes laborales, y la necesidad de contar con inventarios más grandes para asegurar una alta disponibilidad.

Riesgo de obsolescencia

Con el acelerado cambio en las tendencias y necesidades del mercado, así como los nuevos desarrollos tecnológicos, mantener grandes cantidades de stock aumenta el riesgo de que ciertos productos se queden obsoletos.

Condiciones de financiación más estrictas

Acceder a crédito o financiación para cubrir grandes inventarios puede resultar complicado para algunas compañías, lo que afecta el flujo de caja de muchas organizaciones.

Según estudios, el valor del inventario puede representar más del 30% de los activos de una empresa. Este dato permite hacerse una idea de la importancia de implementar procesos eficientes de inventory management para reducir riesgos financieros y mejorar la rentabilidad

2.4.4.- Objetivos en la Gestión de Inventarios

Para (Yague, 2025), el objetivo del inventory management sería la optimización de las operaciones y el incremento de la eficiencia. De esta forma, se consigue rebajar los gastos asociados con el almacenamiento de productos, los pedidos y la distribución. Por ejemplo, es común que las empresas mantengan volúmenes de pedido que no han sido revisados en años. Y esto, evidentemente, puede conducir a excesos o roturas de stock dependiendo del momento

Implementar un sistema eficiente de inventory management ofrece múltiples beneficios para las empresas:

- Reducción de costes: Tanto los costes de almacenamiento como los costes operativos pueden reducirse significativamente.
- Mejora en el flujo de caja: Un mejor manejo del inventario libera capital que puede ser utilizado en otras áreas del negocio.
- Satisfacción del cliente: Una gestión eficiente asegura que siempre haya stock disponible cuando el cliente lo necesita, mejorando su experiencia.
- Ventaja competitiva: En un entorno de competencia global, gestionar los inventarios de manera eficiente puede convertirse en una ventaja clave frente a la competencia.

- El desafío es encontrar el equilibrio adecuado entre los costes de inventario y los costes de pedido. Redefinir la cantidad de los pedidos, aplicando metodologías como la EOQ, puede generar ahorros significativos. Además, la integración de sistemas de permite automatizar este proceso y hacer un seguimiento constante de los costes y niveles de stock.

2.5.- Las 5S

El proceso de las 5S fue acuñado y popularizado por Toyota. Se basa en 5 principios que comienzan con la letra "S". En japonés, seiri (ordenar), seiton (sistematizar), seiso (brillar), seiketsu (estandarizar) y shitsuke (sostener). La implementación de las 5S es una de las razones por las que Toyota Industrial Equipment sigue siendo una de las instalaciones de fabricación más eficientes de América del Norte. Los principios de las 5S se pueden aplicar a cualquier entorno empresarial, de fabricación/fábrica, o incluso en su vida personal para ayudar a organizar su hogar y sus prácticas. (Toyota Motor Corporation, 2018)

2.5.1.- Definición de cada S

Para (Toyota Motor Corporation, 2018), cada S está definida de la siguiente manera:

1. Seiri – Clasificar

La primera etapa de las 5S es clasificar. Esto significa revisar los artículos y decidir qué es necesario y qué no para reducir el desorden. La reducción del desorden conduce a espacios más seguros. Tirar los artículos innecesarios puede ser difícil, pero es importante maximizar el espacio y la eficiencia. La clasificación también te obliga a pensar en cómo se utilizan los artículos en la vida diaria de las personas. Si no está seguro acerca de un determinado artículo, es útil crear una "categoría desconocida" y realizar un seguimiento de su uso en una semana o un mes para determinar si son necesarios en ese espacio en particular. Si los elementos no se usan en el período de tiempo especificado, no son necesarios. A los empleadores a menudo les sorprende la cantidad de artículos innecesarios que hay en los espacios de trabajo que causan ineficiencias espaciales o de productividad.

2. Seiton – Sistematizar

Después de la clasificación, sistematización o enderezado es el siguiente paso en nuestro proceso lean. Esto significa, literalmente, crear un sistema para un espacio en particular. Asegúrate de que haya un lugar para cada cosa y que todo permanezca en su lugar. Etiquetar los espacios con artículos y número de artículos ayuda a sistematizar su almacenamiento y también ayuda en una etapa posterior (estandarizar). Durante Seiton, también es vital pensar en el flujo de un espacio de trabajo. ¿Qué artículos se usan más y en qué momento? ¿Quién entra y sale de este espacio? Recordar y analizar el propósito es importante a la hora de sistematizar.

3. Seiso – Brillo

Al igual que la sistematización de un lugar de trabajo crea un espacio para todo, brillar es ese paso de refinamiento. Si bien el brillo implica limpiar y ordenar los artículos, también requiere solucionar problemas. A medida que limpia un espacio, puede notar la inconsistencia en el orden de los elementos o la falta de organización. En este paso, realice esos cambios o implemente contramedidas a medida que avanza.

4. Seiketsu – Estandarizar

Este paso se trata de crear una práctica segura, eficiente y exitosa para completar de manera eficiente un proceso o tarea que se puede duplicar para optimizar el rendimiento del proceso o tarea. La estandarización promueve la seguridad y permite que el proceso se comparta fácilmente entre los miembros del equipo. Completar un proceso o tarea de la misma manera segura y eficiente cada vez le permite identificar y abordar las fallas sistemáticas y replicar el éxito continuo en realizar la tarea o proceso. A muchos empleadores les resulta útil desarrollar reglas para que todos se hagan responsables. Por ejemplo, en una sala de fotocopias en un entorno de oficina, la regla puede ser "máximo 30 sobres, mínimo 10". En este caso, la regla escrita hace que cualquier persona que tome el décimo sobre sea responsable de reponer los sobres. Esto puede funcionar de manera similar en instalaciones de fabricación con suministros.

5. Shitsuke – Sostenimiento

El último paso en el proceso de las 5S es realmente interminable. El sostenimiento es un paso importante y posiblemente la parte más difícil del proceso. El proceso debe ser coherente con las reglas desarrolladas a lo largo de las 5S. En la misma línea, el sostenimiento también significa un impulso constante para la mejora. El hecho de que exista un proceso o una regla no significa que no pueda haber una conversación sobre una mejora o evolución entre los empleados. Mantenerse al día con los tiempos y mantener un espacio significa que el proceso de las 5S nunca se detiene. Debido a que nos enorgullecemos de la eficiencia, tenemos un compromiso en nuestras instalaciones de fabricación y espacios de trabajo para maximizar la seguridad y nuestra producción con Toyota Lean Management y a través del proceso 5S.

2.5.2.- Beneficios de la implementación de 5S

A continuación, (Cantú, 2023) explica los beneficios que puede aportar la implementación de la metodología 5S en la industria:

- Mejora de la eficiencia: La implementación de la metodología 5S permite optimizar los procesos de trabajo, eliminando pasos innecesarios y reduciendo el tiempo de espera entre ellos. Al fomentar el orden y la organización, se reduce el tiempo que se dedica a buscar herramientas o materiales y se aumenta el tiempo que se dedica a realizar las tareas. Esto se traduce en una mejora de la eficiencia y una mayor productividad.

- Mejora de la calidad: La metodología 5S fomenta la limpieza y el orden, lo que ayuda a prevenir errores y a reducir el tiempo que se dedica a corregirlos. Además, la estandarización de los procesos permite reducir la variabilidad y mejorar la calidad del producto o servicio ofrecido por la empresa.
- Reducción de costos: La implementación de la metodología 5S permite reducir los costos asociados a la producción y al mantenimiento, ya que se evita el desperdicio de materiales y se reduce el tiempo de inactividad de las máquinas y equipos. Además, el mantenimiento preventivo de los equipos ayuda a evitar reparaciones costosas y a prolongar su vida útil.
- Mejora del clima laboral: La implementación de la metodología 5S fomenta la participación y el compromiso de los empleados en la mejora continua de los procesos de trabajo. Además, el ambiente de trabajo limpio y ordenado contribuye a crear un clima laboral más agradable y motivador.
- Mejora de la seguridad laboral: La implementación de la metodología 5S fomenta la identificación y eliminación de riesgos laborales, como objetos mal colocados o superficies resbaladizas. Esto contribuye a reducir los accidentes laborales y a mejorar la seguridad y la salud de los trabajadores.

2.6.- Lean Manufacturing

A palabras de (Andreu, 2024), describe la filosofía Lean Manufacturing, también conocida como Lean Production en un sistema de organización del trabajo que pone el foco en la mejora del sistema de producción. Para esto se basa en la eliminación de aquellas actividades que no aportan valor al proceso ni al cliente. Estas se denominan despilfarros o desperdicios, y son aquellas tareas que implican la sobreproducción, altos tiempos de espera o desperfectos en los productos, por citar algunos ejemplos.

La filosofía Lean Manufacturing trata de optimizar el sistema de producción y reducir o eliminar las tareas que no añadan valor.

El término Lean Manufacturing apareció por primera vez en los años 70 en el libro La máquina que cambió el mundo de los autores Womack, Jones y Ross. La obra, que se ha convertido en best seller mundial, fue la primera que sacó a la luz el sistema de producción lean de Toyota. Este contrapone dos sistemas de negocio radicalmente diferentes: producción lean versus producción en masa.

Una de las claves de éxito es su dimensión humana, puesto que las personas son el capital más importante de la empresa. Una cultura empresarial Lean implica colaboración y comunicación de todos los niveles de la empresa. Los trabajadores están en contacto permanente con el medio de trabajo, por lo tanto, son los primeros en observar y mejorar los problemas. Sin apoyo en las personas del equipo donde haya un clima adecuado, haciéndoles partícipes y comunicando con exactitud lo que se espera de ellos será imposible utilizar las técnicas de mejora de los procesos que propone esta estrategia.

2.6.1.- Conceptos clave del Lean Manufacturing

En palabras de (Andreu, 2024), Lean Manufacturing es una filosofía empresarial que busca optimizar la eficiencia y efectividad de una organización a través de la eliminación de desperdicios y la mejora continua. Si alguna empresa está interesada en adoptar esta estrategia, es fundamental conocer los tres pilares sobre los que se sustenta la filosofía Lean Manufacturing:

1. Efectividad: Satisfacción del cliente como eje principal

Una organización que implementa con éxito el Lean Manufacturing es aquella que coloca al cliente en el centro de todas sus operaciones. El objetivo es entregar productos o servicios que cumplan, e incluso superen, las expectativas del cliente en cuanto a calidad, tiempo de entrega y costo. Para ello, se requiere una comprensión profunda de las necesidades y deseos del cliente, lo que permite ajustar los procesos internos y externos para maximizar el valor entregado. Así, la empresa no solo cumple con los estándares actuales, sino que también anticipa las demandas futuras del mercado.

2. Eficiencia: Uso óptimo de los recursos y mejora de procesos

El Lean Manufacturing se basa en la utilización inteligente de los recursos disponibles. Esto implica identificar y eliminar cualquier actividad o proceso que no añada valor al producto final. Se trabaja en optimizar el flujo de trabajo, reducir tiempos muertos, minimizar desperdicios y maximizar la productividad. En este contexto, la eficiencia no se trata solo de reducir costos, sino de hacer más con menos, garantizando que cada recurso (humano, material o financiero) esté orientado a crear valor real para el cliente. Las herramientas como el análisis de valor agregado y la mejora continua son clave en esta fase.

3. Innovación: Compromiso con la mejora constante

Una cultura Lean Manufacturing fomenta un entorno en el que cada miembro de la organización tiene la capacidad y el incentivo para identificar problemas y proponer soluciones. No solo se trata de ajustar procesos, sino de promover una cultura de innovación continua. El liderazgo juega un papel esencial al comprometerse con la mejora constante y al empoderar a los empleados para que contribuyan con ideas y mejoras. Esta cultura fomenta la creatividad y permite que la organización se adapte rápidamente a los cambios del entorno, garantizando su competitividad a largo plazo.

2.6.2.- Pilares de la filosofía Lean Manufacturing

Son siete los principios que (Andreu, 2024) nos explica que conviene aplicar a una empresa que persigue la filosofía Lean Manufacturing:

1. Hacerlo bien a la primera: Cero defectos como objetivo

El principio de «hacerlo bien a la primera» se enfoca en conseguir cero defectos en los procesos. Esto no solo significa corregir los errores cuando ocurren, sino también detectarlos

de inmediato y abordarlos en su raíz, evitando que se repitan. La clave es crear un sistema que prevenga los problemas antes de que lleguen al cliente, lo que mejora la calidad, reduce costos innecesarios y genera una mayor satisfacción del cliente.

2. Excluir actividades que no añaden valor: Eliminación del desperdicio

Uno de los pilares del Lean Manufacturing es la eliminación de todo aquello que no aporte valor directo al cliente. Esto incluye cualquier tipo de despilfarro o actividad innecesaria, como exceso de inventario, sobreproducción, movimientos innecesarios o tiempos de espera. El objetivo es optimizar cada paso del proceso, asegurando que todo lo que se haga contribuya a mejorar el producto final o la experiencia del cliente. Cada recurso, tiempo o esfuerzo que no añade valor se considera una pérdida y debe ser eliminado.

3. Mejora continua: Kaizen como filosofía de trabajo

La mejora continua o filosofía Kaizen es un principio clave en Lean Manufacturing. Implica mantener un enfoque constante en mejorar los procesos, productos y servicios, buscando la excelencia sin perder de vista la reducción de costos y el aumento de la productividad. El Kaizen no es un esfuerzo único, sino un compromiso permanente para identificar oportunidades de mejora, tanto pequeñas como grandes, en todos los niveles de la organización.

4. Procesos pull: Producir bajo demanda

El principio de los procesos pull se basa en producir solo lo que el cliente demanda, evitando la acumulación de inventarios innecesarios que podrían suponer desperdicios. En lugar de producir en exceso y acumular stock, se ajusta la producción a la demanda real del cliente. Esto no solo reduce los costos de almacenamiento y los riesgos de productos obsoletos, sino que también permite una respuesta más ágil a los cambios en las preferencias del cliente y en las condiciones del mercado.

5. Flexibilidad: Adaptación a la variedad y a la cantidad

En un entorno lean, es crucial ser capaz de adaptarse rápidamente a las necesidades del mercado, tanto en términos de variedad de productos como de cantidades. La flexibilidad permite a las empresas ajustarse a las fluctuaciones en la demanda, produciendo una mayor diversidad de productos sin comprometer la eficiencia. Esto requiere sistemas y procesos ágiles, así como empleados capacitados para realizar múltiples tareas, lo que facilita una respuesta rápida y precisa a los cambios del entorno.

6. Colaborar con los proveedores: Relación a largo plazo basada en confianza

El éxito del Lean Manufacturing no solo depende de lo que ocurre dentro de la empresa, sino también de las relaciones que se establecen con los proveedores. Es fundamental construir relaciones a largo plazo basadas en la confianza mutua, donde ambos compartan riesgos y costos, y trabajen juntos en la mejora continua de los productos y servicios. Esto permite una mejor coordinación, una mayor transparencia y una capacidad conjunta para adaptarse a los desafíos y oportunidades del mercado.

7. Cambio de enfoque de venta: Soluciones, no productos

Desde la perspectiva del Lean Manufacturing, el objetivo no es simplemente vender productos o servicios, sino ofrecer soluciones que resuelvan las necesidades del cliente. Esta visión más amplia implica que toda la organización debe alinearse en torno a un enfoque común, donde la prioridad sea ofrecer valor al cliente. Este cambio de mentalidad afecta tanto al diseño de productos como a la prestación de servicios, asegurando que la satisfacción del cliente esté siempre en el centro de la estrategia empresarial.

2.6.3.- Herramientas Lean Manufacturing

Es interesante conocer las diferentes herramientas Lean Manufacturing que son utilizadas en esta estrategia, por lo que (Andreu, 2024) cita algunos sistemas de producción que beben de esta filosofía:

- TQM (Total Quality Management): gestión de la calidad total aumentando la eficiencia de la producción y optimizando plazos de entrega.
- JIT (Just in time o justo a tiempo): respetar este sistema será producir solo a demanda.
- Kaizen: el sistema que asegura la mejora continua.
- TOC (Teoría de las restricciones o de las limitaciones): se basa en encontrar el cuello de botella para marcar el ritmo productivo de la cadena.
- Andon: sistema de gestión visual que permite conocer a operarios y directivos el avance de las mejoras y su estado de aplicación.
- SMED (Single-Minute Exchange of Die): tiene como finalidad reducir el tiempo de cambio de referencia en el utillaje de máquinas de entornos productivos.
- Value Stream Mapping (Mapeo de Flujo de Valor): se basa en un diagrama que permite visualizar, analizar y mejorar el flujo de la producción y de la información, desde el inicio del proceso hasta la entrega al cliente.
- Heijunka: técnica lean que reduce las desigualdades en un proceso de producción y minimiza las posibilidades de sobrecarga
- KPI: indicador clave del desempeño para medir el nivel del desempeño de un proceso
- Kanban: sistema de información en los puestos de trabajo para definir, gestionar y mejorar servicios.
- Reingeniería de procesos: persigue la mejora a gran escala trabajando sobre la redundancia de procesos.

2.7.- SAP

Fundada en 1972, SAP ha pasado de ser un pequeño emprendimiento de cinco personas a ser una empresa multinacional con sede en Walldorf, Alemania, con más de 105.000 empleados en todo el mundo.

Con la presentación de su software original SAP R/2 y SAP R/3, SAP estableció el estándar global para el software de planificación de recursos empresariales (ERP). Ahora, SAP

S/4HANA lleva el ERP al siguiente nivel usando el poder de la computación in-memory para procesar grandes cantidades de datos y dar soporte a tecnologías avanzadas tales como inteligencia artificial (IA) y machine learning.

Las aplicaciones integradas de la empresa conectan todas las partes de un negocio dentro de una suite inteligente en una plataforma totalmente digital, reemplazando así la heredada impulsada por procesos. Hoy, SAP tiene más de 230 millones de usuarios en la nube, más de 100 soluciones que cubren todas las funciones de negocios, y el porfolio de productos en la nube más grande de todos los proveedores (SAP SE, 2023).

2.7.1.- Definición y origen de SAP

SAP es un sistema ERP (Enterprise Resource Planning) desarrollado en Alemania en 1972 por la empresa SAP SE, que surge con la finalidad de integrar los procesos clave de una organización dentro de una misma plataforma tecnológica. A diferencia de otros sistemas fragmentados, SAP ofrece un entorno centralizado donde convergen información y flujos de trabajo, lo que permite optimizar la gestión financiera, logística, producción, recursos humanos, mantenimiento e inventarios.

El concepto central de SAP es la integración: todos los módulos del sistema se encuentran interconectados, de modo que cualquier movimiento realizado en un área impacta de forma inmediata en los demás módulos relacionados. Esto evita duplicación de información, reduce errores humanos y permite contar con datos en tiempo real para la toma de decisiones estratégicas (SAP SE, 2023).

2.7.2.- Importancia de SAP en la industria

El uso de SAP en la industria se fundamenta en su capacidad de gestionar grandes volúmenes de información y coordinar las operaciones críticas de las empresas. En el caso particular de la gestión de refacciones, el sistema permite:

- Mantener un registro digital centralizado de todas las piezas y materiales.
- Integrar la planificación de compras con la demanda real de mantenimiento.
- Reducir riesgos asociados al desabasto o exceso de inventario.
- Facilitar la trazabilidad de cada refacción, desde su adquisición hasta su utilización en el mantenimiento de equipos.
- Garantizar la disponibilidad oportuna de materiales para evitar paros de producción.
- En este sentido, SAP no solo es una herramienta informática, sino un sistema de gestión estratégica que respalda la continuidad operativa de la empresa.

2.7.3.- Módulos de SAP relacionados con la gestión

SAP se compone de diversos módulos que responden a áreas específicas de la organización. En el ámbito de la gestión de refacciones, los más relevantes son:

a) SAP MM (Material Management – Gestión de Materiales)

- Este módulo constituye el eje central para el control de inventarios y refacciones. Permite:
- Crear registros maestros de materiales donde se almacena toda la información de cada refacción (código, descripción, unidad de medida, ubicación, costo, proveedor).
- Administrar entradas y salidas de almacén, asegurando un control preciso de existencias.
- Automatizar procesos de compras y abastecimiento, vinculando directamente las solicitudes de materiales con el área de adquisiciones.
- Generar reportes en tiempo real sobre niveles de stock y consumo histórico.

b) SAP PM (Plant Maintenance – Mantenimiento de Planta)

- Este módulo está orientado al mantenimiento preventivo y correctivo de equipos e instalaciones. En relación con las refacciones:
- Vincula cada orden de mantenimiento con las refacciones requeridas.
- Permite programar paradas técnicas considerando la disponibilidad de materiales.
- Facilita el análisis de fallas recurrentes, identificando las piezas con mayor índice de reemplazo.
- Optimiza la planificación de recursos, asegurando que el personal técnico cuente con los insumos necesarios para ejecutar las reparaciones.

c) SAP WM (Warehouse Management – Gestión de Almacenes)

- Cuando la empresa maneja almacenes complejos, este módulo ofrece una gestión más avanzada:
- Control preciso de la ubicación física de las refacciones dentro del almacén.
- Implementación de estrategias de picking y optimización de recorridos.
- Reducción de tiempos en la localización de piezas.
- Mejora de la eficiencia logística interna, garantizando una entrega más rápida al área de mantenimiento.

Por decir algunos (SAP SE, 2023).

2.7.4.- Ventajas del uso de SAP en la gestión de refacciones

La implementación de SAP ofrece múltiples beneficios en el control de refacciones (SAP SE, 2023):

- Estandarización de la información: evita duplicidades y mantiene bases de datos limpias.

- Reducción de costos de inventario: al contar con niveles de stock óptimos y planificados.
- Mayor confiabilidad: datos en tiempo real que permiten decisiones rápidas y acertadas.
- Automatización de procesos: elimina registros manuales, disminuyendo errores humanos.
- Integración total: la información de compras, almacén y mantenimiento se conecta de manera automática.
- Trazabilidad completa: permite saber qué refacción fue usada, en qué máquina y en qué momento.

2.7.5.- Retos y limitaciones de SAP en la gestión de refacciones

Si bien SAP es una herramienta poderosa, también presenta desafíos:

- Alta inversión inicial: su implementación requiere infraestructura tecnológica y capacitación especializada.
- Curva de aprendizaje: los usuarios deben adaptarse a la lógica del sistema.
- Resistencia al cambio: el personal operativo puede mostrar rechazo hacia la digitalización de procesos.
- Dependencia tecnológica: una falla en el sistema puede afectar la operación de la empresa.

Estos retos, sin embargo, suelen verse superados frente a las ventajas que aporta el sistema en la optimización del control de refacciones (SAP SE, 2023).

2.7.6.- Impacto estratégico en la gestión integral

La aplicación de SAP en la gestión integral de refacciones trasciende el nivel operativo y se proyecta al nivel estratégico de la organización. Gracias a la disponibilidad de información precisa y en tiempo real, la empresa puede (SAP SE, 2023):

- Diseñar estrategias de mantenimiento predictivo, reduciendo tiempos de inactividad.
- Establecer políticas de abastecimiento más eficientes con base en datos históricos.
- Asegurar la continuidad productiva, evitando fallas críticas por falta de piezas.
- Incrementar la competitividad mediante una mejor administración de recursos.

2.8.- Organización de almacén

A definición de (Maurer, 2025), la organización del almacén es la forma en que se configura el almacén para gestionar un negocio más rentable. También consiste en distribuir el equipo y los procesos de trabajo para aumentar la eficiencia operativa.

Una configuración eficaz del almacén hace mucho más que crear espacio de almacenamiento. Se trata de diseñar un flujo de trabajo en el que los materiales entran, se procesan o se recogen para los pedidos de los clientes y luego se envían como productos terminados, todo ello sin crear atascos ni movimientos innecesarios.

El almacén necesita algunos componentes básicos que funcionen en armonía para que las operaciones de cumplimiento de pedidos se desarrollen sin problemas.

- Distribución física y utilización del espacio.
- Sistemas de gestión de inventario y protocolos.
- Puestos de trabajo claramente definidos.
- Documentación y procedimientos de seguimiento.

2.8.1.- Ventajas de almacenes organizados

En opinión de (Maurer, 2025), hay al menos cinco beneficios tangibles para sus operaciones comerciales cuando se toma el tiempo para crear un plan de almacén optimizado. Es posible que se descubran aún más dependiendo de cada contexto en el que se aplique, pero como mínimo, un almacén bien organizado le proporcionará lo siguiente:

1. Mayor eficiencia operativa. Una distribución estructurada del almacén reduce los tiempos de preparación de los pedidos y cumplimiento de estos, agiliza los procesos de recepción y almacenamiento, y ayuda a maximizar la productividad laboral y la utilización de los recursos en todos los ámbitos.
2. Menores costos operativos. Con una mejor organización, puede reducir los costos de mantenimiento de inventario, reducir los gastos de mano de obra mediante flujos de trabajo más eficientes y minimizar los daños y pérdidas de productos gracias a mejores prácticas de manipulación y almacenamiento.
3. Mayor satisfacción del cliente. Cuando su almacén funciona como un reloj, los pedidos se procesan y envían más rápidamente, la precisión mejora y los tiempos de entrega son más uniformes, lo que se traduce en clientes más satisfechos y fieles.
4. Mayor seguridad y cumplimiento normativo. Un almacén limpio y bien organizado reduce el riesgo de accidentes y lesiones en el lugar de trabajo, facilita el cumplimiento de los requisitos normativos y mejora la capacidad de su equipo para responder de forma eficaz en situaciones de emergencia.
5. Mayor escalabilidad y potencial de crecimiento. Una buena organización sienta las bases para la expansión, permite sistemas más flexibles que pueden manejar mayores volúmenes y permite una planificación y previsión de la capacidad más precisas.

2.8.2.- Consecuencias de un almacenaje ineficiente

Una planificación deficiente o inadecuada del almacén es absolutamente perjudicial para sus operaciones de fabricación o distribución. A continuación (Maurer, 2025) enumera algunos de los efectos negativos derivados de unas prácticas de almacenamiento desorganizadas.

1. Consecuencias financieras. Una mala organización conlleva un aumento de los costos operativos, un exceso de residuos y la pérdida de ventas debido a la falta de existencias o a los retrasos en los envíos. También puede aumentar el precio de las primas de seguro y exponer a la empresa a costosas reclamaciones por responsabilidad civil.
2. Interrupciones operativas. Las discrepancias en el inventario, los cuellos de botella en el cumplimiento y los frecuentes problemas con los equipos pueden ralentizar sus procesos o incluso paralizar las operaciones, lo que afecta al rendimiento y la productividad generales.
3. Daño a la relación con los clientes. Los pedidos inexactos y las entregas tardías frustran a los clientes y, inevitablemente, dañan la marca. Con el tiempo, esto provocará una disminución de la confianza, la pérdida de clientes habituales y un debilitamiento de la reputación en el mercado.
4. Preocupaciones por la seguridad de los empleados. Los espacios desordenados y mal gestionados aumentan el riesgo de lesiones en el lugar de trabajo. Esto afecta a la moral y la productividad de los empleados, pero también puede dar lugar a incumplimientos normativos y sanciones reglamentarias.

2.8.3.- Conceptos básicos sobre la configuración y el diseño de almacenes

A palabras de (Maurer, 2025), la configuración de un almacén práctico exige prestar mucha atención a la distribución de las áreas individuales básicas necesarias para su funcionamiento. La ubicación y el número de algunas de estas estaciones dependerán del tamaño y la configuración del espacio del almacén. Pero estas seis áreas son imprescindibles.

1. Muelle de carga: esta zona, situada para el acceso de camiones y furgonetas de reparto, tendrá una doble función, una zona para enviar los pedidos y otra para recibir los envíos entrantes. Lo ideal es disponer de dos puertas, una para cada finalidad. Muchos almacenes grandes tienen tres o más puertas de muelle.
2. Área de recepción: también conocida como zona de recepción, esta estación de trabajo se utiliza para comprobar que las mercancías entrantes no presenten daños y estén completas. A menudo, se utiliza un escritorio con una estación de trabajo digital, que conecta el área de recepción con su solución de gestión de inventario.
3. Área de almacenamiento: esta zona, que ocupa la mayor parte del almacén, tiene una doble función. Almacena piezas y componentes para la producción, y también es un área designada para el almacenamiento de productos en proceso (WIP, por sus siglas

en inglés). Además, otra sección se utiliza para almacenar productos terminados, listos para su envío.

4. Preparación de pedidos: se trata tanto de un proceso como de un área. Los artículos para el cumplimiento de los pedidos se sacan del almacén y se colocan en un área de preparación de pedidos, donde se pueden clasificar para su distribución adecuada. Asegúrese de mantener esta área separada de las áreas de envío y recepción y del área donde se recogen los artículos para la producción.
5. Embalaje y envío: aquí es donde se preparan los artículos para su envío a los clientes y minoristas o distribuidores. Los productos se embalan, etiquetan y registran antes de colocarlos en el camión o furgoneta de reparto. Dado que es posible que se preparen varios pedidos para su envío simultáneamente, asegúrese de proporcionar suficiente espacio para este proceso.
6. Áreas de servicio: aunque no están directamente relacionadas con la manipulación de mercancías, estas áreas son importantes para el personal involucrado. Pueden incluir algunas o todas las siguientes áreas: espacios de oficina, salas de descanso, lavabos, cocinas y otras áreas para atender las necesidades de los empleados. Muchos almacenes también cuentan con un área separada para el mantenimiento de montacargas, transpaletas y otros equipos de almacén.

2.8.4.- Prácticas recomendadas en la organización de almacenes

El diseño del almacén no solo busca eficiencia operativa, sino también seguridad y ergonomía. En palabras de (Maurer, 2025) nos explica que hay 10 prácticas que se pueden llevar a cabo para gestionar de manera aún más efectiva nuestros almacenes:

1. Marque las áreas. La cinta adhesiva para el suelo, los carteles y la pintura ayudan a todos a saber dónde van las cosas. Utilice cinta adhesiva de diferentes colores para separar el tráfico peatonal de las carretillas elevadoras, marcar las zonas peligrosas o indicar qué zonas de almacenamiento se utilizan para productos específicos.
2. Cree un sistema de códigos para sus SKU. Desarrolle un sistema de numeración lógico para cada producto que maneje. Sus códigos SKU deben tener sentido para su equipo y ser coherentes, independientemente de si los artículos provienen de diferentes proveedores o se venden a través de diferentes canales.
3. Etiquete todo. Pegue etiquetas en su inventario, pero no se detenga ahí. Coloque etiquetas en los pasillos, estantes, contenedores, estaciones de carga e incluso en el equipo de almacenamiento de su almacén. Los trabajadores pierden menos tiempo buscando cuando pueden ver exactamente qué pertenece a cada lugar gracias a un sistema de etiquetado claro.
4. Documente cada movimiento. Realice un seguimiento de lo que ocurre con su inventario: llegadas, traslados a producción, envíos. Este crea un registro de control de inventario para la contabilidad, evita robos y le ayuda a rastrear los problemas hasta su origen.
5. Utilice códigos de barras. Los escáneres de códigos de barras eliminan las conjeturas y automatizan las actualizaciones del inventario. En lugar de anotar todo a mano,

los trabajadores escanean los artículos y sus niveles de existencias se mantienen actualizados automáticamente.

6. Realice un seguimiento de las fechas de caducidad. Si maneja cualquier producto con una vida útil definida, márkelo claramente y utilice primero las existencias más antiguas, siguiendo el protocolo FEFO (primero en caducar, primero en salir). Nadie quiere descubrir que tiene existencias caducadas en sus estanterías cuando ya es demasiado tarde.
7. Utilice el análisis ABC para acelerar la preparación. Coloque los artículos más vendidos más cerca del lugar donde se preparan y se envían. El inventario de menor rotación puede estar más lejos, ya que los trabajadores no necesitan acceder a él con tanta frecuencia.
8. Realice inspecciones de calidad al recibir las mercancías. Compruebe lo que llega antes de colocarlo en las estanterías de palés. Detectar artículos defectuosos o incorrectos en el muelle evita problemas mayores más adelante en el proceso.
9. Realice un mantenimiento regular. Mantenga limpio el espacio de trabajo de su almacén y asegúrese de eliminar cualquier derrame. Una iluminación adecuada reduce los errores humanos en la preparación de los pedidos. Los equipos, tanto manuales como de otro tipo, deben mantenerse en buen estado de funcionamiento.
10. Revise y mejore. Compruebe regularmente si hay cuellos de botella y problemas. Es posible que la configuración del año pasado ya no funcione tan bien ahora que su negocio ha cambiado. Es posible que necesite encontrar nuevas soluciones de almacenamiento.

2.9.- Mantenimiento industrial

El mantenimiento industrial, a palabras de (Tomás, 2023) es una serie de procesos y actividades que permiten el correcto funcionamiento de equipos, instalaciones y maquinaria de distintos sectores industriales. Estos procesos incluyen la reparación, revisión y monitoreo del desempeño de los elementos que intervienen en las tareas de un sistema productivo.

El mantenimiento desempeña un papel vital en la industria, ya que tiene un impacto directo en la productividad, la eficiencia y la rentabilidad de las operaciones.

2.9.1.- Beneficios del mantenimiento

Algunas de las razones por las que el mantenimiento industrial es importante en base a la perspectiva de (Tomás, 2023), son las siguientes:

1. Maximización de la disponibilidad y confiabilidad de los equipos

El mantenimiento adecuado garantiza que los equipos estén disponibles cuando se necesiten y funcionen de manera confiable. Esto reduce los tiempos de inactividad no planificados y aumenta la productividad de la planta.

2. Seguridad del personal

El mantenimiento regular y adecuado de los equipos contribuye a garantizar un entorno de trabajo seguro para los empleados. Los equipos en buen estado disminuyen los riesgos de accidentes y lesiones laborales.

3. Optimización de costes

El mantenimiento planificado y adecuado ayuda a prevenir fallos catastróficos y costosas reparaciones de emergencia. Al detectar y corregir problemas de manera oportuna, se evitan costosos tiempos de inactividad y se optimiza el uso de recursos.

4. Cumplimiento normativo

En muchos sectores industriales, existen regulaciones y estándares específicos que exigen un mantenimiento adecuado de los equipos para garantizar la seguridad y el cumplimiento legal. El mantenimiento contribuye a cumplir con estas normativas y evitar sanciones.

5. Prolongación de la vida útil de los equipos

El mantenimiento preventivo y predictivo permite detectar y corregir problemas antes de que se conviertan en fallos importantes. Esto ayuda a prolongar la vida útil de los equipos y maximizar el retorno de la inversión.

2.9.2.- Tipos de mantenimientos

El mantenimiento industrial puede clasificarse en diferentes tipos, (Tomás, 2023) nos explica a continuación cuales son los principales tipos de mantenimiento utilizados en la industria:

1. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo se basa en la realización de actividades planificadas y sistemáticas para evitar fallos y mantener los equipos en condiciones óptimas. Este enfoque implica inspecciones periódicas, lubricación, ajustes, limpieza y reemplazo programado de piezas desgastadas. El objetivo principal del mantenimiento preventivo es prevenir problemas antes de que ocurran, reduciendo los riesgos de tiempos de inactividad no planificados y costosas reparaciones.

2. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo se lleva a cabo después de que ocurre una avería o fallo en un equipo. En este enfoque, se realiza la reparación necesaria para restaurar el funcionamiento normal de los equipos y reanudar la producción. Si bien el mantenimiento correctivo puede ser inevitable en algunos casos, su objetivo es minimizar el tiempo de inactividad y las interrupciones no planificadas a través de una respuesta rápida y eficiente a los fallos.

3. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo se basa en la monitorización continua de los equipos y la recopilación de datos en tiempo real para predecir la necesidad de mantenimiento. Se utilizan tecnologías y herramientas avanzadas, como el análisis de vibraciones, la termografía y el análisis de aceite, para detectar signos tempranos de problemas y degradación en los equipos. Al predecir el momento óptimo para el mantenimiento, se pueden programar las intervenciones en los momentos más convenientes, evitando tiempos de inactividad innecesarios y costosos.

4. Mantenimiento proactivo

El mantenimiento proactivo se centra en identificar y eliminar las causas raíz de los problemas y fallos recurrentes en los equipos. Se lleva a cabo un análisis detallado de los sistemas y procesos para identificar las debilidades y se implementan acciones correctivas para mejorar la fiabilidad y el rendimiento de los equipos. Este enfoque busca evitar que los problemas se repitan y optimizar continuamente los procesos de mantenimiento y las estrategias de operación.

2.9.3.- Estrategias empleadas en el mantenimiento

En el campo del mantenimiento industrial, existen varias estrategias y enfoques utilizados para optimizar el rendimiento y la eficiencia de los equipos, dichas estrategias se centran en diversos aspectos, desde la confiabilidad hasta la planificación y programación de mantenimientos. En base a (Tomás, 2023), estas son algunas de las estrategias más utilizadas en el mantenimiento industrial:

1. Mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM)

El mantenimiento basado en la confiabilidad es una estrategia que se centra en identificar las funciones críticas de los equipos y determinar las acciones de mantenimiento necesarias para garantizar su confiabilidad. Se lleva a cabo un análisis detallado de los modos de fallo potenciales y se selecciona el enfoque de mantenimiento más adecuado para cada caso. El objetivo principal del RCM es maximizar la confiabilidad de los equipos al tiempo que se optimizan los costos de mantenimiento.

2. Mantenimiento productivo total (TPM)

El mantenimiento productivo total es una estrategia integral que busca la participación de todos los miembros de una organización en el mantenimiento de los equipos. Se enfoca en el mantenimiento autónomo, donde los operadores asumen la responsabilidad de tareas de mantenimiento básicas, como limpieza, lubricación y ajustes menores. El TPM también incluye el mantenimiento planificado, la mejora continua y la formación y desarrollo del personal. El objetivo del TPM es lograr una mayor eficiencia, reducir los tiempos de inactividad y fomentar una cultura de mantenimiento en toda la organización.

3. Mantenimiento centrado en la fiabilidad

El mantenimiento centrado en la fiabilidad es una estrategia similar al RCM, pero se enfoca en el análisis detallado de los sistemas y componentes críticos para determinar las tareas de mantenimiento necesarias. Se considera tanto el impacto del fallo como la gravedad de las consecuencias para seleccionar las acciones de mantenimiento más apropiadas. El RCM se centra en la gestión proactiva de los fallos potenciales y busca garantizar la confiabilidad y la disponibilidad de los equipos.

4. Mantenimiento planificado y programado

El mantenimiento planificado y programado implica la realización de tareas de mantenimiento según un cronograma predefinido. Se basa en la recopilación de datos históricos, la estimación de los intervalos de mantenimiento y la planificación de las intervenciones. El mantenimiento planificado y programado permite optimizar el uso de los recursos y reducir los tiempos de inactividad no planificados al realizar tareas de mantenimiento de manera proactiva y eficiente.

La elección de la estrategia adecuada dependerá de factores como la naturaleza de los equipos, la criticidad de los activos, los recursos disponibles y los objetivos de la organización.

Capítulo 3:

Desarrollo

3.1.- Gestión eficiente de almacenamiento de refacciones

Al comienzo de las residencias se me pidió hacer el conteo de la cantidad de refacciones disponibles en el locker de almacenaje, mientras me encontraba realizando la actividad me pude percatar de varios factores negativos, los cuales serían;

1. Algunas bolsas se encontraban afuera de su contenedor designado
2. Varias refacciones (en especial las pequeñas) estaban guardadas en bolsas muy grandes, ocasionando la falta de espacio en algunos contenedores debido a la (ocasional) cantidad de bolsas que más hacían de estorbo que de ayuda
3. Algunas bolsas presentaban daños, fisuras y/o hoyos, lo cual ocasionó que algunas refacciones (sobre todo las pequeñas) llegasen a mezclarse/confundirse
4. Había una mala distribución de refacciones por contenedor (En algunos había pocas refacciones mientras que en otras había una cantidad excesiva de refacciones)



Ilustración 14 Estado del locker de refacciones antes de aplicar los cambios

En la imagen se puede apreciar el estado en el que se encontraba el locker antes del inicio del proyecto, evidentemente con bolsas muy desorganizadas y algunas hasta amontonadas.

Debido a los puntos anteriormente expuestos decidí implementar una serie de mejoras para la mejora de la gestión, almacenaje y disposición de las piezas de refacción a partir de ciertos criterios propios los cuales variaron desde; disposición de piezas de acuerdo a su tipo y número en el sistema SAP, cantidad de bolsas que podría colocarse en un contenedor, reasignación de su ubicación en el sistema SAP, cambio de bolsa si esta presentaba daños o era demasiado grande para el tipo de pieza que contenía, etc.

En resumen, se podría decir que los objetivos que se contemplan cumplir son los siguientes:

1. Realizar un diagnóstico inicial del estado físico y organizativo del almacenamiento de refacciones, identificando deficiencias y áreas de mejora.
2. Reubicar las refacciones en contenedores adecuados según su tipo, tamaño y cantidad, a fin de mejorar el aprovechamiento del espacio disponible.
3. Establecer un criterio de organización basado en el tipo de pieza y su codificación en el sistema SAP, para facilitar su identificación y rastreo.
4. Sustituir las bolsas o empaques dañados o sobredimensionados, con el fin de preservar la integridad de las piezas y evitar mezclas o pérdidas.
5. Actualizar la información en el sistema SAP para reflejar la nueva disposición física de las refacciones y mantener una trazabilidad efectiva.
6. Reducir el desorden y prevenir errores en la identificación y uso de refacciones mediante una distribución más equilibrada por contenedor.

Así pues, se busca garantizar una fluida continuidad operativa en lo que a refacciones se refiere, optimizando el uso del espacio disponible y reduciendo el tiempo de búsqueda para buscar una pieza en específico.

Lo primero que se hizo fue empezar a juntar las refacciones de tamaño pequeño de acuerdo con su tipo (ya que serían estas las que ocuparían el espacio superior del locker)



Ilustración 15 Revisión y recolocación de refacciones de acuerdo con su tipo

En la imagen se aprecia un poco del modo de operación que se tomó para acomodar las refacciones; se retiraban algunos pares de cajas del locker para revisar qué tipo de refacciones contenían.

Esta etapa presentó varios desafíos, ya que se encontraron numerosas piezas almacenadas en bolsas en mal estado, lo que complicaba su identificación y manipulación. Además, se detectaron situaciones en las que los contenedores o espacios de almacenamiento no estaban debidamente rotulados, lo cual generaba confusión al momento de realizar el inventario o al buscar una pieza. En algunos casos, se identificó la existencia de dos o tres bolsas con el



Ilustración 16 Ejemplo de refacción con bolsa sobredimensionada

mismo tipo de refacción distribuidas en diferentes ubicaciones, lo que dificultaba el control y la trazabilidad del material.

Para solucionar este problema, se procedió a reunir todas las refacciones del mismo tipo (por ejemplo, resorte) en un solo lugar. Una vez centralizadas las refacciones de un mismo tipo, se realizó una revisión física detallada de las bolsas o contenedores donde estaban almacenadas, evaluando su estado y características. En caso de que las bolsas presentaran daños visibles, estuvieran sucias, fueran poco prácticas o estuvieran sobredimensionadas en relación con el contenido, se decidió reemplazarlas por otras más adecuadas. Este proceso permitió mejorar la organización del inventario, facilitar su manejo y garantizar una mejor conservación de las refacciones almacenadas.



Ilustración 17 Refacción proveniente de bolsa sobredimensionada reubicada en una bolsa más acorde a su tipo y cantidad

Una vez realizada la revisión del estado físico de las bolsas se previsualizaba el espacio hipotético que podría llegar a ocupar (esto dependía fuertemente de la cantidad de refacciones de cada tipo que se reunió), una vez ubicado el espacio que se iba a ocupar se les colocaba etiquetas a las bolsas en donde iban registrado el número de pieza y su ubicación, con la finalidad de que en el eventual caso de que llegasen a encontrarse en otro contenedor que no les corresponda puedan ser rápidamente reubicadas.



Ilustración 18 Ejemplo de bolsa con las etiquetas de ubicación y número de refacción

A continuación, se muestra un ejemplo de una bolsa con las características antes mencionadas, se puede observar que en la parte superior se encuentra su número de pieza (E00002359) y la ubicación de contenedor donde iba a ser reubicado (en este caso se reubicaría en la fila T01R01C02 columna B), anteriormente las refacciones no contaban con ubicación de columna, solamente contaban con ubicación de fila (es decir antes solamente estaban dadas de alta como T01R01C02, sin letras al final), la implementación de las letras al final de la terminación anterior se hizo con la finalidad de poder ubicar de forma más rápida cada refacción y no tener que buscar en cada contenedor de cada fila uno por uno.



Ilustración 19 Almacén de pines y cajas medianas

Aunado a la reubicación de varias refacciones se habilitó un carrito adicional que fungiría como almacenaje de pines y cajas de tamaño mediano, lo cual dio aún más espacio en el locker adicional.

Anteriormente muchos de los pines estaban guardados en bolsitas mientras que otros tantos estaban almacenados en cajas de acrílico, al ir reacomodando los pines también se planteó el objetivo de estandarizar el modo de guardado de dichos pines, es decir, se eliminaría de forma gradual el almacenaje en bolsas en favor de las cajas de acrílico.

Así pues, se fueron reuniendo todos los pines del locker principal para posteriormente ser trasladados al carrito, no sin antes pasar por el proceso anteriormente descrito.

Al realizar esta actividad pude apreciar que varios de los pines no están dados de alta en el sistema SAP, por lo que se trabajará en darlos de alta y posteriormente ver en qué máquinas se ocupan para tener el registro completo.



Ilustración 20 Cajas de tamaño mediano almacenadas en el carrito



Ilustración 21 Pines recolocados en cajas de acrílicos y reubicados en el carrito

Material	E00001918			
Denomin.	sensor inductivo			
Centro	0040	ODW-ELEKTRIK México		
Almacén	3000	Refacciones		
Datos generales				
Unidad medida base	UN	Unidad	Unidad med.salida	
Ubicación	T01R02C05E		Área de picking	
Cond. temperatura		Cond.almacenaje	EA	

Ilustración 22 Reubicación de refacción en sistema SAP

(Tomás, 2023)

Inicio

Archivo Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Automatizar Ayuda OFFICELINK

Cortar Copiar Copiar formato Portapapeles Fuente Alineación Número Formato condicional Estilos Dar formato como tabla Estilos de celda Insertar Eliminar Formato Celdas Autosuma Rellenar Borrar

K31 Calibri 11 A^A General \$ % 000 100 00

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Crimpadoras	T01R01C02				NAVAJAS					Yunques				
2	Columna1	Columna2	Columna3			Columna1	Columna2	Columna3			Columna1	Columna2	Columna3		
3	E00001380	X	ALTA			E00001930	X	ALTA			E00002143	X	ALTA		
4	E00001999	X	ALTA			E00002052	X	ALTA			E00002381	X	ALTA		
5	E00002141	X	ALTA			E00002053	X	ALTA			E00003848	X	ALTA		
6	E00002247	X	ALTA			E00002157	X	ALTA			E00003851	X	ALTA		
7	E00002352	X	ALTA			E00004087	X	ALTA		F	E00003954	X	ALTA		
8	E00002354	X	ALTA			E00006036	X	ALTA	T01R01C02F		E00004865	X	ALTA		
9	E00002356	X	ALTA			E00006246	X	ALTA			E00005037	X	ALTA		
10	E00002357	X	ALTA	A		E00006247	X	ALTA			E00008075	X	ALTA	I	
11	E00002359	X	ALTA			E00007444	X	ALTA			Columna1	Columna2	Columna3		
12	E00002373	X	ALTA			E00007445	X	ALTA			E00008187	X	ALTA		
13	E00002379	X	ALTA			E00007587	X	ALTA			E00009522	X	ALTA		
14	E00002380	X	ALTA			E00009345	X	ALTA			E00009898	X	ALTA		
15	E00003779	X	ALTA			E00010037	X	ALTA			E00010143	X	ALTA		
16	E00003845	X	ALTA			E00010038	X	ALTA			E00010975	X	ALTA		
17	E00003847	X	ALTA	B		E00011192	X	ALTA			E00011278	X	ALTA		
18	E00003849	X	ALTA			E00011194	X	ALTA			E20010519	X	ALTA		
19	E00003850	X	ALTA			E00011397	X	ALTA			E20010274	X	ALTA	J	
20	E00003953	X	ALTA			E31060058	X	ALTA	G						
21	E00004864	X	ALTA			E31060059	X	ALTA	T01R01C02G						
22	E00004866	X	ALTA			E31060060	X	ALTA							
23	E00005035	X	ALTA			E31060097	X	ALTA							
24	E00005036	X	ALTA												
25	E00006293	X	ALTA	C		Columna1	Columna2	Columna3							
26	E00007790	X	ALTA			E00003840	X	ALTA							
27	E00008185	X	ALTA			E00003841	X	ALTA							
28	E00008346	X	ALTA			E00011031	X	ALTA							
29	E00008422	X	ALTA			E31060100	X	ALTA							
30	E00008474	X	ALTA			E31060102	X	ALTA							
31	E00009520	X	ALTA			E36010015	X	ALTA	H						

Ilustración 23 Documento de Excel con el número de refacción, su ubicación y su estado

3.2.- Mantenimiento y organización de documentación de maquinaria

Durante el periodo de prácticas profesionales, se llevaron a cabo múltiples actividades en el área de mantenimiento, orientadas a la mejora de la gestión documental y al fortalecimiento de los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria en planta. Estas actividades incluyeron tanto acciones de campo como labores administrativas y de sistematización de la información.



Ilustración 24 Ejemplo de maquinaria presente en la planta

El primer paso fue realizar un recorrido físico por todas las áreas de producción con el objetivo de identificar y registrar el total de maquinaria operativa, así como detectar aquellos equipos que, aunque se encontraban en planta, no estaban activos o no contaban con un registro visible en los sistemas internos de la empresa. Durante este recorrido se levantó un inventario preliminar que incluía el nombre de cada equipo, su ubicación, el número de serie visible, la marca y modelo, y el estado general del equipo (operativo, detenido por falla, fuera de servicio, en reserva, etc.).



Ilustración 25 Etiqueta de maquinaria en mal estado

En este proceso se identificó que una parte escasa de la maquinaria no contaba con etiquetas visibles de identificación, o bien las placas de características técnicas estaban deterioradas o ilegibles. En respuesta a esta problemática, se decidió implementar una sencilla solución. Primero, se destacaron la maquinaria que no tenía etiqueta o presentaba la misma en mal estado y se volvió a colocar una nueva caratula con su número de máquina.

Una vez obtenida esta información preliminar, se comenzó la elaboración de un inventario maestro de maquinaria en formato Excel. Este documento contenía columnas detalladas para: código de máquina, nombre del equipo, ubicación exacta (incluyendo línea de producción o estación), número de serie, marca, modelo, estado operativo, si contaba con plan de mantenimiento, y observaciones técnicas relevantes. Este inventario fue posteriormente depurado y se utilizó como base para iniciar la depuración de datos en el sistema SAP.

Lista de maquinaria BOSH 6400 BOSH								
Código del producto	Proveedor	Proyecto No.	Nombre del producto	Descripción	Imagen del producto	Imagen del producto2	Plan MTO	Información técnica
W0301781	TE	5-2151491-2-S	Crimpwerkzeug 30-170-C				☒	
W0301783	MOLEX	6380844-00	Crimpwerkzeug 30-170-C				☒	
W0301854		560124-0131	CRIMP TOOL 30-170-014				☒	
W0301991	Scheffer	2120-20	Scheffer Crimp tool Bosch	21.2020 560124-0131 24.01.2023			☒	
W0304011	TE	2151491-2-V 1348850	Aplicador TE 0.5 Bosch	2151491-2-V 1348850			☒	642

Ilustración 26 Ejemplo de lista de maquinaria con hoja de datos

físico levantado y la base de datos SAP.

Paralelamente a la actualización de la base de datos, se emprendió la tarea de recopilar toda la documentación técnica disponible de cada equipo. Esta documentación incluía manuales de operación, diagramas eléctricos, planos mecánicos, fichas técnicas, hojas de mantenimiento, y registros históricos de intervenciones. En muchos casos, esta documentación se encontraba dispersa en carpetas físicas en mal estado o en computadoras personales sin respaldo en la nube o servidor centralizado.

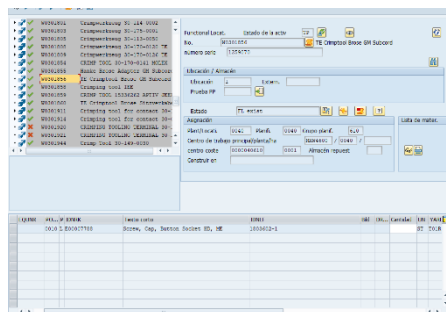


Ilustración 27 Maquina con datos de refacciones incompleta

"EQUIPO_XXXXX_DIAGRAMA_ELECTRICO.jpg", etc. Esta sistematización permitirá construir una biblioteca técnica digital que puede ser consultada por cualquier técnico de mantenimiento desde su estación de trabajo, lo cual facilita las intervenciones y reduce el tiempo de búsqueda de información.

También se integraron registros fotográficos en el proceso. Se tomaron fotografías generales y de detalle de cada equipo, destacando las áreas de acceso a componentes clave, cajas de control, actuadores, sistemas hidráulicos o neumáticos, válvulas, y cualquier otra parte relevante para el mantenimiento. Estas imágenes fueron almacenadas junto con la documentación digital de cada máquina, para facilitar su consulta por personal técnico nuevo o en formación.

Durante este proceso, se detectaron múltiples inconsistencias en la base de datos del sistema SAP. Por ejemplo, se encontraron equipos registrados con datos obsoletos, ubicaciones incorrectas, o duplicados con nombres distintos. También se encontraron registros de maquinaria que ya había sido retirada de servicio. Para corregir estas inconsistencias, se realizó una comparación entre el inventario

Para enfrentar esta situación, se procedió a reunir todos los documentos disponibles, los cuales fueron escaneados, organizados por carpeta digital según el código del equipo, y almacenados en una ubicación común en el servidor interno del área de mantenimiento. Se pretende establecer una nomenclatura uniforme para facilitar el acceso a los archivos, por ejemplo: "EQUIPO_XXXXX_MANUAL_OPERACION.pdf",

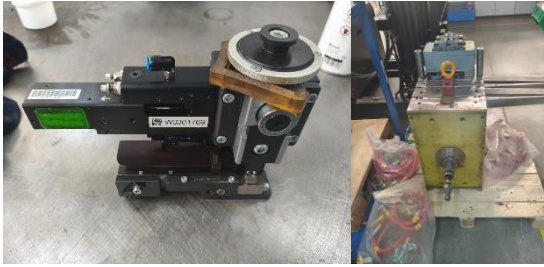


Ilustración 28 Toma de fotografía a maquinaria para su integración a lista de maquinaria

Finalmente, como parte de la estrategia de trazabilidad, se elaboró una matriz de seguimiento de refacciones por máquina. Esta matriz vinculaba los equipos con las piezas de repuesto que utilizan habitualmente, indicando su código en SAP, nombre de la refacción, cantidad mínima en stock, proveedor habitual, y ubicación física en el almacén. Esta matriz facilitó el cruce de información con las existencias reales de refacciones y permitió

detectar cuáles piezas no estaban registradas en SAP, lo cual derivó en un proceso de alta y codificación de dichas piezas en el sistema.

3.3.- Creación de listas de refacciones y maquinaria para manejo dinámico

Durante la etapa más reciente del proyecto de mejora en el almacenamiento de refacciones y en la gestión de la ubicación precisa de la maquinaria, se ejecutó y consolidó un sistema digital integral basado en Excel, diseñado para integrarse de forma estructurada con SAP. Esta implementación no solo tuvo como objetivo central organizar y sistematizar la información, sino también garantizar que cada refacción y cada máquina cuenten con datos claros, precisos y accesibles para su consulta y administración. Las actividades realizadas abarcaron la creación de una base de datos maestra de refacciones, la estandarización detallada de la nomenclatura de ubicaciones, el Re etiquetado físico de piezas, la normalización de empaques, la implementación de validaciones y controles visuales, la gestión diferenciada de componentes no dados de alta en SAP, la reorganización específica de pines y conectores. En paralelo, se desarrolló una lista exhaustiva de maquinaria con datos como nombre de la máquina, área de ubicación técnica, centro de costo, distribuidor, número de pieza de fabricante y centro de coste, con el fin de lograr un control total del parque de equipos presentes en la planta.

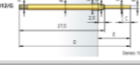
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	CLAVE DEL PRODUCTO	NÚMERO EN SAP (SI ES APLICABLE)	Compañía	IMAGEN ALTERNATIVA
PS73205B180G090	1013602	E00000263	Feimetall GmbH	
H 1021-GR-L	610213015	E00000353	PTR HARTMANN GmbH	
3023/2GS-F-2.0N-AU-1.0	630231073002	E00000474	PTR HARTMANN GmbH	
1021-G-D-3.0N-AU-0.8	610212911040	E00000554	PTR HARTMANN GmbH	
1021-GV-Y14-3.0N-AU-2.0x8.0		E00000692	PTR HARTMANN GmbH	

Ilustración 29 Creación de lista de pines

La elaboración del documento maestro de refacciones tuvo como propósito central concentrar toda la información clave en un único archivo, con estructura y formato directamente amigable con el personal del área de mantenimiento. Este documento permite acceder de forma inmediata a datos como número de parte, descripción, cantidad disponible, ubicación física exacta, condición del empaque y tipo de contenedor. Su función principal es servir como herramienta de trazabilidad para el área de mantenimiento (quienes son directos responsables de las refacciones de la maquinaria de la planta), reduciendo drásticamente el tiempo de búsqueda de piezas, minimizando errores y asegurando que la información registrada sea uniforme en todo momento.

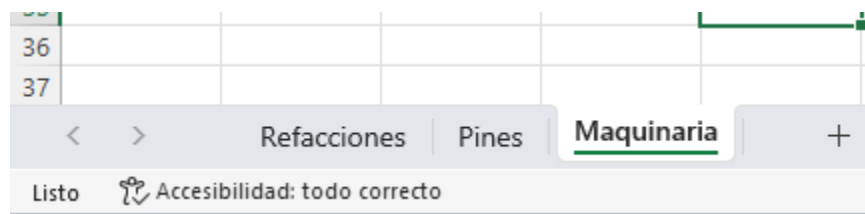


Ilustración 30 Comienzo de la creación del documento maestro

La estandarización de la nomenclatura de ubicación fue un paso clave para eliminar confusiones y mejorar la precisión en la localización física de las piezas. Antes de la mejora, muchas refacciones se encontraban asignadas a una fila en general adentro del locker de refacciones, lo que en ocasiones obligaba al personal a revisar varios compartimentos para encontrar un solo componente. Con la nueva codificación granular —por ejemplo, T01R01C02A o T01R01C02B— se definió con exactitud el espacio físico específico dentro del almacenamiento principal, fila y columna, lo que facilita las labores de localización, reposición y control. Esta práctica, además, reduce la posibilidad de que dos refacciones compartan un espacio que no corresponde, evitando pérdidas y reduciendo la incidencia de refacciones colocadas en compartimientos erróneos.



Ilustración 31 Ejemplo de refacciones en su contenedor correspondiente, con sus etiquetas y señaladores visuales

El Re etiquetado físico de cada refacción con su número de parte y código de ubicación actualizado cumple una doble función: por un lado, permite identificar inmediatamente la pieza en el espacio físico; por otro, asegura que el dato coincida al 100% con lo registrado en la base digital. Esta correspondencia es fundamental para prevenir errores durante auditorías, inventarios cíclicos o cargas de información a SAP. En este mismo proceso se sustituyeron bolsas dañadas o sobredimensionadas por empaques más adecuados, buscando estandarizar la presentación, optimizar el uso del espacio y garantizar la correcta conservación del material, lo que prolonga su vida útil y reduce costos por deterioro.

La configuración de filtros inteligentes, validaciones de datos y formatos condicionales en la hoja de cálculo no solo incrementa la calidad de la información, sino que actúa como un sistema de detección temprana de errores. Estas herramientas sirven para identificar celdas vacías en campos críticos, ubicaciones duplicadas, números de parte repetidos sin justificación, etc. Además, los formatos condicionales aportan una ventaja visual inmediata, ya que el personal puede reconocer inconsistencias con un simple vistazo, acelerando los procesos de revisión y corrección.

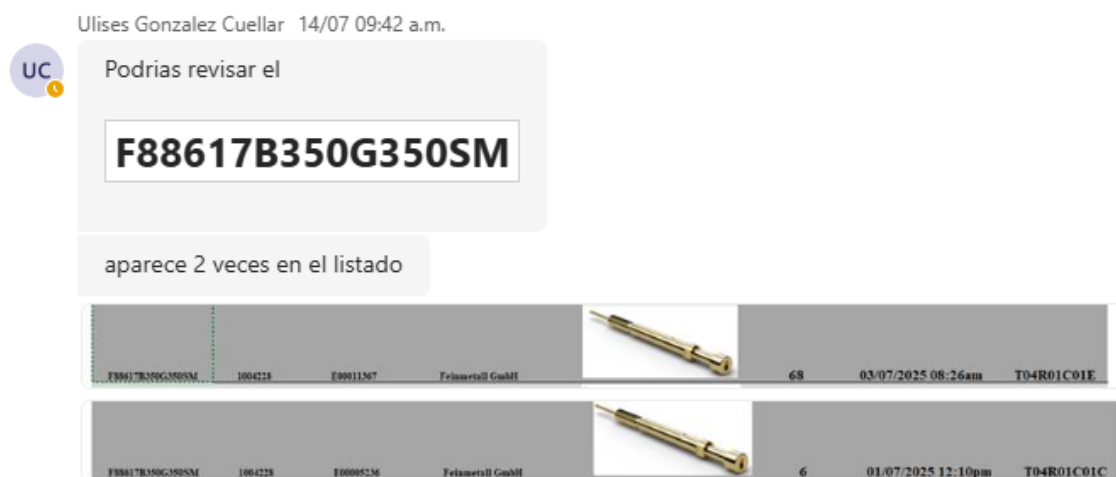


Ilustración 32 Ejemplo de cómo los filtros ayudan a detectar refacciones repetidas en sistema

La creación de un módulo especial para componentes y maquinaria que aún no están dados de alta en SAP facilita el proceso de alta formal en el sistema. Este módulo permite registrar temporalmente datos como identificador provisional, categoría sugerida, descripción técnica y posibles aplicaciones, evitando que las piezas o equipos queden sin control en el inventario mientras se completa su integración a SAP. Esta medida es clave para mantener la trazabilidad incluso de los elementos en proceso de registro.

El trabajo específico con pines y conectores respondió a una necesidad detectada durante el diagnóstico inicial: su almacenamiento en bolsas dificultaba la identificación visual y aumentaba el riesgo de mezclas y pérdidas. La solución fue clasificarlos por tipo, reubicarlos en el carrito auxiliar y almacenarlos en cajas de acrílico, lo que no solo mejora la organización y conservación, sino que también facilita su conteo y reposición. Además, se creó una base de datos específica para ellos, marcando para alta en SAP aquellos que aún no estaban registrados y vinculándolos a sus posibles aplicaciones en maquinaria existente.

F8751B100G135	1001719	Feinmetall GmbH		19	04/07/2025 1:16pm	T04R01C02D
F8751B100G300	1003086	Feinmetall GmbH		20	04/07/2025 12:13pm	T04R01C02C
F87617B150G150526	10016183	Feinmetall GmbH		20	04/07/2025 11:21am	T04R01C02C
F88506B250G2005M	1003639	Feinmetall GmbH		60	04/07/2025 1:15pm	T04R01C02D
F88617K300U3505M	1004212	Feinmetall GmbH		100	04/07/2025 10:55am	T04R01C02B
F88890S1003U100505	1035689	Feinmetall GmbH		38	04/07/2025 1:16pm	T04R01C02D

Ilustración 33 Lista de pines con todos los datos requeridos menos el número de parte asignado en SAP

En paralelo, la elaboración de la lista detallada de maquinaria se convirtió en un componente estratégico del proyecto. Este registro incluye el nombre de la máquina, el proyecto o línea de producción al que pertenece, su área de ubicación técnica, centro de costo, distribuidor, estado operativo, historial de mantenimiento, imágenes para identificación visual y observaciones relevantes. La utilidad de este inventario radica en que permite tener un control preciso del parque de maquinaria, facilita la programación de mantenimientos preventivos y correctivos, mejora la trazabilidad de los equipos durante auditorías y agiliza la localización física en planta, especialmente en situaciones críticas donde el tiempo de respuesta es determinante.

Número en SAP	Ubicación técnica actual	Denominación técnica	Centro de planificación	Fabricante	Número de modelo	Marca fabricante	Núm. serie fabricante	Centro de coste	Centro de coste de mantenimiento	Imagen de maquinaria (Si es aplicable)
W0301004	WERNER WIRTH	Crimpwerkzeug mit Seal Kontakt FORD	40	Haske	Crimpwerkzeug	951 US 12 01 03	951 US 12 01 03	40	40610	
M1102002	WERNER WIRTH	Werner Wirth Vergessanlage	40	Werner Wirth Systems	TM 4500 VS-S	MUß NOCH VERGEBEN WERDEN		40	40670	
V0203005	WERNER WIRTH	Bruising Machine for MetalShield 01	40	BÖWE	BSD 1005/B	66871-188	10549	40	40690	
M0301019	WERNER WIRTH	Crimp System EPS 2001 (Line 2)	40	Schäfer	EPS 2001	N. B.		40	40670	
M0302004	WERNER WIRTH	CRIMPING MACHINE BOSCH	40	Schäfer	EPS 2001.04971	N.B.	200.04971.EPS 2001	40	40640	
P0401004	WERNER WIRTH	EOL 3 Tester HFA SN:W1725	40	ODW	EOL 3 Tester HFA	W1725/16		40	40670	
M0702016	WERNER WIRTH	Bandagiermasch CabaTec (6432014)	40	CabaTec	Bandagiermasch	91004	91004	40	40651	
V0502001	WERNER WIRTH	ERSA (fining)	40	ODW	Zinnbad	001445	001445	40	40651	
V0204010	WERNER WIRTH	PVC Blindelement cuttern	40	ODW	PVC Blindelement	N.B.		40	40670	
Z0401011	WERNER WIRTH	Kühlgerät Deltatherm LT 0.9	40	Deltatherm GmbH	LT 0.9	N.B.	2-27997	40	40670	
M0311019	WERNER WIRTH	Crimpadora Schäfer	40	Schäfer GmbH	Doppelhubpresse	EPS 2001	2001.05092	40	40651	
P0401020	WERNER WIRTH	EOL 2 Tester HFA SN:W1724	40	ODW	EOL 2 Tester HFA	W1724/16		40	40670	
P0401025	WERNER WIRTH	EOL 1 Tester HFA SN:W1711	40	ODW	EOL 1 Tester	W1711/16		40	40670	

Ilustración 34 Lista de maquinaria que excluye información como fabricante, centro de planificación, imágenes, número de SAP, etc.

Una vez concluida la depuración de información, se empezó a construir una versión preliminar del archivo Excel que integra tanto el inventario de refacciones como la lista de maquinaria, con datos actualizados y normalizados. Este documento está previsto para ser usado de manera dinámica, además que también se estableció como posible herramienta de consulta operativa para las áreas de mantenimiento, almacén y auditoría. Con esta implementación se piensan en mejoras significativas: una trazabilidad reforzada, reducción de tiempos de búsqueda, disminución de errores, mejor aprovechamiento del espacio, aumento del orden visual y mayor eficiencia en los procesos de alta y gestión de materiales y equipos.

	A	B	C	D	E	F	G	H
3	Almacén	Material	Nº antiguo material	Texto breve material	Nº mater. proveedor	Ubicación	Proveedor precedente	Nombre Proveedor
992	Carrito	E100010136	2053072.001	Cilindro de impresión 4/200	2053072.001	T04R02C01	632890	GID PRODUKTECHNIK GmbH & Co. KG
993	Carrito	E00009764	5977380.001	Druckkopf 4/600 SQUIX	5977380.001	T04R02C01	632890	cab Produkttechnik GmbH & Co. KG
994	Carrito	E00001093	DIS-10-0105	Scheinwerfer schallbar BEK-P25-GTT-IBS	212920	T04R02C01	630094	di-soric GmbH & Co. KG
995	Carrito	E00001482	170493	Mini-Schlitten SL-S-10-15-P-A	170493	T04R02C02	635690	FESTO Vertrieb GmbH & Co. KG
996	Carrito	E00001550	LV-NH32	Digitaler Lasersensorkopf	LV-NH32	T04R02C02	639960	Keyence Deutschland GmbH
997	Carrito	E00003681	5551118.001	CPU X2	5551118.001	T04R02C02	632890	cab Produkttechnik GmbH & Co. KG
998	Carrito	E00004722	FU-68	Lichtleiter, Reflexionstyp	FU-68	T04R02C02	639960	Keyence Deutschland GmbH
999	Carrito	E00009115	0416783	Empfänger SPM kpl.	0416783	T04R02C02	632600	Komax Kabelverarbeitungssystem
1000	Carrito	E00009930	LV-N11CP	Digitaler Lasersensor	LV-N11CP	T04R02C02	639960	Keyence Deutschland GmbH
1001	Carrito	E00011996	ITM02	AX SERIES ITM TYPE 2	ITM02	T04R02C02	630485	DOMINO PRINTING MEXICO
1002	Carrito	E00011997	EPT007517SP	GUTTER PUMP TYPE 5 SPARE	EPT007517SP	T04R02C02	630485	DOMINO PRINTING MEXICO
1003	Locker en Ofic. Prog.	E00004828	537273	impulsor de presion DPA-40-10	537273	T04R02C03	635690	FESTO Vertrieb GmbH & Co. KG
1004	Locker en Ofic. Prog.	E00011667	700299	VIPA 8XAL.SM 231.SPS S7	700299	T04R02C03	630299	Werner Wirth GmbH
1005	Locker en Ofic. Prog.	E00002030	700238	Cabeza de sobremoldeo TM1010KHT LV	700238	T04R02C03	630299	Werner Wirth GmbH
1006	Locker en Ofic. Prog.	E00004861	147.975	soplador de aire caliente LEISTER tipo 6	147.975	T04R02C03	621083	Leister Technologies Deutschla
1007	Locker en Ofic. Prog.	E00008986	0306501	Servomotor 2 kpl. S1	0306501	T04R02C03	623600	Komax Kabelverarbeitungssystem
1008	Locker en Ofic. Prog.	E00009450	2161900.02	Bandspender A 619.02	2161900.02	T04R02C03	642100	Bachmann GmbH
1009	Locker en Ofic. Prog.	E00002384	STANDARDBLOCK	Bloque del cuchillo Tekura standard	STANDARDBLOCK	T04R02C04	620005	ODW-Elektrik Mo. Kft
1010	Locker en Ofic. Prog.	E00002434	81000-220	Anillo de ceramica	81000-220	T04R02C04	620005	ODW-Elektrik Mo. Kft
1011	Locker en Ofic. Prog.	E00002871	01063201	Bloque del cuchillo Tekura para HFA	01063201	T04R02C04	620005	ODW-Elektrik Mo. Kft
1012	Locker en Ofic. Prog.	E00004415	301165	Planetengetriebe PE3 i=10	301165	T04R02C04	637160	Ersa GmbH
1013	Locker en Ofic. Prog.	E00004455	252783	Begasungsring	252783	T04R02C04	637160	Ersa GmbH
1014	Locker en Ofic. Prog.	E00004458	274197	Retaining filter	274197	T04R02C04	637160	Ersa GmbH
1015	Locker en Ofic. Prog.	E00004508	301166	Servomotor Parker SMH060 o. Bremse	301166	T04R02C04	637160	Ersa GmbH
1016	Locker en Ofic. Prog.	E00004656	543949	Cilindro de camera corta DGS-L-10-10-PIA	543949	T04R02C04	635690	FESTO Vertrieb GmbH & Co. KG
1017	Locker en Ofic. Prog.	E00004857	52697107	sujetador para cable redondo	52697107	T04R02C04	620005	ODW-ELEKTRIK GmbH
1018	Locker en Ofic. Prog.	E00005230	01063201	Bloque de cuchilla doble isolacion	01063201	T04R02C04	620005	ODW-Elektrik Mo. Kft

Ilustración 35 Creación de lista de refacciones con datos clave

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	CLAVE DEL PRODUCTO	NÚMERO EN SAP (SI ES APLICABLE)	Compañía	IMAGEN ALUSIVA	Cantidad en existenc	Hora y fecha en la que se acabó el conteo f	Ubicación en SAP
PS73205B180G090	1013602	E00000263	Feinmetall GmbH		27	20/08/2025 08:24	T04R01C01A
H 1021-GR-L	610213015	E00000353	PTR HARTMANN GmbH		9	19/08/2025 14:44	T04R01C01A
3023/2GS-F-2.0N-AU-1.0	630231073002	E00000474	PTR HARTMANN GmbH		15	01/07/2025 8:19am	T04R01C01A
1021/G-D-3.0N-AU-0.8	610212911040	E00000554	PTR HARTMANN GmbH		1	01/07/2025 8:19am	T04R01C01A

Ilustración 36 Creación de lista de pines con su cantidad existente, ubicación y última vez que se realizó el conteo físico

Durante el desarrollo del proyecto se identificó la necesidad de contar con un archivo Excel que no solo funcionara como una base de datos pasiva, sino como una herramienta interactiva capaz de responder de manera inmediata a los cambios registrados en el inventario de refacciones. A partir de este diagnóstico, se comenzó a trabajar en la construcción de un

código en VBA que integrara varias funcionalidades dentro de una sola estructura, buscando principalmente la automatización de tareas repetitivas y la reducción de errores humanos en la gestión de registros.

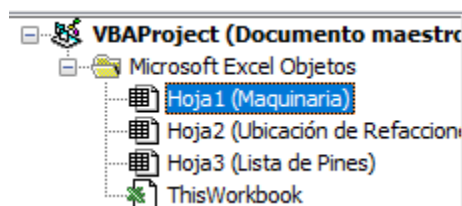


Ilustración 37 VBA en Excel

En la primera etapa se enfocó la programación en la clasificación automática de ubicaciones. Se diseñó un algoritmo que, al detectar cambios en la columna destinada a la ubicación de las piezas, asigna de manera instantánea una categoría específica dentro del almacén. De esta forma, si el código ingresado corresponde a un rango predefinido, el sistema lo identifica como Locker principal, Carrito, Locker en Oficina de Programación o, en caso de no corresponder a ningún criterio establecido, lo clasifica directamente como Random Storage. A este proceso se le añadió un sistema de colores que actúa como reforzador visual, lo cual permite que el personal pueda identificar con rapidez la condición del registro sin necesidad de leer detalladamente la celda. Este enfoque visual contribuye de manera significativa a la reducción de tiempos en las consultas y en las labores de inspección dentro del almacén.

935	Locker principal	E00011172	10022482	Niederhalter 19mm	10022482	1	T03R02C01A	Komax Taping GmbH & Co. KG
936	Locker principal	E00011460	10022075	Untermesser 19mm	10022075	3	T03R02C01A	Komax Taping GmbH & Co. KG
937	Locker principal	E00011462	10018251	Eisdruckeinlage SV	10018251	3	T03R02C01A	KABATEC GmbH & Co. KG
938	Locker principal	E00011463	10022076	Untermesser 19mm lgl	10022076	3	T03R02C01A	Komax Taping GmbH & Co. KG
939	Carrito	E00000263	PS73205B180G090	Federkontaktstift Positionsensorssystem	PS73205B180G090	10	T04R01C01A	adaptromic Prüftechnik GmbH
940	Carrito	E00000353	610213015	Alojamiento para pin de prueba	610213015	9	T04R01C01A	Feinmetall GmbH
941	Carrito	E00000474	630231073002	PIN CODIGO HUF 3023/2GS-F-2.0N-AU-1.0	630231073002	8	T04R01C01A	PTR HARTMANN GmbH
942	Carrito	E00000554	610212911040	Pin de contacto con resorte 1021-G-D-3.0	610212911040	6	T04R01C01A	PTR HARTMANN GmbH
943	Carrito	E00000692	610214414023	Prüfzift 1021-GV-Y14-3.0N-AU-2.0x0.8	610214414023	10	T04R01C01A	PTR HARTMANN GmbH
944	Carrito	E00000878	630240204	PIN PARA SECUNDARIO RYGUL	630240204	1	T04R01C01A	PTR HARTMANN GmbH
945	Carrito	E00000910	610070200	VAJNA PARA PIN MOLEX	610070200	29	T04R01C01A	PTR HARTMANN GmbH
946	Carrito	E00001859	1009123	VF380B0001G15	NK002715	14	T04R01C01A	adaptromic Prüftechnik GmbH

Ilustración 38 Ejemplo de la lista de refacciones con las ayudas visuales

Una vez implementada la lógica de clasificación, se integró un procedimiento de ordenamiento automático que se ejecuta cada vez que se modifica un valor en la columna de ubicación. Con esta función, todas las filas desde la segunda en adelante se reacomodan de manera inmediata en orden ascendente, primero con base en la ubicación y posteriormente por el material. Esta característica asegura que la base de datos mantenga un orden constante, sin que sea necesario que el usuario aplique filtros o reordene manualmente la información. De esta forma, el documento evoluciona de ser una simple hoja de cálculo a convertirse en un sistema dinámico que mantiene una organización interna establecida de manera continua.

Posteriormente, en la segunda etapa del desarrollo, se incorporó la automatización de la columna Último conteo. La lógica establecida detecta cuando se produce un cambio en la columna de Piezas contabilizadas y, de forma inmediata, inserta la fecha y hora exacta en la que se realizó la modificación. Este registro temporal garantiza la trazabilidad de los conteos realizados y ofrece un control más riguroso sobre las actividades de inventario. Gracias a esta función, es posible conocer con precisión cuándo fue la última vez que se actualizó la

cantidad de piezas, lo cual fortalece la confiabilidad de los datos y minimiza los riesgos de desactualización en la información del inventario.

179	Locker principal	E00000342	D-026X	Resorte	D-026X	31	19/08/2025 16:14	T01R01C01A	HENKEL CORPORATION
180	Locker principal	E00000343	D-027	RESORTE 0.30X1.90X13.00X12.50	D-027	6	20/08/2025 08:19	T01R01C01A	Gutekunst + Co. KG
181	Locker principal	E00000392	900.6-101-3	Drehfeder links	900.6-101-3	10	20/08/2025 08:24	T01R01C01A	Schäfer GmbH

Ilustración 39 Ejemplo de la lista de refacciones con todos los datos acomodados de forma automática

El resultado de la combinación de estas dos funciones clave —clasificación automática de ubicaciones y actualización en tiempo real de los conteos— es un archivo Excel que funge como una herramienta integral para la gestión de refacciones. Al automatizar procesos que anteriormente se realizaban de manera manual, se eliminan errores frecuentes como la omisión de registros, la desorganización en el acomodo de los datos y la falta de actualización en los historiales de conteo. A su vez, se genera una ventaja competitiva para el área de mantenimiento y almacén, ya que los tiempos de búsqueda se reducen significativamente y se logra un mayor control sobre la localización y disponibilidad de cada pieza.

En términos prácticos, esta solución técnica aporta beneficios inmediatos y sostenibles. La trazabilidad reforzada permite un monitoreo más confiable de los movimientos de inventario, el orden automático mejora la eficiencia en las consultas, y el sistema de colores incrementa la rapidez en la identificación de registros. Asimismo, la integración del código de VBA asegura que la herramienta mantenga su operatividad de manera constante sin requerir de conocimientos avanzados por parte del usuario final, lo que la hace accesible a distintos perfiles de personal.

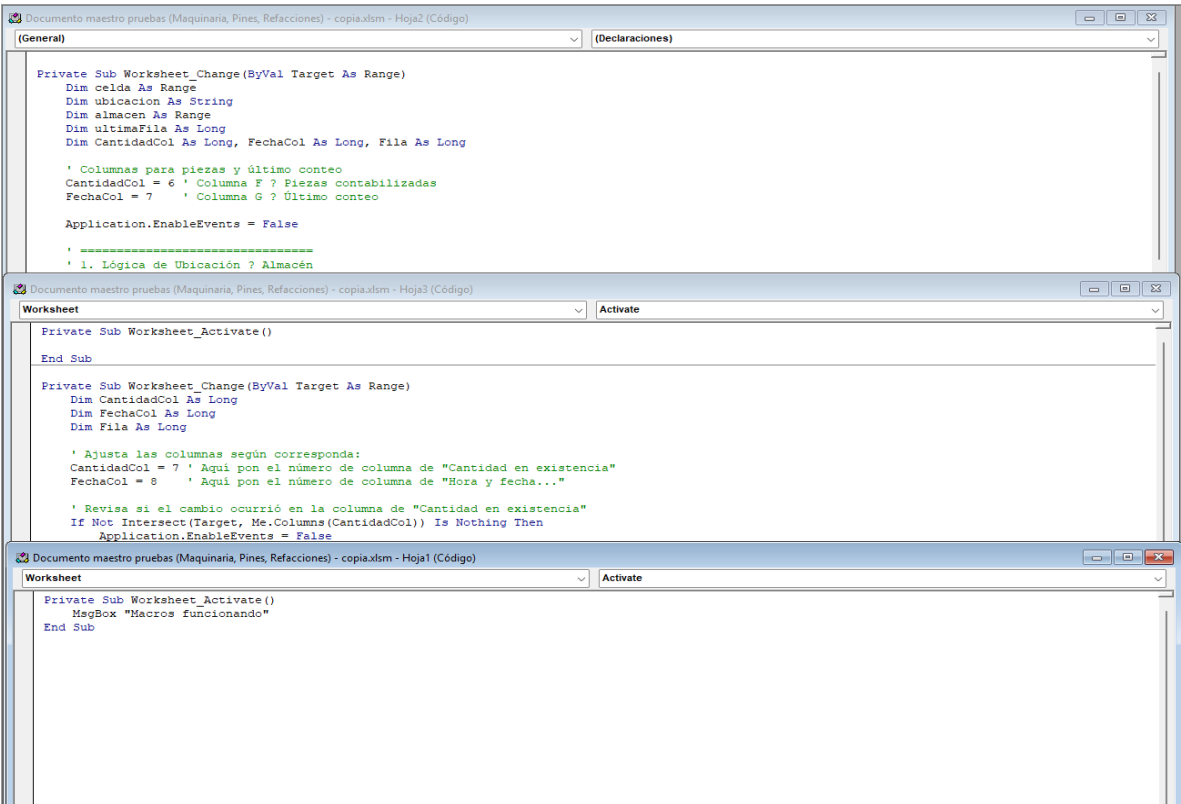


Ilustración 40 Vistazo a los códigos VBA del documento de Excel

De esta manera, el documento desarrollado no solo cumple con la función de almacenar datos, sino que se transforma en un recurso estratégico dentro de la gestión de refacciones. Su implementación se traduce en mejoras significativas como reducción de errores, optimización del tiempo de búsqueda, mayor control de las piezas, mejor aprovechamiento del espacio y una mayor eficiencia en los procesos de alta y actualización de materiales. Con estas características, se establece un precedente para la integración de soluciones digitales simples, pero de gran impacto en la operación diaria, alineándose con los objetivos de mejora continua y eficiencia que demandan los entornos industriales actuales.

Finalmente, para garantizar la continuidad del sistema se establecieron medidas de control de versiones, respaldos periódicos, bloqueo de campos críticos y asignación de roles claros para la captura, revisión y autorización de cambios. De esta manera, el sistema queda preparado para evolucionar e incorporar nuevas funciones, como indicadores de rotación de refacciones, alertas automáticas de mínimos, programación de mantenimientos y conteos cíclicos automatizados. Todo ello consolida un modelo moderno, escalable y confiable para la gestión integral del inventario y de la maquinaria en la empresa, asegurando que la información esté siempre actualizada, accesible y alineada con los estándares de operación.

Capítulo 4:

Resultados y

Conclusiones

4.1.- Resultados

Como resultado de la implementación de las mejoras propuestas en la gestión de refacciones y en la organización documental de maquinaria, se alcanzaron avances significativos que impactaron de manera directa en la eficiencia operativa del área de mantenimiento y almacén. En primer lugar, se logró una optimización notable del espacio físico disponible en el locker principal, mediante la redistribución de refacciones en contenedores adecuados, el reemplazo de empaques dañados o sobredimensionados y la estandarización del uso de cajas acrílicas para pines y conectores. Este proceso permitió reducir el desorden, prevenir pérdidas y asegurar una mejor conservación del material.

En el ámbito digital, la creación de un documento maestro en Excel integrado las listas realizadas consolidaron la información clave tanto de refacciones como de maquinaria en un solo archivo dinámico, lo que redujo drásticamente los tiempos de búsqueda y fortaleció la trazabilidad del inventario. Las funciones automatizadas implementadas a través de VBA (como la clasificación inmediata de ubicaciones, el ordenamiento ascendente de registros y la actualización en tiempo real del último conteo) transformaron la hoja de cálculo en una herramienta de consulta confiable y de fácil uso para el personal operativo.

De manera paralela, se consiguió depurar y organizar la documentación técnica de la maquinaria, generando un inventario maestro digital acompañado de información clave, ubicación actualizada e imágenes de cada equipo. Esto no solo mejoró el acceso a la información durante actividades correctivas y preventivas, sino que también permitió detectar inconsistencias en la base de datos de SAP, mismas que fueron corregidas y actualizadas con la finalidad de garantizar un mayor control de los equipos presentes en planta.

En conjunto, los resultados obtenidos se reflejan en un mayor orden visual, un incremento en la eficiencia de los procesos de alta y consulta, y una reducción sustancial de errores humanos en la gestión de inventarios, lo que contribuye de manera directa a la continuidad operativa y a la mejora continua en la administración de materiales y equipos.



Ilustración 41 Muestra de uno de los contenedores del locker principal con sus indicadores visuales (número asignado dentro del locker, número de refacciones que contiene), además de un ejemplo de una bolsa con refacciones con sus indicadores visuales)



Ilustración 42 Refacciones acomodadas de acuerdo con su ubicación asignada en SAP para una búsqueda más dinámica y eficiente



Ilustración 43 Acomodo de material adicional en taller de mantenimiento para su rápida localización

D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Denominación técnica	Centro planificación	Fabricante	Número de modelo	Nº pieza fabricante	Núm. serie fabricante	Centro emplazamiento	Centro de coste	Imagen de maquinaria o herramienta	Imagen de placa (Si es aplicable)
Crimpwerkzeug mit Seal Kontakt FORD	40	Hanke	Crimpwerkzeug	951 US 12 01 03	951 US 12 01 03	40	40610		
Werner Wirth Vergussanlage	40	Werner Wirth Systems	TM 4500 VS-S	MUB NOCH VERGEBEN WERDEN		40	40670		
Brusing Machine for MetalShield 01	40	BÖWE	BSB 1005/B	66871-18S	10549	40	40690		
Crimp System EPS 2001 (Line 2)	40	Schäfer	EPS 2001	N. B.		40	40670		
CRIMPING MACHINE BOSCH	40	Schäfer	EPS 2001.04971	N.B.	200.04971.EPS 2001	40	40640		

Ilustración 44 Elaboración de lista de maquinaria con sus datos más relevantes

Almacén	Material	Nº antiguo material	Texto breve material	Nº mater. proveedor	Piezas contabilizadas	Último conteo	Ubicación	Nombre proveedor
Random Storage	E00011989	73226013	Klinkenocke Gen2.5	73226013	0		MX	ODW-ELEKTRIK GmbH
Random Storage	E00011990	73226009_REV02	Kontaktprüfstift	73226009_REV02	0		MX	ODW-ELEKTRIK GmbH
Random Storage	E00011991	73226003	Aufletring	73226003	0		MX	ODW-ELEKTRIK GmbH
Random Storage	E00011992	73226002	Aufnahme Platinenhalter GEN2.5 2/1	73226002	0		MX	Erss GmbH
Random Storage	E00011993	73091027_REV02	Platinenhalter Leihung	73091027_REV02	0		MX	ODW-ELEKTRIK GmbH
Random Storage	E00011999	73226014_REV08	Gehäuse	73226014_REV08	0		MX	ODW-ELEKTRIK GmbH
Random Storage	E00012000	73226020	Kabelausgang	73226020	0		MX	ODW-ELEKTRIK GmbH
Random Storage	E00012001	73226022	Aufnahme Platinenhalter GEN2.5 2/2	73226022	0		MX	ODW-ELEKTRIK GmbH
Random Storage	E00012003	GKS-747-0005	Gef.Kontaktstift GKS-747 329 298 A 3002	GKS-747-0005	0		MX	PTR HARTMANN GmbH
Random Storage	E00012004	KS-74723M-R	Kontaktsteckhülse KS-747 23 M-R	KS-74723M-R	0		MX	Ingun Prüfmittelbau GmbH
Random Storage	E00012008	62626018	Kontaktiermadel		0		MX	Ingun Prüfmittelbau GmbH
Random Storage	E00012044	89593	Adipic acid in 1 kg can	89593	0		MX	Komax Taping GmbH & Co. KG
Random Storage	E00012051	5901572	Oil collection canister, 20L mobile	5901572	0		MX	Karte Erss SA de CV
Random Storage	E00012099	5242267	Mandril de montaje para junta de anillo	5242267	0		MX	Balluff GmbH
Random Storage	E00012098	5508154	Dop-Öl 100 ml	5508154	0		MX	HENKEL CORPORATION
Random Storage	E20010657	KS-465M2 SE05-F	Kontaktsteckhülse KS-465 M2.5 E05-F	KS-465 M2.5 E05-F	10		MX	Bolnert-Systemtechnik
Random Storage	E31030084	998 215-30	wire crimper	998 215-30	0		MX	ODW-ELEKTRIK GmbH
Random Storage	E31040125	I2-28-34-01	Isolationsamboss	I2-28-34-01	5		MX	OPITZ GmbH
Random Storage	E31040131	D2-15-32.5	Drahtamboss	D2-15-32.5	0		MX	Hanke Crimp-Technik GmbH
Random Storage	E31060039	951 111-18	Messerhalter TNS	951 111-18	3		MX	Hanke Crimp-Technik GmbH
Locker principal	E00000342	D-08MX	Resorte	D-026X	31	19/08/2025 16:14	T01R01C01A	HENKEL CORPORATION
Locker principal	E00000343	D-027	RESORTE 0.30X1.90X13.00X12.50	D-027	6	20/08/2025 08:19	T01R01C01A	Gutekunst + Co. KG
Locker principal	E00000392	900.6-101-3	Drehfeder links	900.6-101-3	10	20/08/2025 08:24	T01R01C01A	Schäfer GmbH
Locker principal	E00000719	D-045	Resorte	D-045	36		T01R01C01A	Gutekunst + Co. KG
Locker principal	E00001013	10600932	Druckfeder 0.5X3.5X31.0X19.5	10600932	3		T01R01C01A	Gutekunst + Co. KG
Locker principal	E00001052	Z-0561	Resorte de elongacion	Z-0561	40		T01R01C01A	Gutekunst + Co. KG
Locker principal	E00001526	512 015	Resorte	512 015	11		T01R01C01A	Gutekunst + Co. KG
Locker principal	E00001978	Z-0111	Resorte	Z-0111	48		T01R01C01A	Hanke Crimp-Technik GmbH
Locker principal	E00001979	D-019	Resorte	D-019	44		T01R01C01A	Gutekunst Stahlverformung KG
Locker principal	E00001980	D-034	Resorte	D-034	40		T01R01C01A	Gutekunst + Co. KG
Locker principal	E00001981	D-039	Resorte	D-039	23		T01R01C01B	Bachmann GmbH
Locker principal	E00001982	D-041A	Resorte	D-041A	29		T01R01C01B	Gutekunst + Co. KG
Locker principal	E00001983	D-055	Resorte	D-055	29		T01R01C01B	Gutekunst + Co. KG
Locker principal	E00001984	D-056B	Resorte	D-056B	36		T01R01C01B	Gutekunst + Co. KG
Locker principal	E00001985	D-080B-02	Resorte	D-080B-02	24		T01R01C01B	Gutekunst + Co. KG
Locker principal	E00001986	D-083E	Resorte	D-083E	34		T01R01C01B	Gutekunst + Co. KG

Ilustración 45 Creación de lista de refacciones para su conteo y asignación de ubicación en uno de los almacenes de refacciones

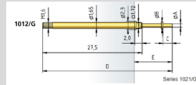
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	CLAVE DEL PRODUCTO	NÚMERO EN SAP (SI ES APLICABLE)	Compañía	IMAGEN ALUSIVA	Cantidad en existenc	Hora y fecha en la que se acabó el conteo f	Ubicación en SAP
PS73205B180G090	1013602	E00000263	Feinmetall GmbH		27	20/08/2025 08:24	T04R01C01A
H 1021/GR-L	610213015	E00000353	PTR HARTMANN GmbH		9	19/08/2025 14:44	T04R01C01A
3023/2GS-F-2.0N-AU-1.0	630231073002	E00000474	PTR HARTMANN GmbH		15	01/07/2025 8:19am	T04R01C01A
1021/G-D-3.0N-AU-0.8	610212911040	E00000554	PTR HARTMANN GmbH		1	01/07/2025 8:19am	T04R01C01A
1021/GV-Y14-3.0N-AU-2.0x8.0	E00000692	PTR HARTMANN GmbH		10	01/07/2025 8:30am	T04R01C01A	
							

Ilustración 46 Creación de lista de pines para su correcta gestión

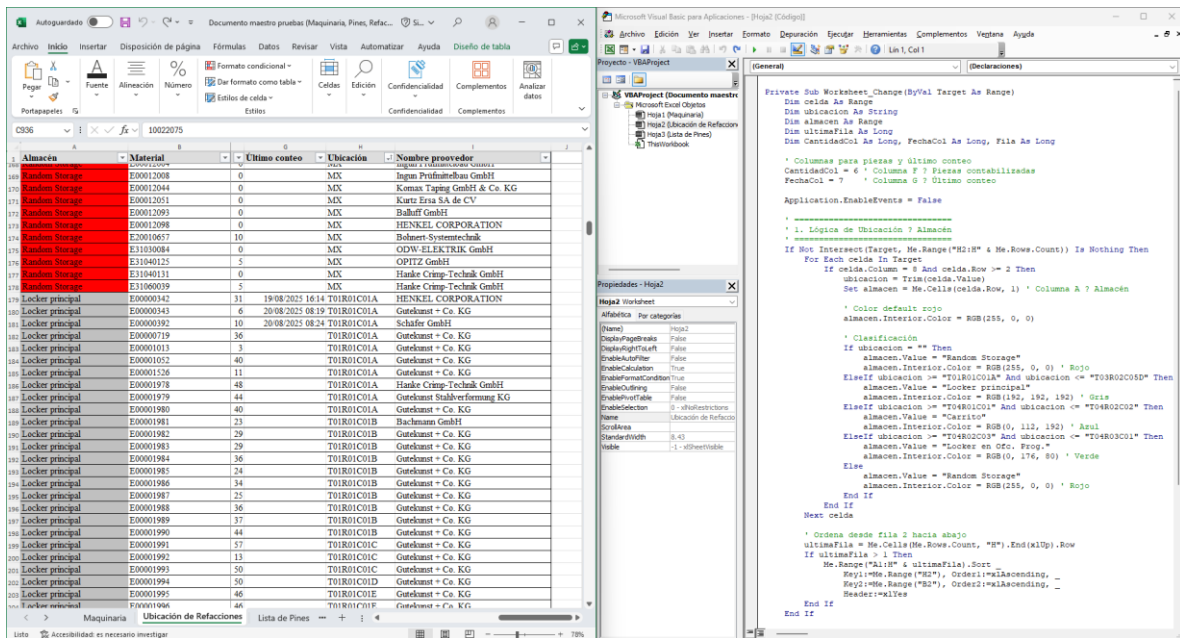


Ilustración 47 Creación de un documento Excel con macros para automatizar procesos como el conteo o la asignación de un lugar en los almacenes

4.2.- Conclusiones del proyecto

A partir del trabajo realizado, se concluye que la correcta gestión integral de refacciones y maquinaria no depende únicamente de la disponibilidad de sistemas digitales avanzados, sino de la combinación de orden físico, estandarización de procesos y sistematización de la información. La reorganización del almacenamiento físico permitió aprovechar al máximo los espacios disponibles, eliminar prácticas ineficientes como el uso de bolsas sobredimensionadas y asegurar la preservación del material mediante empaques adecuados. Asimismo, la implementación de criterios claros de clasificación y codificación en SAP facilitó la trazabilidad de cada componente, evitando confusiones y garantizando la localización inmediata de las piezas.

En el ámbito documental, la construcción de un inventario maestro digital acompañado de la recopilación sistemática de manuales, diagramas y registros técnicos marcó un precedente en la gestión de información del área de mantenimiento. Este proceso aseguró que la documentación esté organizada, disponible y alineada con los equipos existentes, lo que incrementa la capacidad de respuesta en situaciones críticas y fortalece las bases para una gestión preventiva y correctiva más eficiente.

Por otro lado, la integración de herramientas de automatización en Excel mediante VBA evidenció que soluciones digitales simples, cuando son diseñadas con base en necesidades reales, pueden tener un alto impacto en la operación industrial, al reducir tiempos, prevenir errores y garantizar la actualización constante de la información. Con ello se demostró que

la digitalización, incluso en un nivel básico, es un paso clave para evolucionar hacia modelos de gestión más modernos, escalables y confiables.

El proyecto permitió consolidar un sistema híbrido físico-digital que no solo mejora el control de refacciones y maquinaria, sino que también sienta las bases para la incorporación futura de indicadores de rotación, alertas automáticas de mínimos y mantenimientos programados, alineándose con los principios de mejora continua y eficiencia que demandan los entornos industriales actuales.

4.3.- Competencias desarrolladas

Durante el desarrollo de este proyecto se logró fortalecer un conjunto de competencias tanto técnicas como profesionales que resultan de gran relevancia en el ámbito de la ingeniería y la gestión industrial. Entre las competencias técnicas adquiridas destacan la capacidad de diagnóstico y análisis de sistemas de almacenamiento, la optimización de espacios físicos mediante criterios de organización estructurados, y la integración de herramientas digitales con plataformas empresariales como SAP, lo que permitió consolidar un modelo integral de gestión de inventarios y maquinaria.

En el plano de las habilidades tecnológicas, se desarrolló la programación en VBA para Excel, lo que brindó la capacidad de diseñar herramientas automatizadas adaptadas a necesidades específicas de la empresa. Esta competencia es de gran valor, pues evidencia la habilidad de transformar una hoja de cálculo convencional en un sistema dinámico de gestión capaz de mejorar procesos y reducir errores humanos.

Asimismo, se fortalecieron competencias de gestión documental y trazabilidad técnica, particularmente en lo referente a la recopilación, digitalización, clasificación y organización de información técnica de maquinaria, generando con ello una biblioteca digital de fácil acceso para el personal de mantenimiento.

En el plano profesional, el proyecto permitió desarrollar competencias blandas como la capacidad de resolución de problemas prácticos, la planificación y ejecución de mejoras en entornos reales de trabajo, así como la comunicación técnica mediante reportes claros y sistemáticos. Del mismo modo, se consolidó la habilidad para trabajar bajo criterios de mejora continua, con un enfoque crítico y propositivo orientado a resultados.

En conjunto, estas competencias reflejan un crecimiento integral que combina la formación académica con la experiencia práctica, sentando bases sólidas para desempeñarse de manera eficiente en proyectos de automatización, gestión de inventarios y mantenimiento industrial dentro de un entorno empresarial altamente competitivo.

Capítulo 5:

Bibliografía y

anexos

Bibliografía

- Andreu, I. (3 de 10 de 2024). *Lean Manufacturing: ¿qué es y cuáles son sus principios?* Obtenido de Asociación para el Progreso de la Dirección: <https://www.apd.es/lean-manufacturing-que-es/>
- Cantú, J. (2 de Abril de 2023). *Los beneficios de implementar la metodología 5s*. Obtenido de Centro de Competitividad de Monterrey: <https://ccmtty.com/los-beneficios-de-implementar-la-metodologia-5s/>
- Figueiras, S. (28 de Agosto de 2021). *¿Qué es un Inventario?* Obtenido de Ceupe: <https://www.ceupe.mx/blog/que-es-un-inventario.html>
- García Gómez, A., & Vargas Rodríguez, M. (Marzo de 2020). *EL PROCESO DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN: SU IMPORTANCIA PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES EN LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS*. Obtenido de Eumed Servicios Académicos Intercontinentales: <https://www.eumed.net/rev/atlante/2020/03/proceso-gestion-informacion.html>
- López, C., & López, M. (8 de Mayo de 2021). *Tipos de Máquinas*. Obtenido de Maquinasde: <https://maquinasde.com/maquinas/>
- Maurer, S. (18 de Julio de 2025). *Organización del almacén: 10 prácticas recomendadas para pequeñas empresas*. Obtenido de MRPeasy : <https://www.mrpeasy.com/blog/es/organizacion-de-almacen/>
- Mecalux Esmena. (08 de Junio de 2021). *Tipos de inventarios que existen y su clasificación*. Obtenido de Mecalux: <https://www.mecalux.es/blog/tipos-de-inventarios>
- ODW-ELEKTRIK GmbH. (6 de 06 de 2017). *Odw-Elektrik*. Obtenido de Odw-Elektrik: <https://www.odw-elektrik.com/en/>
- Pérez Porto, J., & Merino, M. (30 de Septiembre de 2021). *Definición de Máquina*. Obtenido de Definición: <https://definicion.de/maquina/>
- RILSA. (17 de Abril de 2024). *Tipos de refacciones industriales para maquinaria pesada*. Obtenido de Rilsa: <https://www.rilsa.mx/productos/blog/tipos-de-refacciones-industriales-para-maquinaria-pesada-2>
- SAP SE. (31 de Octubre de 2023). *¿Qué es SAP?* Obtenido de SAP: <https://www.sap.com/latinamerica/about/what-is-sap.html>
- Tomás, A. (19 de Julio de 2023). *Mantenimiento industrial: estrategias, herramientas y mejores prácticas*. Obtenido de Fracttal: <https://www.fracttal.com/es/blog/guia-completa-del-mantenimiento-industrial-estrategias-herramientas-y-mejores-practicas>
- Toyota Motor Corporation. (23 de Julio de 2018). *Toyota Lean Management y las 5S*. Obtenido de Toyota Material Handling: <https://www.toyotaforklift.com/es/resource-library/blog/toyota-solutions/toyota-lean-management-and-5s>

Westreicher, G. (22 de Mayo de 2025). *Gestión: Qué es, pasos a seguir y tipos*. Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/gestion.html>

Yague, M. (19 de Marzo de 2025). *Gestión de inventarios: qué es, cómo funciona y por qué es importante*. Obtenido de Slimstock: <https://www.slimstock.com/es/blog/que-es-y-por-que-es-importante-la-gestion-de-inventario/>