

## PRÁCTICAS RECOMENDADAS PARA EL ALMACENAMIENTO EN LA PRESERVACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS Y SUS COMPONENTES PRINCIPALES

RECOMMENDED PRACTICES FOR PRESERVATION STORAGE OF ELECTRIC MOTORS AND ITS MAIN COMPONENTS

Yorman Castillo<sup>4</sup>

### Resumen

En el mundo de los motores eléctricos quienes se encargan de convertir la electricidad en energía mecánica y como todo sistema requieren ser atendidos con el mantenimiento adecuado, teniendo disponibilidad de partes, repuestos y materiales propios a su diseño, en otros casos también necesitan ser almacenados como stock en las cadenas de producción dentro de la organización. Articulando en las premisas de conceptos, funciones, importancia, organización y control de los almacenes en el mundo de la logística industrial y el mantenimiento, reparación y disposición de motores eléctricos, surge el presente artículo académico con carácter científico, que procura brindar las prácticas recomendadas para el almacenamiento en la preservación de motores eléctricos y sus componentes principales. Con el estudio de campo aplicado a una importante empresa del ramo de mantenimiento y reparación de motores eléctricos, se detectó la carencia de prácticas técnicas para el correcto almacenamiento de partes, materiales y hasta motores eléctricos por diferentes organizaciones, lo que acarrea la necesidad de establecer ciertas recomendaciones útiles para evitarse malas disposiciones de tan importantes máquinas eléctricas en los sistemas productivos industriales.

<sup>4</sup> Ingeniero Electricista. UDO 2011. Maestría en Ingeniería de Mantenimiento. UBA 2022. Maestría en Administración de Negocios. UNA 2022. Profesor en Ingeniería Eléctrica. UNEFA 2011. Supervisor de mantenimiento en planta de gases industriales. INVEGAS 2014 Superintendente técnico y SSA. AFLMOTORS 2022. yorman2389@gmail.com

**Palabras Clave:** almacén, motores eléctricos, logística, mantenimiento.

### Abstract

In the world of electric motors, those who are in charge of converting electricity into mechanical energy and, like any system, need to be attended to with adequate maintenance, having parts, spare parts and materials available according to their design, in other cases they also need to be stored as stock in the production chains within the organization. Articulating the premises of concepts, functions, importance, organization and control of warehouses in the world of industrial logistics and the maintenance, repair and disposal of electric motors, this scientific academic article arises, which will seek to provide recommended practices for on-screen storage of electric motors and their main components. With the field study applied to an important company in the field of maintenance and repair of electric motors, the lack of technical practices for the correct storage of parts, materials and even electric motors by different organizations was detected, which leads to the need to establish certain useful recommendations to avoid poor arrangements of such important electrical machines in industrial production systems.

**Keywords:** warehouse, electric motors, logistics, maintenance.

### Introducción

El almacenamiento incluye todas las actividades necesarias desde la fabricación de un producto, en la procura de materiales de fabricación hasta su venta y envío a un cliente, constituyendo una brecha determinante entre la oferta y la demanda. La función



del almacén también significa ajustar las cantidades de compra y venta, lo que implica gestionar las compras necesarias para preservar la disponibilidad e inventario de materiales o materias primas para la elaboración de un determinado producto. Las decisiones de almacén determinan esencialmente la cantidad, ubicación, tipo y características de los almacenes necesarios para satisfacer la demanda del mercado.

En otro plano, en el mundo de los motores eléctricos quienes se encargan de convertir la electricidad en energía mecánica apta para mover los accionamientos de una variedad de equipos; son utilizados en tornos, ventiladores, extractores, bandas transportadoras, bombas de agua, compresores, taladros y en múltiples aplicaciones en las empresas en sus entornos industriales. Siendo estos artefactos los principales consumidores de energía eléctrica, representando hasta un 75% del consumo en los sectores comercial e industrial. Ante ello, estas máquinas eléctricas, como todo sistema requieren ser atendidos con el mantenimiento adecuado, teniendo disponibilidad de partes, repuestos y materiales propios a su diseño, en otros casos también necesitan ser almacenados como stock en las cadenas de producción dentro de la organización.

Articulando en las premisas de conceptos, funciones, importancia, organización y control de los almacenes

en el mundo de la logística industrial y el mantenimiento, reparación y disposición de motores eléctricos, surge el presente artículo académico con carácter científico, que procura brindar las prácticas recomendadas para el almacenamiento en la preservación de motores eléctricos y sus componentes principales. En la fusión de la información documental recopilada y con la aplicación de instrumentos en la recolección de datos en una importante empresa del sector de mantenimiento y reparación de motores eléctricos se logrará el mejor acercamiento en los términos de la propuesta que se presenta a continuación.

#### **Revisión de la literatura**

El diccionario de la Real Academia Española en su portal web, define un almacén como un edificio o local donde se depositan géneros de cualquier especie, generalmente mercancías, cuyo criterio del uso del término se asocia a bodega, tienda o establecimiento comercial que depende del país o región en donde se encuentre.

Silva (2006), en su informe titulado "Logística de almacenamiento", presentado ante la Tecana American University, define almacén como:

Aquellos lugares donde se guardan los diferentes tipos de mercancía. Son manejados a través de una política de inventario. Esta función controla físicamente y mantiene todos los



artículos inventariados. Al elaborar la estrategia de almacenamiento se deben definir de manera coordinada el sistema de gestión del almacén y el modelo de almacenamiento. (p.7)

En términos generales, se puede definir un almacén como un lugar especialmente organizado y planificado para asegurar, proteger y controlar los activos fijos o variables de una organización o negocio hasta que necesiten ser administrados, utilizados, fabricados o vendidos.

Cada almacén puede considerarse importante para cualquier empresa en función del apoyo que proporciona a las funciones rentables (producción y ventas). Se debe enfatizar que los artículos almacenados deben tener un movimiento de entrada y salida rápido, es decir, una rotación rápida. El manejo y almacenamiento de materiales y productos aumenta el costo del producto final sin agregar valor, por lo que el inventario debe mantenerse al mínimo con el mínimo riesgo de escasez y los costos operativos más bajos posibles.

Citando a Perdiguero (2017), en el marco de la importancia de los almacenes, quien sostiene que el almacén es el núcleo donde se gestan todas las operaciones estratégicas, siendo el instrumento base que suministra sin descanso todo lo necesario a los demás departamentos de la empresa, para que estos

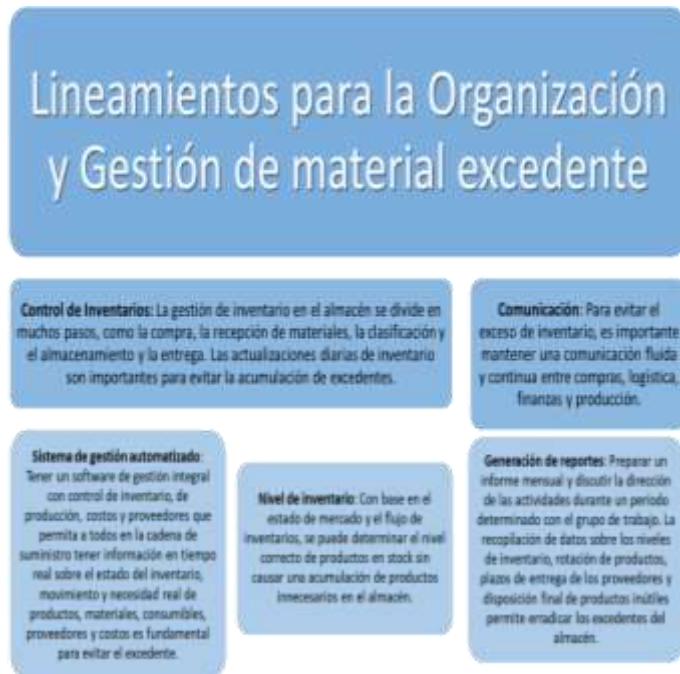
puedan realizar la totalidad de sus actividades rutinarias sin ningún tipo de contratiempo.

En resumidas palabras, un almacén puede considerarse importante en la ubicación de la mercancía de la mejor forma posible reduciendo costes. Siendo un ente necesario establecimiento del flujo de mercancías, rotación del stock controlada, accesibilidad a todas las mercancías realizando el menor número de traslados y con un máximo aprovechamiento de la capacidad de almacenamiento percibiendo una gestión de los inventarios con facilidad, pudiendo conocer el estado en el que se encuentran los productos.

Para Espinoza (2011), el control de inventarios es una herramienta indispensable en la gestión moderna ya que permite a las empresas y organizaciones conocer la cantidad de productos disponibles para la venta en un determinado lugar y momento, así como las condiciones de conservación que se aplican en la industria.

Cuando se trata de la gestión de almacén, el objetivo de cualquier organización debe ser mantener el inventario al mínimo para ahorrar en costos de inventario, esto puede incidir en controlar los materiales excedentes y es posible evitarse siguiendo lineamientos generales, tales como se expresan en la figura 1.





**Figura 1.** Cuadro conceptual con los lineamientos para la organización y gestión del material excedente en un almacén.

**Fuente:** elaboración propia (2022)

Los inventarios son todos los artículos o existencias utilizados para la producción (insumos, materiales y materia prima), actividades auxiliares (partes, piezas y repuestos) y servicio al cliente (productos terminados). El inventario es una de las

inversiones más importantes de la empresa en comparación con otros activos, ya que es vital para la optimización de las ventas y las ganancias.

Ahora bien, enfocando la gestión de almacén con los motores eléctricos en la industria, vale la pena hacer mención sobre el estudio estadístico más reciente realizado por la Agencia Internacional de la Energía para el año 2018, en donde manifiesta que la industria consume cerca del 40% de la electricidad, de la cual dos terceras partes son utilizadas por motores eléctricos (ABB, 2021), significa que el 75% del consumo de energía de las industrias es absorbida por los motores eléctricos que en escala mundial fomenta el 26,6% de dicho expendio, lo que representa que el arte de dar mantenimiento o provisión de los mismos, deben ir de la mano con una oportuna gestión de materiales, insumos y partes en su reparación, así como una acertada manipulación y disposición en el stock asegurado dentro de la organización.

Lugo (2001), en su tesis para optar al título de Ingeniero Mecánico Electricista, realizada en la Universidad Veracruzana – México, titulada “Administración del mantenimiento preventivo a motores eléctricos de unidades de bombeo mecánico Distrito Poza Rica, para incrementar la producción”, se pretende contar con un programa de mantenimiento preventivo cuyos costos sean menores comparados con los correspondientes a los mantenimientos



correctivos que se han venido utilizando hasta la fecha y comenta dentro de los fallos de los motores eléctricos muchos están asociados a la mala praxis del almacenamiento de los mismos.

Es importante tener en cuenta, que arrancar un motor eléctrico durante más de unas pocas semanas implica varios pasos para asegurarse de que funcionará correctamente cuando sea necesario. Por razones prácticas, estos se rigen por el tamaño del motor y el tiempo que estará fuera de servicio. Los factores como la temperatura, la humedad y la vibración ambiental en el área de almacenamiento también influyen en la elección de los métodos de almacenamiento, algunos de los cuales pueden no ser prácticos para máquinas más pequeñas o deben invertirse antes de que el motor entre en servicio.

WEG Perú (2016), en su manual para "Almacenamiento y preservación de motores eléctricos" como:

Las partes del motor interior y exterior del motor, son expuestas al ambiente atmosférico con cambios de temperatura y humedad, es posible la condensación, y, dependiendo del tipo y grado de contaminación de aire, sustancias agresivas pueden penetrar en los espacios libres. Como y después de períodos prolongados, los componentes internos como rodamientos, pueden formar óxidos, la resistencia de aislamiento de los

bobinados puede disminuir a valores bajo de los admisibles y el poder lubricante en los alojamientos – tapas, asiento – eje es adversamente afectado. Esta influencia aumenta el riesgo de daño antes del comisionamiento de la planta. (p.3)

Con las citas mencionadas anteriormente, se puede concluir que un almacenamiento no adecuado de partes, piezas e incluso del motor eléctrico, conlleva al deterioro de la máquina incluso mucho antes de su puesta en marcha.

Son muchas las prácticas recomendadas por fabricantes, normas y estándares internacionales que procuran orientar sobre el correcto control de almacenamiento de motores eléctricos, valiendo la pena citar la norma EASA AR-100 (2020), sobre la reparación de máquinas eléctricas rotativas en su sección 1.1., se cita: "una vez terminada la reparación y las pruebas, la máquina debe ser embalada de forma adecuada y de acuerdo con el tipo de transporte que se va a utilizar".

### **Resultados**

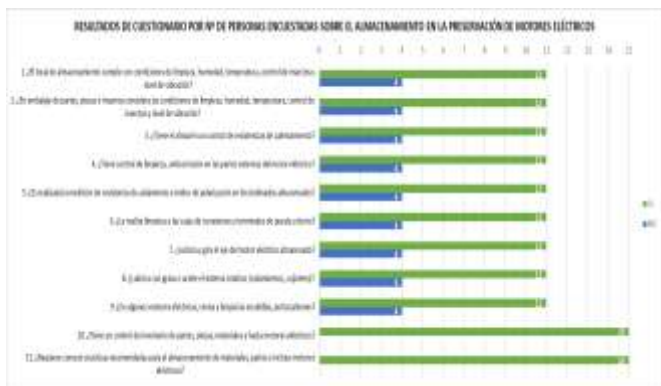
Los resultados de la exploración de campo realizada, tras la aplicación de la encuesta se aplican a continuación:



**Tabla 1.** Cuadro con resultados del cuestionario.

Cuestionario	Cumplimiento en N°		Cumplimiento en %	
	Si	No	Si	No
1. ¿El local de almacenamiento cumple con condiciones de limpieza, humedad, temperatura, control de insectos y nivel de vibración?	11	4	73,3	26,7
2. ¿En embalaje de partes, piezas e insumos considera las condiciones de limpieza, humedad, temperatura, control de insectos y nivel de vibración?	11	4	73,3	26,7
3. ¿Tiene el almacén un control de resistencias de calentamiento?	11	4	73,3	26,7
4. ¿Tiene control de limpieza, anticorrosión en las partes externas del motor eléctrico?	11	4	73,3	26,7
5. ¿Es realizada la medición de resistencia de aislamiento e índice de polarización en los bobinados almacenados?	11	4	73,3	26,7
6. ¿Le realiza limpieza a las cajas de conexiones y terminales de puesta a tierra?	11	4	73,3	26,7
7. ¿Lubrica y gira el eje del motor eléctrico almacenado?	11	4	73,3	26,7
8. ¿Lubrica con grasa o aceite el sistema rotativo (rodamientos, cojinetes)?	11	4	73,3	26,7
9. ¿En algunos motores eléctricos, revisa y limpia las escobillas, portacarbonos?	11	4	73,3	26,7
10. ¿Tiene un control de inventario de partes, piezas, materiales y hasta motores eléctricos?	15	0	100	0
11. ¿Requiere conocer prácticas recomendadas para el almacenamiento de materiales, partes e incluso motores eléctricos?	15	0	100	0

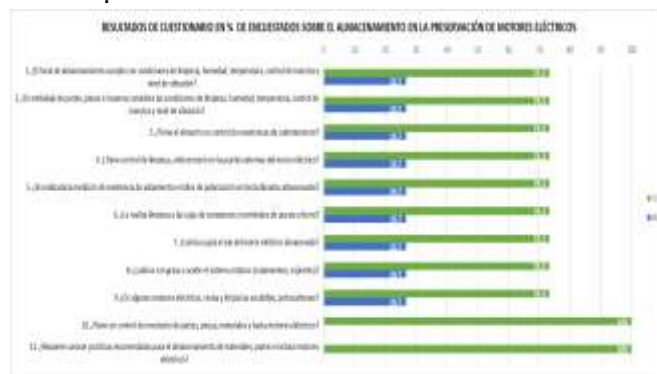
Fuente: Encuesta realizada (2022)



**Gráfico 1.** Resultados de encuesta en número de personas sobre el almacenamiento en la preservación de motores eléctricos

Fuente: Elaboración propia (2022).

Muestra 15 personas, entre clientes, proveedores y trabajadores de la empresa AFLOMOTORS.



**Gráfico 2.** Resultados de encuesta en % de personas sobre el almacenamiento en la preservación de motores eléctricos

Fuente: elaboración propia (2022)

Con los resultados expuestos, 4 personas de la muestra (15 personas) representando el 26,7%, son pertenecientes a los clientes de la empresa, manifiestan no cumplir con los protocolos mínimos requeridos para el almacenamiento recomendado por fabricantes y estándares de normas técnicas en pro de la preservación de las partes, repuestos, materiales e incluso de los motores eléctricos.



Se suma a esto, que el 100% de la muestra (clientes, proveedores y trabajadores) tienen un control de inventario de partes, piezas, materiales y hasta motores eléctricos.

Respecto a la opinión de los encuestados en base a conocer prácticas recomendadas para el almacenamiento de materiales, partes e incluso motores eléctricos, se tiene que el 100% quieren conocer y poner en práctica las recomendaciones sujetas y ya establecidas por los especialistas en el tema.

### Discusión

En el seno de los resultados obtenidos y con los aportes bibliográficos consultados, es necesario que clientes, proveedores y trabajadores asociados a cualquier actividad que involucre el mantenimiento y reparación de motores eléctricos dispongan de las siguientes prácticas recomendables para el almacenamiento en la preservación de dichas máquinas, a continuación:

Mantenga buenos registros: los buenos registros fácilmente disponibles son esenciales para cualquier programa de almacenamiento de motores, se recomienda una ficha para cada motor eléctrico, con datos de fecha de revisión, frecuencia mensual para la toma de datos de medición de resistencia de aislamiento, índice de polarización, índice de

absorción, rotación aplicada y si es necesario aplicación de lubricante a rodamientos o cojinetes. Para motores en almacenamiento a largo plazo, una buena práctica es reemplazar esa ficha anualmente (o en otros intervalos designados) y almacenar copias electrónicas de los formularios anteriores para futuras referencias (o simplemente guardarlas adherido al motor

Datos de Placa del Motor					
Fecha de ingreso a almacenamiento					
Lugar de almacenamiento					
Tipo de elemento rodante: ___Rodamientos ___Cojinetes					
Mediciones	Resistencia de Aislamiento	DAR	IP	Lubricación (OK)	Rotación del eje (En grados)
Enero					
Febrero					
Marzo					
Abril					
Mayo					
Junio					
Julio					
Agosto					
Septiembre					
Octubre					
Noviembre					
Diciembre					

**Figura 2.** Formato propuesto para control de registros.

**Fuente:** elaboración propia (2022)

- *Condiciones de almacenamiento:* los motores que estarán almacenados por unas pocas semanas requieren principalmente protección contra el clima y la vibración ambiental. Para



los motores programados para varias semanas a varios años en almacenamiento requieren preparaciones adicionales para proteger sus superficies mecanizadas, rodamientos, cojinetes y bobinados.



**Figura 3.** Almacén de motores eléctricos.

**Fuente:** <https://bit.ly/3IJ6dK6>

- *Almacenamiento interior:* cuando sea posible, almacene los motores bajo techo en un área limpia y seca. Coloque las máquinas horizontales en posición horizontal y los motores verticales en posición vertical estable. A menos que el área de almacenamiento tenga control de temperatura, evite que se forme condensación dentro del motor energizando los calentadores de espacio (cuando se suministran) para mantener los

devanados 5-10 C por encima de la temperatura ambiente.



**Figura 4.** Almacenamiento de motores eléctricos en interior.

**Fuente:** WEG Perú (2016)

- *Almacenamiento al aire libre:* ¡No lo hagas! En serio, cuando un motor es demasiado grande para guardarlo en un lugar cerrado, es probable que sea un muy costosa la máquina. Pero cuando el almacenamiento al aire libre sea absolutamente necesario, proteja el motor con una cubierta impermeable (por ejemplo, una lona), dejando espacio para respirar en la parte inferior. No lo envuelva con fuerza en plástico ya que las temperaturas extremas y la humedad provocarán la formación de condensación dentro del motor. El almacenamiento al aire libre también requiere medidas preventivas para evitar la entrada de





roedores, serpientes, pájaros, etc., que pueden dañar el aislamiento de los devanados. Cuando predominen los insectos, evite que bloqueen la ventilación.



**Figura 5.** Fotografía de un almacenamiento a la intemperie.

**Fuente:** captura propia del autor (2022)

- *Superficies, ejes y mecanizados:* Aplique un inhibidor viscoso de oxidación para evitar la corrosión a las superficies mecanizadas expuestas, lo que permite que permanezca intacto durante todo el período de almacenamiento. En ambientes húmedos y lluviosos o con nieve, aplique pintura anticorrosiva externa tanto como sea posible.



**Figura 6.** Dibujo para la aplicación de antioxidante a ejes y superficies del motor.

**Fuente:** WEG Perú (2016)

- *Protección de rodamientos:* Para motores lubricados con grasa; llene completamente las cavidades de los rodamientos con grasa compatible para evitar las manchas de oxidación y corrosión que pueden ocurrir si se acumula humedad entre las bolas y las pistas.



**Figura 7.** Punto graseo de un motor eléctrico para engrase.

**Fuente:** WEG Perú (2016)

- *Para motores lubricados con aceite;* no envíe ni mueva estos motores con aceite en el nivel máximo. Después de almacenar el motor, llene el depósito con suficiente aceite para cubrir los cojinetes, pero sin desbordar el tubo o el sello de laberinto. El aceite debe contener un inhibidor de corrosión y debe estar libre de humedad. Compruébelo cada tres meses extrayendo una muestra del desagüe. Dado que el agua pesa más que el aceite, cualquier humedad será evidente. Nunca mueva un motor con aceite al máximo en el visor. El aceite que se derrama sobre el tubo vertical podría contaminar los bobinados. Antes de poner el motor en servicio, siempre drene el aceite y reemplácelo con un lubricante compatible.



**Figura 8.** Visor de nivel de aceite en cojinetes.

**Fuente:** WEG Perú (2016)

- *Vibración ambiental:* Esto puede dañar los motores, incluso cuando no están operando. La proximidad a líneas de ferrocarril, carreteras transitadas y/o plantas de producción pueden contribuir a la vibración ambiental. Incluso las vibraciones de baja magnitud, con el tiempo, pueden dañar los rodamientos o cojinetes mientras están parados. Las soluciones varían; con la colocación de la máquina sobre una superficie firme y con propiedades de dilatación puede minimizarse este efecto.

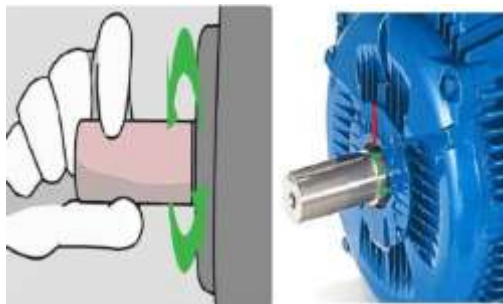


**Figura 9.** Embalaje ideal para protección contra vibración natural.

**Fuente:** WEG Perú (2016)

- *Rotación del eje:* girar 360° el eje del motor al menos una vez al mes durante el almacenamiento a largo plazo redistribuye el lubricante en las superficies maquinadas para

inhibir la corrosión. Las máquinas con rotores pesados y ejes largos con capacidades de alrededor de 2000 HP (1500 kW) y más grandes a veces requieren una rotación más frecuente (semanal) para evitar que el eje se trabe debido al peso del rotor.



**Figura 10.** Rotación del eje.

**Fuente:** WEG Perú (2016)

- *Stock de insumos, partes, repuestos y bobinas:* asegúrese con el proveedor de aislantes, grasas, aceites, lubricantes, alambres, bobinas, cojinetes, rodamientos, barnices, pinturas sobre la calidad del producto y las fechas de fabricación vs la fecha de caducidad, con el fin de garantizar el óptimo estado del producto en su inventario de almacén.



**Figura 11.** Almacén de rodamientos.

**Fuente:** <https://bit.ly/3JMsJD4>

Los motores eléctricos son máquinas de alto costo, obviamente justifican más precauciones en su reparación, mantenimiento y almacenamiento, que representan elementos importantes para la producción industrial y pueden tener enormes consecuencias si fallan.

### Conclusiones

Un almacén es el centro de las funciones estructuradas y planificadas del almacén, tales como: mantenimiento, control y maniobra, recolección, almacenamiento y más de bienes y productos. Los almacenes son responsables de regular el flujo de inventario de cualquier tipo de negocio u organización, ya que incluye la ubicación de las mercancías en una zona idónea para hacerlas accesibles y facilitar su determinación.



La gestión de almacén va orientada en controlar los inventarios desde la recepción hasta la entrega de materiales, en constante comunicación con los entes involucrados: compras, logística, finanzas y producción. La gestión debe estar posicionada con el nivel de inventario en base al estado de arte del mercado y el flujo de inventarios, pudiéndose revisar constantemente con reportes mensuales sobre las actividades de almacén. Hoy en día existen sistemas automatizados para armonizar el control de inventarios, necesidades operativas y procesos de compras con los proveedores, ejemplo: SAP, Oracle, entre otros, todos los elementos mencionados como lineamientos fundamentales en la gestión y control de excedentes de materiales.

Con el estudio de campo aplicado a una importante empresa del ramo de mantenimiento y reparación de motores eléctricos, se detectó la carencia de prácticas técnicas para el correcto almacenamiento de partes, materiales y hasta motores eléctricos por diferentes organizaciones, lo que acarrea la necesidad de establecer ciertas recomendaciones útiles para evitarse malas disposiciones de tan importantes máquinas eléctricas en los sistemas productivos industriales.

Forma parte de las prácticas recomendables en el almacenamiento de motores eléctricos, el hecho de mantener buenos registros con mediciones habituales

a las máquinas, considerando las condiciones de almacenamiento, cuidando aspectos propios al acopio interior y al aire libre, el correcto tratamiento a superficies, ejes y mecanizados, la protección de rodamientos y cojinetes, precauciones ante la vibración ambiental, insistiendo en la rotación periódica del eje y a aquellas consideraciones a la hora de mantener el stock de insumos, partes, repuestos y bobinas.

#### Referencias

ABB (2021). **El gasto energético en la industria**. Global Site: ABB. Recuperado el 26 de marzo de 2022 de <https://new.abb.com/drives/es/eficiencia-energetica/gasto-energetico-industria>.

Campus Virtual de Postgrado Universidad Bicentennial de Aragua (2022). **Curso**

EASA (2020). EASA AR-100 **Prácticas recomendadas para la reparación de máquinas eléctricas rotativas**.

ElectricalApparatusServiceAssociation, Inc. St. Louis, MO 63132 USA. Recuperado el 26 de marzo de 2022 de <https://www.easa.com>.

García, A. (2000). **Enfoques prácticos para planeación y control de inventarios**.

**Gerencia de logística industrial**. Recuperado el 26 de marzo de 2022, de <https://postgrado.campusvirtualuba.net.ve/aula/mod/assign/view.php?id=14155>.

Lugo, K. y otros (2001). **Administración del mantenimiento preventivo a motores eléctricos de unidades de bombeo mecánico Distrito Poza Rica, para incrementar la producción**. Trabajo de grado presentado ante facultad de ingeniería mecánica eléctrica en la Universidad Veracruzana. Recuperado el 26 de



marzo de 2022 de <https://docplayer.es/16545387-Universidad-veracruzana.html> México. Editorial Trillas.

Perdiguero, M. (2017) **Organización y diseño de almacén**. IC Editorial. Málaga. Recuperado el 26 de marzo de 2022 de <https://www.worldcat.org/title/disen-y-organizacion-del-almacen/oclc/1048925971>

Silva, A. (2006). **Logística de almacenamiento**. Informe N° 2 presentado ante Tecana American University. Recuperado el 26 de marzo de 2022 de [https://tauniversity.org/sites/default/files/tesis/inf\\_2\\_alvaro\\_silva\\_0.pdf](https://tauniversity.org/sites/default/files/tesis/inf_2_alvaro_silva_0.pdf)

WEG Perú (2016). **Almacenamiento y preservación de motores eléctricos**. Industrias WEG Perú. Recuperado el 26 de marzo de 2022 de <https://www.weg.net/institucional/US/es/>.

