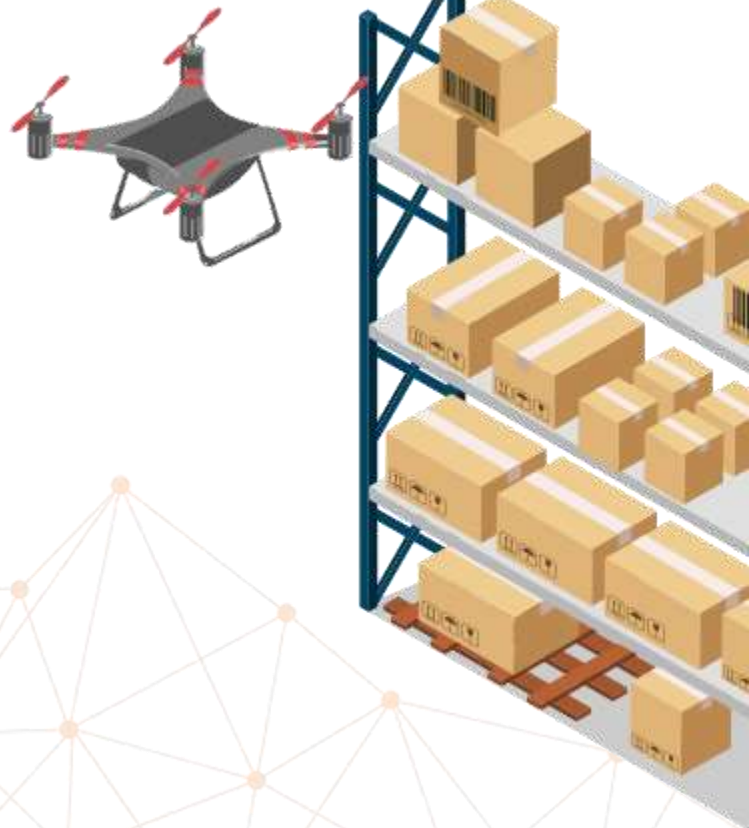


White Paper

Automatización de drones para almacén 4.0



Sumario Ejecutivo

La transformación digital de los almacenes, impulsada por los beneficios de seguridad, costos e ingresos, está en marcha en todo el mundo. Tecnologías como IoT, AI y drones están aumentando el valor comercial creado por la adopción de RFID, robots y análisis en tiempo real. Los UAVs han comenzado a desempeñar un papel central en la automatización inteligente de las operaciones del almacén, dada su capacidad para volar y flotar de forma autónoma, transportar cargas útiles, evitar obstáculos, navegar en interiores y aterrizar con precisión, operar flotas y ser utilizados de forma remota. Los beneficios comerciales de los drones son significativos e inmediatos, dadas las bajas inversiones de capital e inversión en infraestructura, el acceso a hardware de drones comerciales y las soluciones basadas en SaaS para las operaciones de almacén. La conectividad en la nube de los drones, combinada con la integración basada en API, facilita que los sistemas de gestión de almacenes existentes incorporen flotas de drones autónomos en los flujos de trabajo empresariales. Capacidades como paneles personalizados, control remoto a través de telepresencia a través de 4G / 5G, grabación de video de alta calidad son clave para darse cuenta del valor en aplicaciones de almacén como conciliación y auditoría de inventario, seguridad y vigilancia, búsqueda y reconocimiento de artículos, etc. Warehouse 4.0 ya ha realizado proyectos de PoC en múltiples casos de uso, al involucrar a partes interesadas de I + D, TI, operaciones y alta dirección. Estos ahora están ejecutando programas piloto que involucran misiones repetibles de flotas de drones, lo que genera un conjunto más amplio de casos comerciales que maduran en implementaciones de drones a gran escala en toda la cadena de suministro.

Tabla de Contenido

• Diversidad y complejidad del almacén	2
• Impulsores del negocio de almacenes	3
• Warehouse 4.0	4
• Seguridad y protección en almacén	5
• Adopción de drones en Warehouse 4.0	6
• Automatización de drones en Warehouse 4.0	9
• Programa de drones para Warehouse 4.0	12

Diversidad y complejidad del almacén

Como cualquier otro sector industrial, la industria del almacenamiento está siendo transformada por el software en todo el mundo. Desde códigos QR, EDI y RFID hasta robots autónomos y algoritmos de aprendizaje automático que predicen la demanda, los almacenes están adoptando de forma proactiva tecnologías digitales con la intención de lograr una precisión de inventario del 100%, información sobre la oferta y la demanda en tiempo real, instalaciones totalmente seguras y seguridad de los trabajadores de clase mundial.

Los almacenes difieren ampliamente en términos de tamaño (menos de veinticinco mil pies cuadrados a más de un millón de pies cuadrados), ubicación geográfica, naturaleza de los bienes almacenados, proximidad a puertos marítimos y aeropuertos, naturaleza de la propiedad, distribución (flujo ascendente o flujo continuo), requisitos de adherencia, etc. Estos pueden diseñarse y utilizarse como almacenes de distribución, almacenes de fabricación o producción, almacenes de materias primas, almacenes de productos terminados, almacenes de semielaborados, almacenes de repuestos o almacenes por contrato. La función que desempeña un almacén en la cadena de suministro también varía, desde un almacén de consolidación o de tránsito hasta centros de transbordo, centros de carga a granel, centros de cross dock, centros de clasificación, centros de cumplimiento, etc.

Para agregar a esta complejidad, cada industria¹ tiene sus demandas de almacenamiento únicas. Los ferrocarriles utilizan patios abiertos y las empresas de automóviles utilizan grandes estacionamientos, mientras que los productos perecederos requieren almacenamiento en frío continuo y los productos inflamables requieren seguridad y vigilancia adicionales.



Energía



Cosméticos



Industria Química



Moda



Aeroespacial



Ingeniería



Manufactura



Automotriz



Carga



Transporte Animal

Impulsores del negocio de almacenes

El almacenamiento contribuye hasta el 30% del costo de la logística en la mayoría de las economías desarrolladas. Miles de millones de dólares de capital se encierran a la vez, en inventarios de gran volumen y alto valor, impulsados por el cambio global al comercio electrónico, una tendencia hacia la personalización masiva y las expectativas de los consumidores en plazos de entrega cortos. La escasez de mano de obra calificada complica aún más la economía de las operaciones del almacén, al igual que los cambios en la economía mundial, la merma y deterioro de las existencias, el vandalismo y el robo. La tecnología, por supuesto, juega un papel central en impulsar los ingresos, el margen de beneficio y las mejoras de seguridad para los almacenes, en numerosos casos de uso como:

- Búsqueda y conciliación de inventario
- Recuento de ciclos y auditorías
- Inspección del techo
- Seguridad y vigilancia
- Seguridad y productividad del trabajador
- Marcado y reconocimiento de artículos
- Optimización del espacio 2D / 3D
- Optimización de la preparación de pedidos
- Detección de slots vacíos y llenos
- Gestión de patios
- Guiado de montacargas
- Transporte en almacén

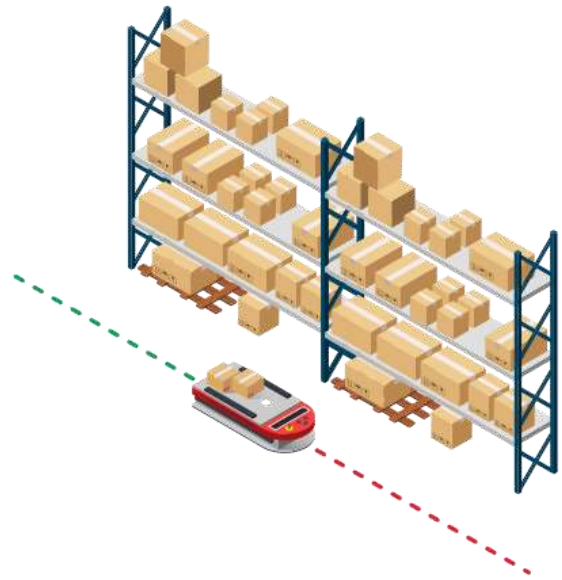


La mayor parte de lo anterior implica tareas que son laboriosas, tediosas, riesgosas, redundantes y costosas. Requieren paradas, desaceleraciones y tiempo de inactividad que resultan en pérdidas de ingresos, recuentos de inventario inexactos y daños o pérdida de vidas. Por lo tanto, los almacenes han sido los primeros en adoptar tecnologías que ayudan a localizar, identificar, almacenar, contar, asegurar y / o proteger continuamente su valioso inventario.

Almacén 4.0

Se espera que un almacén moderno aproveche tecnologías como RFID, código QR, biometría y CCTV, soluciones de software de gestión de almacenes, vehículos terrestres autónomos, robots pick-and-place, visión por computadora y sensores en red.

Sin embargo, estas tecnologías siguen siendo inadecuadas en vista de la creciente volatilidad de la cadena de suministro, la incertidumbre de la demanda y complejidad.



Situación Actual	Manual	Vehículos guiados automatizados	Radio Frequency Identification
Limitaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Costoso, ineficiente y tedioso 	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión de gran capital 	<ul style="list-style-type: none"> • Incompatible con materiales como líquidos
	<ul style="list-style-type: none"> • Propenso a error humano 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la flexibilidad de las operaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Propenso a interferencia
	<ul style="list-style-type: none"> • Riesgo para la vida humana 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento de rutina y reparaciones ocasionales 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de estándares globales

De ahí la aparición de Warehouse 4.0, la próxima ola de adopción de tecnología por parte de los almacenes, impulsada por AI, IoT, digital twins y drones comerciales. La promesa de Warehouse 4.0 es el recuento de inventario que lleva horas y días en lugar de semanas, cero incidentes de seguridad y robo, casi el 100% de precisión en la conciliación de inventario, tiempo de inactividad mínimo, mantenimiento predictivo y, lo más importante, automatización inteligente en el corazón de las operaciones del almacén.

Seguridad y protección del almacén

El capital humano, financiero y de infraestructura está ampliamente involucrado en las operaciones del almacén, lo que hace que la seguridad y la protección sean un motor comercial principal para Warehouse 4.0.



Mantenimiento manual de existencias utilizando mano de obra humana, escaleras, montacargas y lectores de códigos de barras.

Incidentes de seguridad relacionados con montacargas, muelles de carga, transportadores de mercancías, el almacenamiento de materiales peligrosos y el levantamiento y manipulación manual son responsables de miles de lesiones humanas y millones de jornadas laborales perdidas cada año.

Las primas de seguros, las multas de las autoridades sanitarias, los acuerdos de indemnización por muerte o atención médica, la capacitación en seguridad y las auditorías, todo ello influye significativamente en los márgenes de ganancia de muchos almacenes. Peor aún, el vandalismo y el robo en almacenes representan cientos de millones de pérdidas cada año. Los bienes, la maquinaria y el equipo son vulnerables, pero también lo son los documentos confidenciales, los archivos personales y los registros financieros en un mundo completamente digitalizado.

La adopción de tecnología proactiva, que involucra flotas de drones totalmente autónomos, puede reducir directamente los incidentes de seguridad y las pérdidas causadas por:

- Recuento manual de inventario en áreas altas, de difícil acceso o peligrosas.
- Trabajador resbalones, tropiezos y caídas, movimiento cerca de montacargas o en espacios estrechos.
- Monitoreo manual y participación con vándalos y ladrones.
- Desplazamiento / caída de artículos pesados, mercancías peligrosas, puntos ciegos, etc.
- Inspección manual de los techos del almacén para detectar daños relacionados con el clima.

Adopción de drones en Warehouse 4.0

Los drones UAVs (vehículos autónomos no tripulados) son un ingrediente esencial en la transformación digital de los almacenes. Son intrínsecamente ventajosas dada su capacidad para transportar cargas útiles, operar en alturas, volar de forma autónoma, escalar a través de flotas y examinar activos e instalaciones. Los drones pueden llegar a áreas de almacenamiento estrechas, localizar artículos difíciles de encontrar y enviar datos en tiempo real a través de la nube, para una fácil integración en los sistemas de gestión de almacenes. Al aumentar lo existente tecnologías adoptadas por los almacenes, los drones ayudan a mejorar el ROI en la infraestructura existente, y además ofrecen capacidades y conocimientos inimaginables hasta la fecha.



Recuento de ciclos automático e inventario en tiempo real

Los beneficios comerciales de los UAVs se obtienen rápidamente para aplicaciones de almacén, dado un gasto de capital mínimo, requisitos reglamentarios más simples y acceso inmediato a datos e información resultando en un corto tiempo de valorización.



Seguridad mejorada y confiabilidad de las operaciones

Los drones de almacén representan así la extensión lógica que integra los procesos de información virtual con los procesos de almacén físico.

Los reguladores del espacio aéreo y de las aeronaves de todo el mundo siguen siendo cautelosos con las aplicaciones comerciales de drones que implican a) volar sobre multitudes, b) volar de noche y c) volar más allá de la línea visual.

Warehouse 4.0 tiene la ventaja única de poder aprovechar las leyes de UAV existentes para la adopción completa de drones, sin esperar el progreso regulatorio en las tres restricciones anteriores.



Navegación estable con drones en pasillos de almacén estrechos

Al mejorar la integridad de los datos del inventario, la adopción de drones por los almacenes transformados digitalmente mejora inmediatamente los KPI's como el tiempo de ciclo, la frecuencia de recuento de ciclos, la tasa de rotación de empleados, las entregas a tiempo, el inventario y el cumplimiento.



Inversiones mínimas en infraestructura y CAPEX

Basado en numerosos proyectos piloto y de prueba de concepto ejecutados en almacenes modernos en todo el mundo, se estima que miles de millones de dólares en ingresos, costos y beneficios de seguridad son realizables mediante la adopción a gran escala de drones comerciales por parte de las partes interesadas en la industria de la cadena de suministro.



Escaneo de códigos de barras utilizando dron y visión por computadora.

Por ejemplo, las auditorías de inventario que utilizan drones podrían ahorrar más del 50% del tiempo del trabajador, los tiempos de clic para enviar del comercio electrónico se pueden reducir hasta en un 75% y el pie cuadrado del inventario se puede aumentar hasta en un 50% ya que los drones pueden navegar en espacios más reducidos. Los UAVs también ofrecen beneficios de gobernanza a los almacenes en forma de datos de geolocalización (auditable), verificación de artículos (basada en AI) y vigilancia continua del personal, el inventario y la infraestructura. Al mejorar directamente la calidad de vida de los trabajadores, los drones pueden mitigar la rotación de empleados, el estrés y los riesgos de lesiones en los almacenes.

Los desafíos para la adopción generalizada de drones en Warehouse 4.0 se dividen en 4 categorías:

1. Gasto de capital en hardware y baterías de drones, dados los costosos drones patentados y la poca batería.
2. Coordinación de flotas de drones y misiones sin tener que depender de pilotos de UAVs calificados y certificados.
3. Operación segura de drones en un entorno de almacén con estática (p. ej. bastidores de almacenamiento, transportadores) y elementos dinámicos (p. ej., carretillas elevadoras, trabajadores).
4. Integración con los flujos de trabajo y los sistemas de información del almacén existentes.

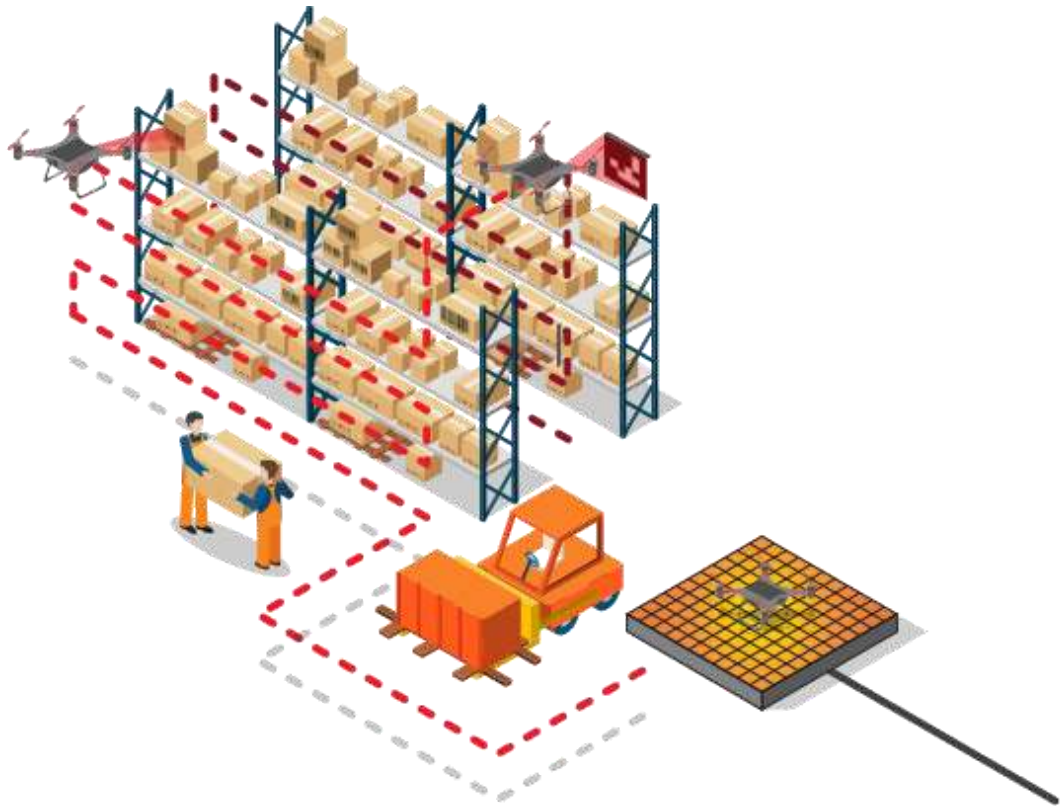
Afortunadamente, el software de drones comerciales está preparado para proporcionar soluciones robustas y escalables a estos desafíos en el futuro inmediato.



Inspección automatizada del techo del almacén mediante drones.

Automatización de drones en Warehouse 4.0

Las computadoras y los teléfonos inteligentes proporcionan una analogía perfecta para el hardware de drones comerciales. Este segmento está siendo irrumpido por DJI, que ha traído drones al mercado con una combinación de precios que es 10 veces mejor que los drones patentados construidos para aplicaciones industriales específicas. Al construir una flota de COTS drones pequeños y livianos, complementados con algunos drones específicos para aplicaciones de alta gama, los operadores de almacenes y los integradores de sistemas pueden reducir drásticamente los costos iniciales y operativos de la adopción de UAVs a gran escala.



Gestión automatizada de almacenes mediante drones

Integrados con plataformas de carga y estaciones de acoplamiento asequibles, los drones pueden volar durante horas dentro de un almacén, recargando automáticamente sus baterías en estaciones de carga ubicadas estratégicamente. Por supuesto, esto requiere que el software no solo sea independiente del hardware, sino que también permita a los desarrolladores de software e integradores de sistemas crear rápidamente complementos inteligentes en las capas de borde y nube de la pila de tecnología de drones. Esto, a su vez, permite vuelos autónomos de flotas de drones, sin dependencia alguna de los UAVs operados por pilotos. De hecho, coordinar un conjunto de misiones complejas y repetibles que involucran a docenas de drones, mientras se garantiza que no se produzcan colisiones, solo es posible mediante la automatización del software.

En aplicaciones de almacén muy grandes, o al aire libre, las flotas de drones pueden tener que operar más allá de la línea de visión, facilitado por la telepresencia a través de canales de comunicación 4G / 5G. Las capacidades de planificación de la trayectoria de vuelo, despegue, aterrizaje de precisión, regreso a base y evasión de obstáculos deben estar completamente controladas por software para que los almacenes pasen de los proyectos PoC y programas piloto a toda la empresa.



Navegación autónoma interior



Evasión de colisiones

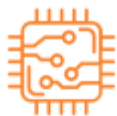


Gestión automatizada de flotas de drones

La elección de drones es muy importante para la seguridad del almacén; Los drones pesados patentados se pueden operar de manera segura solo en áreas restringidas, mientras que los drones pequeños y livianos (con hélices cubiertas) se pueden usar cerca de las personas. Los drones se pueden programar con mecanismos de reserva, como subir automáticamente a las alturas, regresar a la base o rodear obstáculos para garantizar la seguridad de los trabajadores.

Equipados con sirenas, luces intermitentes y otros dispositivos de advertencia, los drones no solo pueden hacer que los trabajadores sean conscientes de su presencia, sino que también pueden aumentar la eficiencia de evacuación del almacén en caso de incendio u otras emergencias.

Desde un punto de vista empresarial, los datos juegan un papel central en dicha transformación digital de los almacenes. Con una gran cantidad de datos transmitidos casi en tiempo real desde drones, los ejecutivos de logística y los gerentes de hubs necesitan integrar sin problemas dichos datos en los sistemas de información y flujos de trabajo existentes. Estos datos de alto volumen se pueden analizar utilizando AI para proporcionar nuevos conocimientos para una mejor toma de decisiones relacionadas con la gestión de inventario, la capacidad de respuesta a la demanda de la cadena de suministro, la seguridad y la protección.



Hardware agnóstico



Carga automática
mediante aterrizaje de
precisión



Integración con WMS

Una vez más, el software juega un papel central: las API en las capas adecuadas de la pila permiten una fácil integración de los drones en los flujos de trabajo de almacenes legacy, así como en los flujos de trabajo específicos de la aplicación, como la detección de espacios vacíos, el reconocimiento automático de artículos, la navegación por pasillos estrechos, etc.



Programa de drones para Warehouse 4.0

Las siguientes mejores prácticas acelerarán el éxito de la adopción de drones para aplicaciones de almacén:

1. Minimice los presupuestos de gastos de capital y los cambios de infraestructura mediante la construcción de una flota de drones COTS (principalmente), complementados con plataformas de carga y estaciones de acoplamiento.
2. Opte por flotas de drones conectadas a la nube impulsadas por la automatización inteligente, complementadas por pilotos certificados que se centran en aspectos de supervisión y reglamentación.
3. Asegúrese de que el hardware y el software de los drones tengan capacidades para evitar colisiones que se puedan mejorar continuamente.
4. Aproveche las capacidades de grabación y captura de video de alta calidad de los UAVs para crear una vista valiosa en tiempo real de las operaciones del almacén.
5. Involucrar a un conjunto integral de partes interesadas (como equipos internos de I + D, líderes de innovación, integradores de sistemas, gerentes de almacén, personal de TI, operadores de drones y consultores de tecnología) desde el principio para priorizar casos de uso.
6. Comience con un par de casos de uso de complejidad media que involucren hasta tres drones, especialmente aplicaciones donde ya existen estudios de casos de pilotos y PoC de drones exitosos.
7. Valide el caso de negocio (inversión, período de recuperación, ROI, impacto en los KPIs) para estos casos de uso en unas semanas y amplíe la flota a diez o más drones para la validación de casos de uso adicionales.
8. Utilice paneles de control personalizados basados en la nube para coordinar misiones entre las partes interesadas, es decir, trabajadores de almacén, gestión de operaciones de drones, expertos en la materia y altos ejecutivos.
9. Aproveche las API de software para integrar a la perfección el control de misión de los drones y la recopilación de datos en los sistemas de gestión de Warehouse 4.0.
10. Adopte ofertas de SaaS basadas en la nube, en lugar de software empresarial local, siempre que sea posible, para beneficiarse de una rápida escalabilidad, actualizaciones continuas, soporte técnico rápido y precios flexibles.

Referencias

'Warehouse Management' - A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse',

<https://www.koganpage.com/product/warehouse-management-9780749479770>

'Feasibility of Warehouse Drone Adoption and Implementation',

https://digitalcommons.bryant.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1066&context=mark_jou

'Warehouse Management & DC Optimization: Measuring What Matters',

<https://www.inboundlogistics.com/cms/article/warehousemanagement-dc-optimizationmeasuring-what-matters/>

'Drones relay RFID signals for inventory control',

<https://news.mit.edu/2017/drones-relay-rfid-signals-inventory-control-0825>

'Walmart's drone ambitions are real and smarter than Amazon's',

<https://www.zdnet.com/article/walmarts-drone-ambitions-are-realand-smarter-than-amazons/>

'Transforming modern retail: Findings of the 2018 RFID in Retail Study',

https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-84/Accenture-Transforming-Modern-Retail-RFID-in-Retail-Study-POV-2018.pdf

'Hybrid Aerial and Ground-based Mobile Robot for Retail Inventory',

<https://etd.auburn.edu/handle/10415/6223>

'The Typical Warehouse - What it is, When it was built',

<https://www.cisco-eagle.com/industries-served/orderful%EF%AC%81lment/the-typical-warehouse>

'Using autonomous robots tocontent/dam/Deloitte/us/manufDocuments/acturing/us-manufac
drive supply cain innovation',

<https://www2.deloitte.com/turing-autonomous-robots-supply-chaininnvation.pdf>

'Amazon is just beginning to use robots in its warehouses and they're already making a huge difference',

<https://qz.com/709541/amazonis-just-beginning-to-use-robots-in-its-warehouses-and-theyrealready-making-a-huge-difference>

'Transforming Your Warehouse 4.0 Business with The Smart ConnectedWarehouse',

<http://www.inspirage.com/eventlp/doc/mscp/denmark/6%20Connected%20Warehouse%20-%20Dominic.pdf>

'Using Drones in Internal and External Audits: An ExploratoryFramework',

<https://aaapubs.org/doi/abs/10.2308/jeta-51704>

Glossary Definitions from Wikipedia, <https://en.wikipedia.org>'Sprinting to Value in Industry 4.0',

<https://www.bcg.com/enin/publications/2016/lean-manufacturing-technology-digital-sprintingto-value-industry-40.aspx>

Glosario

- AI** *En informática, la inteligencia artificial, también llamada inteligencia de máquina, es la inteligencia demostrada por las máquinas.*
- APIs** *En programación de computadoras, una interfaz de programación de aplicaciones es un conjunto de definiciones de subrutinas, protocolos de comunicación y herramientas para crear software.*
- CCTVs** *Televisión de circuito cerrado también conocida como videovigilancia.*
- COTS** *Los productos comerciales listos para usar están disponibles comercialmente y se pueden comprar "tal cual".*
- Gemelo digital** *Se refiere a una réplica digital de activos físicos (gemelo físico), procesos, personas, lugares, sistemas y dispositivos que se pueden utilizar para diversos fines.*
- EDI** *El intercambio electrónico de datos es el intercambio electrónico de información comercial utilizando un formato estandarizado.*
- GPS** *El sistema de posicionamiento global es un sistema de navegación por radio basado en satélites.*
- IoT** *Internet de las cosas es la extensión de la conectividad a Internet en dispositivos físicos y objetos cotidianos.*
- TI** *Tecnología de la información / Sistemas de información.*
- KPI** *Un indicador clave de rendimiento es un valor medible que demuestra la eficacia con la que una empresa está logrando los objetivos comerciales clave.*
- PoCs** *Prueba de concepto es la realización de un determinado método o idea para demostrar su viabilidad, o una demostración en principio con el objetivo de verificar que algún concepto o teoría tiene potencial práctico.*
- QR Code** *Código de Respuesta Rápida. Los códigos QR a menudo contienen datos para un localizador, identificador o rastreador que apunta a un sitio web o aplicación.*
- R&D** *La investigación y el desarrollo es el proceso mediante el cual una empresa trabaja para obtener nuevos conocimientos que podría utilizar para crear nuevas tecnologías, productos, etc.*
- RFID** *La identificación por radiofrecuencia se refiere a una tecnología mediante la cual los datos digitales codificados en etiquetas RFID o etiquetas inteligentes (que se definen a continuación) son capturados por un lector a través de ondas de radio.*
- ROI** *Retorno de la inversión*
- SaaS** *El software como servicio permite a los usuarios conectarse y utilizar aplicaciones basadas en la nube a través de Internet.*
- UAVs** *Vehículo autónomo no tripulado es un vehículo sin piloto a bordo. Puede ser una aeronave controlada a distancia (por ejemplo, volado por un piloto en una estación de control en tierra) o puede volar de forma autónoma según planes de vuelo pre programados o sistemas de automatización dinámica más complejos.*
- WMS** *Un sistema de gestión de almacén es una aplicación de software, diseñada para respaldar y optimizar la funcionalidad del almacén y la gestión del centro de distribución.*