



# Title: Methodological Proposal for a Feasibility Study for the Implementation of a Vertical Warehouse for a Manufacturing Company in Southern Sonora

**Authors:** BUENO-SOLANO, Alfredo, VEGA-TELLES, Ernesto Alonso, LAGARDA-LEYVA, Ernesto Alonso and LÓPEZ-CORRAL, Iliana Guadalupe

Editorial label RINOE: 607-8695

VCIERMMI Control Number: 2023-02

VCIERMMI Classification (2023): 261023-0002

Pages: 22

RNA: 03-2010-032610115700-14

## RINOE - Mexico

Park Pedregal Business. 3580-  
Adolfo Ruiz Cortines Boulevard –  
CP.01900. San Jerónimo Aculco-  
Álvaro Obregón, Mexico City  
Skype: RINOE-México S.C.  
Phone: +52 1 55 1260 0355  
E-mail: [contact@rinoe.org](mailto:contact@rinoe.org)  
Facebook: RINOE-México S. C.  
Twitter: [@Rinoe\\_México](https://twitter.com/Rinoe_México)

[www.rinoe.org](http://www.rinoe.org)

## Holdings

Mexico	Peru
Bolivia	Taiwan
Cameroon	Western
Spain	Sahara

# Antecedentes de la gestión de almacenamiento

- La gestión del almacén es clave en la planificación, organización y control de la logística, para optimizar la distribución, el almacenamiento y el manejo de materiales. La preparación de pedidos es la actividad más costosa por lo que se deben garantizar eficiencia y servicio satisfactorio.
- El almacén vertical se ha consolidado como una alternativa para lograr una organización, eficiencia y seguridad óptimas, reduciendo los recorridos y movimientos de los manejadores de materiales, aunque su implementación requiere una mayor inversión inicial y tiene limitaciones de capacidad y flexibilidad.

# ¿Qué es un almacén vertical?

- Un almacén vertical es una estructura diseñada para maximizar el espacio de almacenamiento verticalmente. Este tipo de almacén utiliza un sistema de elevación para mover los productos hacia arriba y hacia abajo, lo que permite aprovechar al máximo la altura del edificio y aumentar la capacidad de almacenamiento. Los almacenes verticales son una herramienta valiosa en la gestión de inventarios, ya que permiten a las empresas almacenar más productos en un espacio limitado y reducir los costos asociados con el almacenamiento de inventario.
- Además de su capacidad de almacenamiento, los almacenes verticales también se caracterizan por su diseño compacto y eficiente. Están diseñados para ocupar el menor espacio posible en el suelo, lo que significa que se pueden instalar en áreas donde los almacenes horizontales no serían viables. Esto hace que los almacenes verticales sean una opción popular para las empresas que tienen limitaciones de espacio en sus instalaciones.



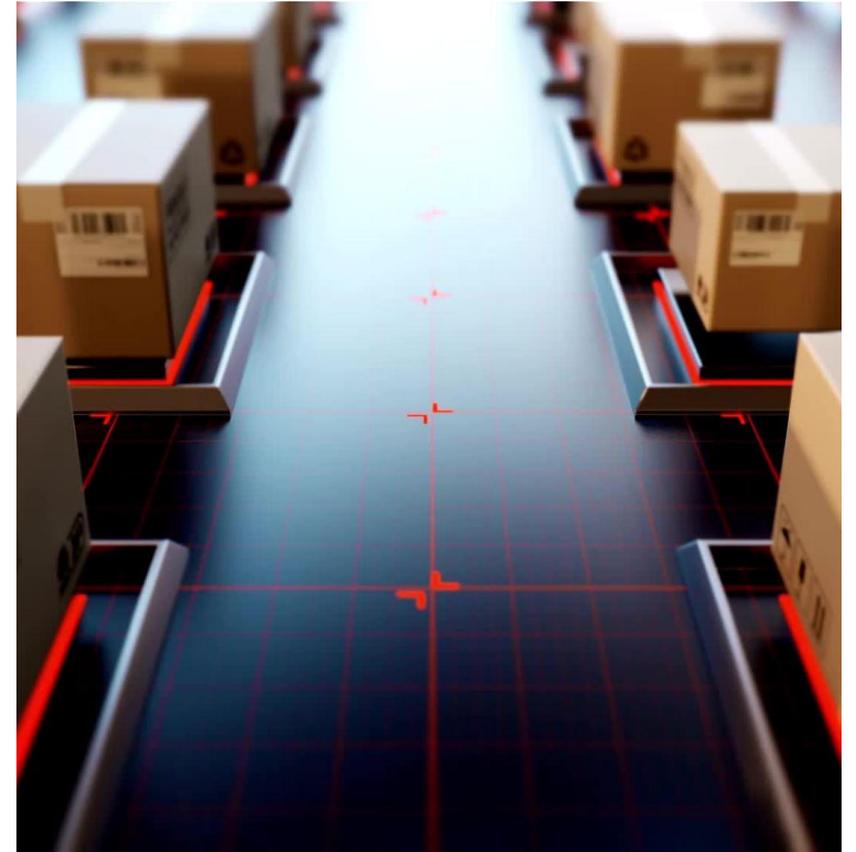
# Beneficios de la inversión en un almacén vertical

---

- Invertir en un almacén vertical puede traer muchos beneficios a largo plazo para la organización. Uno de los principales beneficios es el aumento de la capacidad de almacenamiento, lo que permite a la empresa mantener más inventario en menos espacio físico. Esto se traduce en una mayor eficiencia en la gestión de inventarios y en la reducción de costos operativos.
- Otro beneficio importante es la mejora en la eficiencia de la gestión de inventarios. Los almacenes verticales están diseñados para permitir un fácil acceso a los productos almacenados, lo que facilita la tarea de seguimiento de inventarios y reduce el tiempo necesario para localizar y recuperar los productos. Además, los sistemas de control de inventarios automatizados pueden integrarse fácilmente con los almacenes verticales para proporcionar una visibilidad completa del inventario en tiempo real.

# Alternativas a los almacenes verticales

Existen diversas alternativas de almacenamiento a los almacenes verticales, entre las cuales se encuentran los almacenes horizontales y los almacenes automáticos. Los almacenes horizontales son aquellos que utilizan estanterías convencionales para el almacenamiento de productos, sin la necesidad de sistemas de elevación. Por otro lado, los almacenes automáticos son similares a los almacenes verticales en cuanto a su sistema de elevación, pero se diferencian en que utilizan carruseles o cintas transportadoras para la manipulación de productos.



# Características de los almacenes verticales

---

- Los almacenes verticales son estructuras de almacenamiento que aprovechan el espacio vertical de un edificio para maximizar su capacidad de almacenamiento. Estos almacenes se caracterizan por su diseño compacto y eficiente, lo que les permite almacenar una gran cantidad de productos en un espacio reducido.
- Además, los almacenes verticales cuentan con un sistema de elevación que permite acceder a los productos almacenados en las alturas de forma rápida y segura. Este sistema de elevación puede ser manual o automático, dependiendo de las necesidades de la organización.

# Alternativas a los almacenes verticales

---

- Aunque las alternativas anteriores pueden ser más económicas en términos de instalación y mantenimiento, presentan desventajas en comparación con los almacenes verticales. Por ejemplo, los almacenes horizontales requieren de mayor espacio físico para su instalación, lo que puede limitar su capacidad de almacenamiento.
- Además, los almacenes automáticos pueden tener una menor capacidad de carga y no ofrecer la misma flexibilidad en la gestión de inventarios que los almacenes verticales.



# Ventajas de los almacenes verticales

---

- Una de las principales ventajas de los almacenes verticales es su capacidad para optimizar el espacio disponible. Al aprovechar la altura del lugar donde se instalan, se puede almacenar una mayor cantidad de productos en un espacio reducido. Esto se traduce en una reducción de costos en términos de alquiler o construcción de instalaciones más grandes.



# Ventajas de los almacenes verticales

---

- Otra ventaja importante de los almacenes verticales es que mejoran la eficiencia en la gestión de inventarios. Al contar con un sistema automatizado de elevación y transporte de mercancías, se reduce el tiempo necesario para ubicar y retirar productos. Además, se minimiza el riesgo de errores humanos en el manejo de los inventarios.



# Desventajas de los almacenes verticales

---

Los almacenes verticales tienen algunas desventajas importantes que deben ser consideradas antes de su instalación.

- Una de ellas es su alto costo de instalación y mantenimiento, que puede resultar prohibitivo para algunas organizaciones. Además, la operación de un almacén vertical requiere personal capacitado y especializado, lo que puede aumentar aún más los costos.
- Otra desventaja de los almacenes verticales es que no son adecuados para todos los tipos de productos. Algunos productos pueden ser demasiado grandes o pesados para ser almacenados en un almacén vertical, lo que limita su utilidad en ciertos contextos.

# Cadena de suministro post-COVID-19

---

La pandemia de COVID-19 ha cambiado la forma en que operan las cadenas de suministro. Las empresas necesitan ser más flexibles y adaptarse a entornos que cambian rápidamente. Por esto, se requieren soluciones que ayuden a las empresas:

- Mejorar la colaboración  
Colaborar con proveedores y clientes para tener mayor flexibilidad en la cadena.
- Ampliar la visibilidad  
Tener más información sobre los riesgos y las oportunidades de la cadena.
- Incrementar la agilidad  
Buscar formas de ser más flexibles y adaptarse rápidamente a los cambios en el mercado.

# Metodología para valorar la aportación del almacén vertical en la productividad de la organización

---

- La metodología para valorar la aportación del almacén vertical en la productividad de la organización implica evaluar diversos aspectos clave.
- Primero, se debe analizar la eficiencia en la gestión de inventarios, es decir, la capacidad del almacén vertical para optimizar el uso del espacio y reducir los tiempos de búsqueda de productos.
- Segundo, se debe considerar la reducción de costos que puede generar el uso de un almacén vertical, tanto en términos de espacio como de mano de obra.
- Finalmente, se debe evaluar el aumento de la capacidad de almacenamiento que ofrece un almacén vertical y su impacto en la cadena de suministro.



# Implicaciones logísticas del almacén vertical

---

- La instalación de un almacén vertical tiene importantes implicaciones logísticas que deben ser consideradas. Una de las principales ventajas es la optimización de la cadena de suministro, ya que permite una mejor gestión y control del inventario, lo que a su vez se traduce en una mayor eficiencia en los procesos de recepción y despacho de mercancías.
- Además, la instalación de un almacén vertical también puede mejorar la eficiencia en la gestión de inventarios, ya que permite una mejor organización y clasificación de los productos. Esto puede reducir el tiempo necesario para encontrar y recuperar un producto específico, lo que a su vez puede mejorar la velocidad y precisión en los procesos de recepción y despacho de mercancías.





## Contexto de la industria aeroespacial

- La industria aeroespacial es una de las más importantes en el mundo, con un valor de mercado de más de 838 mil millones de dólares. México se ha consolidado como líder global en el sector aeroespacial. El aumento en el volumen de compras en este sector por la creciente demanda ha generado deficiencias en la administración y control dentro del almacén de algunas empresas.

# Desafíos logísticos en la industria aeroespacial

La complejidad de la cadena de suministro en el sector aeroespacial se debe a que los productos son complejos, costosos y de alta tecnología. Algunos de los desafíos logísticos en la industria son:

- **Inventario**

Administrar y controlar el inventario de manera efectiva.

- **Capacidades de producción**

A medida que la demanda aumenta, se deben agregar nuevas capacidades de producción de manera eficiente.

- **Caducidad**

Las partes y componentes pueden caducar antes de la fabricación o después de la entrega, lo que causa el desperdicio de materiales.



# Proyecto de implementación del almacén vertical en una empresa manufacturera

## Factibilidad técnica, económica y ambiental

Uso de la clasificación ABC de inventarios, la matriz PUGH y el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) para seleccionar la opción más factible.

## Integración de tecnología

Requerimientos de software y hardware para el control del inventario y la automatización.

1

## Análisis preliminar

Identificación de objetivos y definición de límites.

2

3

## Organización del espacio

Se determinará la cantidad y el tamaño de los niveles y columnas del almacén vertical, el tipo de estantes, y se crearán áreas de trabajo y caminos de acceso.

4

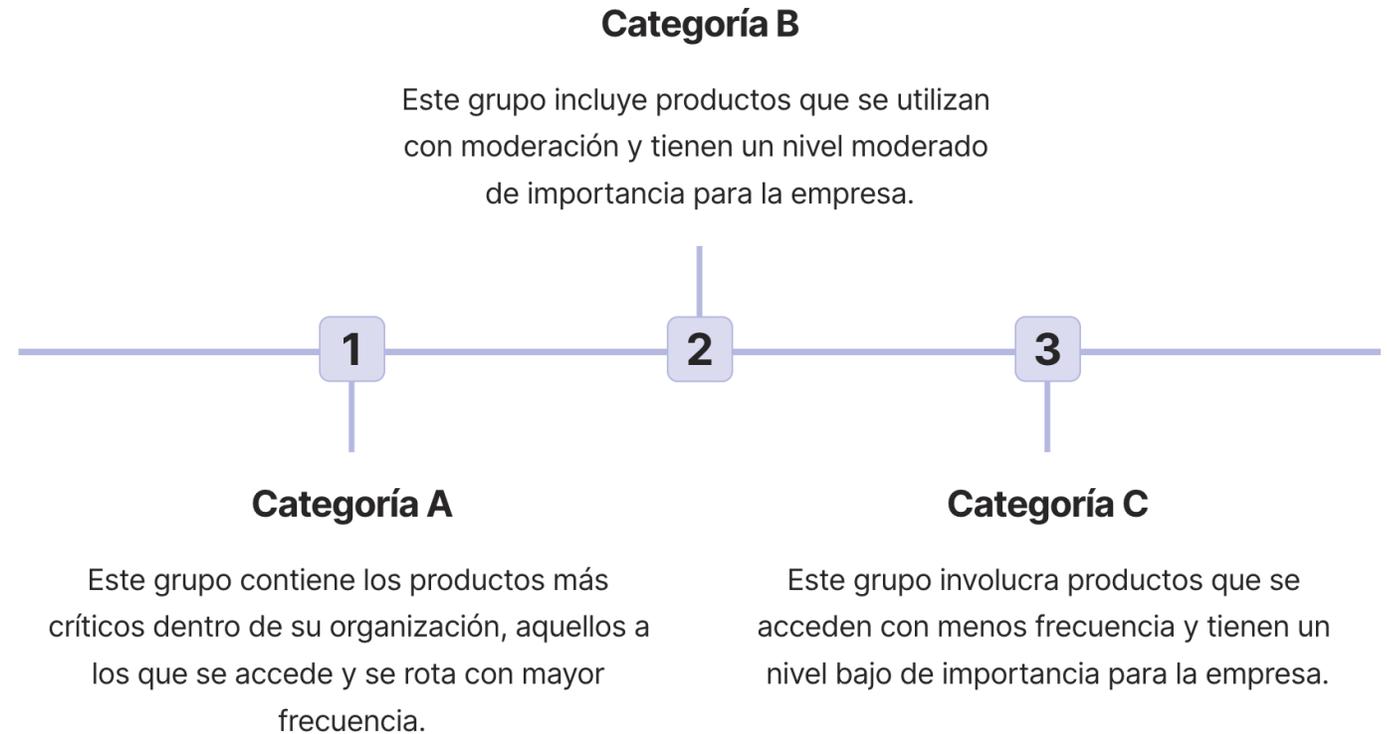
5

## Implementación

Configuración final, pruebas, aceptación y puesta en marcha.

# El Método ABC

El método ABC es un método de clasificación de inventario basado en la relevancia de los bienes dentro de una organización. Utilizamos este método para evaluar los productos de su instalación en función de su relevancia, valor total y rotación. Esta clasificación nos permitió encontrar la solución óptima para sus requisitos de almacenamiento, y tuvimos algunos resultados excelentes.



# Análisis ABC

- Utilizamos el método ABC para clasificar nuestro inventario en función de la rotación, relevancia para la empresa y la cantidad de veces que se utiliza cada producto al día. Los resultados de nuestro análisis se detallan en la Tabla 2. Descubre cómo esta clasificación nos ayuda a optimizar nuestro espacio de almacenamiento.

- TABLA 2. Clasificación ABC según número de parte.

CLASIFICACIÓN	NÚMEROS DE PARTE	PROMEDIO DE USO POR DÍA (EN VECES DE USO)	PORCENTAJE ACUMULADO POR VOLUMEN DE USO
A	65	780	74.04
B	88	345	94.08
C	117	180	100

# Matriz PUGH

Después de obtener la organización de los productos con el método ABC se realizó una matriz PUGH para comparar opciones entre sí mediante un arreglo multidimensional para poder seleccionar el almacén que se establezca a las necesidades de la empresa tales como integración SAP, si el almacén cumple con el presupuesto, mantenimiento o soporte técnico, costos de importación, capacidad de almacenamiento, tecnología adicional (laser pointer, barra alfanumérica, etc). La tabla 3 presenta un resumen. Ver Tabla 3

TABLA 3. Matriz PUGH

Crterios	Factor	A1	A2	A3...	A20
Integración SAP	10	1	1	1	1
Cumple con el presupuesto	9				
Mantenimiento/soporte técnico	8	1	1	1	0
Costos e importación	7				
Capacidad de almacenamiento	6				
Laser Pointer	5	1	1	1	-1
Configuración de bahías	4	1	1	1	1
Velocidad del sistema	3	1	1	1	0
Integración de tecnologías	2	1	1	1	1
Barra alfanumérica	1	1	1	1	-1
PUNTUACIÓN		33	33	33	10

# Oferta comparativa

*TABLA. Comparativa de opciones*

Con estos requerimientos, se inició la búsqueda de opciones en el mercado. En total se identificaron 20 sistemas de almacenamiento que satisfacen las necesidades del proyecto y a continuación se presenta una tabla con las principales opciones a considerar.

Modelo	Dimensiones en mm.	Capacidad útil en ton.	Software
Modula LIFT	Altura: 3,300 – 16,000 Ancho: 1,900 – 4,100 Profundidad: 400 a 857	50 – 90	Software propio compatible con SAP
Modula Sintesis1	Altura: 2,600 – 7,100 Ancho: 1,300 – 1,700 Profundidad: 654	25 – 30	Software propio compatible con SAP
Modula One PICK	Altura: 3,300 – 16,000 Ancho: 1,900 – 4,100 Profundidad: 400 a 857	Peso máximo es de 25 kg, por unidad de carga	Software propio compatible con SAP
LOGIMAT	Altura: 2,450 – 23,850 Ancho: 1,900 – 5,200 Profundidad: 150 a 1000	Carga útil neta 25 – 60.	Integrado en sistema SAP sin importar el nivel de automatización
Kardex Megamat 180	Altura: 2,200 – 7,500 Ancho: 1,870 – 3,870 Profundidad: 1441 a 1671	6	Software propio compatible con SAP
Ferrerto Group Vertimag	Altura: 3,200 – 12,000 Ancho: 1,870 – 4,275 Profundidad: 1441 a 1671	70	Software propio compatible con SAP
Fismash Vertical lift	Altura: 3,800 Ancho: 3074mm	4.2	Software propio compatible con SAP

# Proceso Analítico Jerárquico (AHP)

- El Proceso Analítico Jerárquico (AHP) nos permitió evaluar las principales alternativas que cumplieran con nuestros requisitos técnicos. Después de comparar las cuatro opciones disponibles en función del precio, la vida útil, el consumo de energía y los costos de mantenimiento, identificamos la alternativa óptima. Obtén más información en la tabla de valores de criterios.

Mejor Opción disponible

TABLA 4. Matriz de Comparación Criterio Vida Útil

Criterio: Vida Útil					
	A1	A2	A3	A4	Vector
A1	1	9	5	3	0.53
A2	1/9	1	1/7	1/7	0.55
A3	1/5	7	1	1/3	0.04
A4	1/3	7	3	1	0.04

TABLA 5. Matriz de Comparación de pares

Comparación con criterios pares (CCP)					
	Precio	Vida útil	Costo Mtto.	Consumo de energía	Vector
A1	1	1/5	5	1/3	0.14
A2	5	1	9	1	0.46
A3	1/5	1/9	1	1/5	0.05
A4	1/3	1	5	1	0.35

TABLA 6. Matriz de decisión

Matriz de decisión					
	Precio	Vida útil	Costo Mtto.	Consumo de energía	Puntos Totales
A1	0.12	0.25	5	1/3	0.34
A2	0.53	.55	.04	.04	0.35
A3	0.31	0.10	0.62	0.15	0.17
A4	0.04	0.10	0.12	0.26	0.15
CCP	0.14	0.46	0.05	0.35	



# Conclusiones



**OPCIÓN 1** UNA SOLUCIÓN ECONÓMICA CON SERVICIOS POSTVENTA LIMITADOS. ADECUADA PARA INSTALACIONES PEQUEÑAS.



**OPCIÓN 2** GRAN COMPATIBILIDAD CON EL SISTEMA SAP, ALTA CAPACIDAD Y EXCELENTES SERVICIOS POSTVENTA. ESTA FUE NUESTRA OPCIÓN RECOMENDADA.



**OPCIÓN 3** ALTOS COSTOS DE MANTENIMIENTO, PERO UN EXCELENTE CONSUMO DE ENERGÍA Y UNA GRAN CAPACIDAD DE CARGA. RECOMENDADA PARA EMPRESAS CON UN ALTO FLUJO DE TRÁFICO.



**OPCIÓN 4** UNA OPCIÓN RELATIVAMENTE ECONÓMICA CON BAJA CAPACIDAD, PERO ADECUADA PARA PEQUEÑAS EMPRESAS CON UN PRESUPUESTO LIMITADO.

Durante nuestra búsqueda de sistemas de almacenamiento vertical, analizamos varias opciones en el mercado.

Nuestro enfoque se centró en la capacidad y carga, tecnología, servicios postventa y ubicación geográfica.



# Conclusiones

---

- Los almacenes verticales son una herramienta clave en la gestión de inventarios y la optimización de la cadena de suministro. Su capacidad de almacenamiento compacto, su eficiencia en la gestión de inventarios y su contribución a la reducción de costos hacen que sean una inversión valiosa para cualquier organización.
- Sin embargo, es importante tener en cuenta las desventajas de los almacenes verticales, como su alto costo de instalación y mantenimiento, y la necesidad de contar con personal capacitado para su operación. También es fundamental evaluar cuidadosamente los factores a considerar al tomar la decisión de invertir en un almacén vertical, como el costo de adquisición, el retorno de inversión y la capacidad de la organización para operar y mantener el almacén.





© RINOE-Mexico

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. VCIERMMI is part of the media of RINOE-Mexico., E: 94-443.F: 008- ([www.rinoe.org/booklets](http://www.rinoe.org/booklets))