



**Universidad Autónoma de Yucatán  
Facultad de Ingeniería Química**

**MODELO DE CLASIFICACION  
MULTICRITERIO PARA EL CONTROL DE  
INVENTARIO EN UNA EMPRESA DEL SECTOR  
INDUSTRIAL**

**TRABAJO TERMINAL**

Presentada por:

**IVETTE GUADALUPE LOPEZ PADILLA**

En opción al grado de:

**Maestro en Ingeniería de Operaciones  
Estratégicas**

Director:

**JESSICA ALEJANDRA CANTO MALDONADO**

**Mérida, Yucatán, México, Enero 2020**

## **FORMATO A1. CARTA DE DIRECTOR.**

Mérida, Yuc. a 16 de diciembre de 2019.

Dr. Julio Sacramento Rivero

Jefe de la Unidad de Posgrado e Investigación

Facultad de Ingeniería Química.

Presente.

Por este medio informo a Ud. que el Trabajo Terminal denominado “Modelo de clasificación multicriterio para el control de inventario en una empresa del sector industrial” elaborado por el C. Ivette Guadalupe López Padilla para obtener el grado de Maestro en Ingeniería de Operaciones Estratégicas, ha sido realizado bajo mi asesoría y dirección, y considero que cumple con las características propias de un trabajo de titulación.

Sin otro particular, quedo a su disposición para cualquier aclaración adicional.

Atentamente

-----  
JESSICA ALEJANDRA CANTO MALDONADO

## **FORMATO B1. CARTA DE PROFESOR TITULAR.**

Mérida, Yuc. a 16 de diciembre de 2019.

IQI. Roger Agustín Bargas Interián

Secretario Administrativo

Facultad de Ingeniería Química.

Presente.

Por este medio informo a Ud. que el Trabajo Terminal denominado “Modelo de clasificación multicriterio para el control de inventario en una empresa del sector industrial” elaborado por el C. Ivette Guadalupe López Padilla para obtener el grado de Maestro en Ingeniería de Operaciones Estratégicas, ha sido revisado y corregido, por lo que considero que cumple con los requisitos necesarios para ser presentado en examen de grado, autorizando su encuadernación.

Sin otro particular, quedo a su disposición para cualquier aclaración adicional.

Atentamente

-----  
JESSICA ALEJANDRA CANTO MALDONADO

## **FORMATO C1. SOLICITUD DE EXAMEN DE GRADO.**

Mérida, Yuc. a 16 de diciembre de 2019.

M. en C. María Dalmira Rodríguez Martín

Director de la Facultad de Ingeniería Química.

Presente.

Por este medio le solicito me sea concedido presentar Examen en opción al grado de Maestro en Ingeniería de Operaciones Estratégicas, habiendo entregado para tal efecto la documentación correspondiente en la Secretaría Administrativa, de acuerdo con el artículo 54 del Reglamento de Inscripciones y Exámenes de la UADY y del Manual de Procedimientos de Titulación de esta Facultad.

Atentamente

---

IVETTE GUADALUPE LOPEZ PADILLA

## **FORMATO D1. CARTA DE AUTORIZACIÓN.**

### **CARTA DE AUTORIZACIÓN**

El presente trabajo denominado “MODELO DE CLASIFICACION MULTICRITERIO PARA EL CONTROL DE INVENTARIO EN UNA EMPRESA DEL SECTOR INDUSTRIAL” elaborado por el C. IVETTE GUADALUPE LOPEZ PADILLA ha sido autorizado para ser presentado en Examen en opción al Grado de MAESTRO EN INGENIERÍA DE OPERACIONES ESTRATÉGICAS.

### **LOS REVISORES**

---

RENE LOPEZ FLORES

---

LUIS F. MORALES MENDOZA

---

JAVIER E. VALENCIA MÉNDEZ

EL DIRECTOR

EL AUTOR

---

JESSICA A. CANTO MALDONADO

---

IVETTE G. LOPEZ PADILLA

## **FORMATO E1. PÁGINA DE ADVERTENCIA.**

Aunque un trabajo hubiere servido para el Examen de Grado y hubiere sido aprobado por el Sínoo, sólo su autor es responsable de las doctrinas en él emitidas

Artículo 90 del Reglamento Interior de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca de manutención número 917472.



## Contenido

Resumen .....	I.
Abstract .....	II.
Palabras clave .....	III.
Capítulo 1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes.....	3
Capítulo 2. Estado del arte .....	5
2.1. Marco conceptual.....	5
a. Gestión de la cadena de suministro ( <i>Supply chain management</i> ).....	6
b. Gestión Logística .....	6
c. Logística .....	7
d. Evolución del enfoque logístico.....	8
e. Costos logísticos.....	11
f. Gestión por categorías ( <i>Category Management</i> ).....	12
g. Ensamble a pedido .....	12
h. La planificación de los materiales o MRP.....	13
i. Lista de materiales.....	13
j. Inventario .....	14
k. Gestión de inventario .....	14
l. Control de inventarios .....	15
m. Sistema de inventarios ABC .....	15
n. Análisis de optimización multicriterio.....	16
2.2. Marco contextual.....	16
2.3. Control de inventarios .....	20
Capítulo 3. Objetivos .....	28
3.1. Justificación con planteamiento del problema.....	28
3.2. Objetivo general.....	34
3.3. Objetivos específicos .....	34
Capítulo 4. Materiales y métodos .....	35
4.1. Tipo de investigación .....	35
4.2. Diagrama de flujo con la metodología general del trabajo.....	37

4.3. La metodología .....	39
4.3.1. Identificar causas .....	39
4.3.2. Seleccionar el modelo .....	40
4.3.3. Crear propuesta .....	41
Capítulo 5. Resultados .....	42
5.1. Modelo de Wan para el control de inventario .....	50
Capítulo 6. Discusión.....	56
Capítulo 7. Conclusiones.....	61
Referencias.....	64
Anexo .....	68

## Índice de Figuras

Figura 1. Porcentaje de participación de los materiales del inventario de la empresa .....	32
Figura 2. Valor total del inventario de la compañía en México .....	33
Figura 3. Metodología general del trabajo en la empresa de estudio .....	37
Figura 4. Cadena de valor de Porter de la empresa de estudio .....	43
Figura 5. Diagrama de Ishikawa de la empresa .....	45
Figura 6. Evaluación de causas identificadas.....	46
Figura 7. Impacto porcentual según la categoría de causas reconocidas .....	47
Figura 8. Clasificación ABC del inventario .....	48
Figura 9. Peso ponderado por criterio en el esquema AHP .....	57
Figura 10. Valores de ponderación. Modelo envolvente de datos .....	57
Figura 11. Comparación de clasificación de los artículos entre los cuatro modelos ..	58
Figura 12. Nivel de certitud de otros modelos, respecto al modelo de Wan .....	59

## Índice de Tablas

Tabla 1. Causas potenciales .....	44
Tabla 2. Recolección de datos del caso de estudio. Primeros 5 ítems .....	49
Tabla 3. Valor de puntuación de artículos en el modelo de Wan.....	51
Tabla 4. Clasificación del modelo de Wan .....	52
Tabla 5. Programa de control estándar para sitios y zonas de negocio .....	55
Tabla 6. Datos de inventario. parte 1 .....	68
Tabla 7. Datos de inventario. Parte 2 .....	69
Tabla 8. Valor de puntuación de artículos en el modelo de Wan. 1 .....	70
Tabla 9. Valor de puntuación de artículos en el modelo de Wan. 2.....	71
Tabla 10. Clasificación del modelo de Wan. Parte 1 .....	72
Tabla 11. Clasificación del modelo de Wan. Parte 2 .....	73
Tabla 12. Comparación de clasificación de los artículos entre los cuatro modelos. P1 .....	74
Tabla 13. Comparación de clasificación de los artículos entre los cuatro modelos. P2 .....	75
Tabla 14. Comparación de clasificación de los artículos entre los cuatro modelos. P3 .....	76
Tabla 15. Comparación de clasificación de los artículos entre los cuatro modelos. P4 .....	77

## Resumen

El control de inventarios es uno de los temas más complejos de la logística y de la planeación y administración de la cadena de suministro (*Supply Chain Management, SCM*). Las deficiencias en la perspectiva de control y agrupación de inventarios son una motivación para desarrollar un enfoque de optimización para mejorar el agrupamiento de inventario ABC existente, planteando como esencial la diligencia de los resultados, optimizando así la planeación de los recursos materiales.

La clasificación de los artículos, es el método imprescindible en la administración del inventario, y la clasificación ABC, es el esquema más popular para clasificar los artículos en el inventario. El uso anual en dólares se utiliza en la clasificación clásica ABC como criterio único, no obstante, los otros criterios potenciales no se tienen en cuenta.

Actualmente, la clasificación de inventario multicriterio atrae mucha más atención que nunca y es la clave en la investigación del control de inventarios.

El presente trabajo, se desarrolló para una empresa del sector de refrigeración e infraestructura industrial en México. Este documento propone un control de inventario de materiales para la gestión de abastecimiento en una empresa del sector industrial. Como método de solución estratégico, fue implementado el esquema de optimización de múltiples criterios, basándose en las características y necesidades de la empresa.

## **Abstract**

Inventory control is one of the most complex issues in logistics and planning and supply chain management, SCM. The deficiencies in the perspective of inventory control and grouping, are a motivation to develop an optimization approach to improve the grouping of existing ABC inventory, raising the diligence of results as essential, so, optimizing the planning of material resources.

Item classification, is the essential method in inventory management and ABC classification, is the most popular scheme to classify the articles in the inventory. The annual use in dollars, is used in the classic ABC classification, as the only criterion, however, the other potential criteria are not taken into consideration.

Currently, the multi-criteria inventory classification attracts much more attention than ever and is the key in inventory management research.

This work was developed for a refrigeration and infrastructure company in the industry sector in Mexico. This document proposes an inventory control of materials for supply management in an industry sector company. As a strategic solution method, the multi-criteria optimization scheme, was implemented, based on the characteristics and needs of the company.

## **Palabras clave**

- MCDA. Análisis de Decisiones en Ambientes Multicriterio
- MCIC. Control multicriterio de inventarios
- MCABC. Multicriterio ABC
- MRP. Planificación de los recursos materiales
- SCM. Gestión de la cadena de suministro
- LM. Gestión logística
- CM. Gestión de categorías
- 3PL. Proveedores de servicios de logística de terceros
- CM. Comité de decisión

## Capítulo 1. Introducción

Para tener un control eficiente de una gran cantidad de artículos de inventario, el enfoque tradicional es clasificar el inventario en diferentes grupos. Se pueden aplicar diferentes políticas de control de inventario a diferentes grupos. La clasificación ABC es simple de entender y fácil de usar. Sin embargo, se basa en una sola medición como el uso anual en dólares (Ng., 2006).

La estructura organizacional, los roles, las responsabilidades del personal que interviene en la toma de decisiones, la madurez de los procesos, los procedimientos y el grado de desarrollo de proveedores entre otros, son aspectos clave que reflejan la relación existente entre la planeación estratégica y la gestión de abastecimiento. Se puede determinar la categoría (táctica o estratégica) que cumple la gestión integral de la cadena de abastecimiento para una organización, teniendo en cuenta que, en la actualidad, las diferentes funciones logísticas se encuentran en un periodo de transición, ascendiendo, de un enfoque de actividades de soporte, a un modelo, donde la gestión de abastecimiento es un elemento facilitador e indispensable. Por lo anterior, podemos confirmar una fuerte relación entre la gestión integral de la cadena de suministro y la planeación estratégica, como un área de la administración esencial para desarrollar estrategias competitivas y generación de ingresos (Arto, 2011).

En este sentido, se hace imprescindible un control de los inventarios que conlleve a mantener la cantidad de bienes necesarios, considerando que un nivel bajo puede ocasionar constantes interrupciones en el sistema de fabricación y la imposibilidad de cubrir la demanda de los clientes; por su parte, un nivel alto de inventario lleva consigo altos costos que pueden afectar en gran medida el margen de ganancias del negocio (Gayle, 1999). El control de inventarios constituye un área de las organizaciones en la cual es factible la reducción de costos sin llegar a reducir los ingresos, elemento fundamental para la supervivencia de las empresas en tiempos modernos (Sucky, 2005).

El presente trabajo evalúa los criterios necesarios a considerar, que inciden en el control de inventarios, de acuerdo a las necesidades de la empresa y presenta un control de inventarios, basado en múltiples criterios, en una empresa del sector industrial, para mejorar su competitividad desde el sistema de inventarios, tomando en cuenta aspectos operativos y de tipo estratégico que son relevantes para su adecuada administración.

El capítulo uno, describe brevemente los antecedentes del presente trabajo, exponiendo la necesidad de implementar herramientas y sistemas de control que se adapten a las necesidades de la actualidad. El capítulo dos, presenta los diferentes sistemas empleados hasta ahora en el control de inventarios, así como la utilidad de los mismos, no obstante, también explica las limitaciones de estos sistemas. En consecuencia, expone los trabajos diversos, hasta ahora desarrollados y el modelo seleccionado, que es una propuesta de optimización y gestión más eficiente y exacta para el control de inventarios.

El capítulo tres, expone el objetivo general del presente trabajo y los objetivos específicos para el caso de inventario, basándose en las características y necesidades de la empresa. El capítulo cuatro, traza la metodología a seguir en este trabajo, expone el tipo de investigación, el alcance, el tipo de enfoque. Así también, describe las etapas que abarca el trabajo y presenta las herramientas a utilizar para desarrollar la propuesta de solución.

El Capítulo cinco, expone los resultados obtenidos del caso de estudio, el proceso de selección de criterios, el desarrollo del modelo y la comparación del modelo respecto a otros. Adicionalmente, el Capítulo seis solventa los resultados obtenidos del modelo, así como la comparación de este respecto a otros modelos. Finalmente, el Capítulo siete presenta las conclusiones y recomendaciones respecto al trabajo.

El control de inventarios es en principio, parte medular de los negocios de comercialización, servicios y fabricación de productos, la capacidad de atender la demanda de forma óptima, es una de las prioridades para este mercado, por lo que contar con los productos esenciales en tiempo y forma, deberá ser elemental para aquellos interesados en alcanzar el éxito de negocios.

## 1.2. Antecedentes

La evolución de las empresas de giro industrial ha pasado recientemente de una fase de fuerte crecimiento a una fase de complejidad del producto, ampliando la gama de productos en catálogos y diversificación de productos y modelos personalizados. Este aumento en la complejidad de los productos constituye una cierta ventaja competitiva cuando proporciona un valor agregado real para el consumidor. Sin embargo, también implica una gestión industrial mucho más compleja de los procesos.

En administración de materiales, se emplea la planificación de recursos materiales, para procesar, integrar y mantener la información, entonces, si el sistema es complejo, los principios de funcionamiento deben seguir siendo simples. Detrás de esta complejidad, encontramos solo dos flujos principales: flujo de materiales e información. La velocidad del flujo de información es muy diferente de la velocidad del flujo de materiales (excepto si la información es movida por personas), por lo tanto, las actividades humanas deben facilitar y acelerar el flujo, así como eliminar los desechos en los procesos. La gestión de materiales maneja bien estos flujos y se adaptan bien a una simple lista de materiales.

La empresa de estudio es un ejemplo de complejidad de productos, es una de las más avanzadas compañías de manufactura industrial, en compresores de refrigeración, cuenta con múltiples productos en sus diversas plataformas estratégicas de negocio. La empresa, tiene la idea consistente, en que los negocios son creados por grupos de trabajo pequeños, esta idea es especialmente importante en el mundo de la tecnología, debido a que la empresa tiene la firme creencia de que la tecnología no debe basarse en argumentos imprácticos o conocimientos teóricos aislados, pero si basados en lugares reales, cosas reales y situaciones reales. Por lo tanto, algo en la práctica genera situaciones ilógicas, no en situaciones lógicas. En estas situaciones, el entorno o la cooperación invisible entre los miembros es fundamental.

Cuando “el arte del servicio” es requerido, una planta en producción no puede detener la operación por mucho tiempo. Se requiere la “fuerza tecnológica real” y “capacidades de servicio” de cada miembro de la empresa de estudio para tratar con precisión el fallo del sistema en la planta en la esfera de “sitio real”, “cosas reales” y “situaciones reales”. Naturalmente, los miembros individuales tienen sus propias técnicas al igual que los jugadores de fútbol profesional que tienen habilidades increíbles. Los hombres y mujeres de la compañía ofrecen resultados de la revisión y reparación habituales, especifican y reparan fallas, luego diagnostican el sistema y finalmente ofrecen propuestas adaptadas a las necesidades cada planta y clientes en la industria. Utilizando una red global en constante mejora continua ante sus competidores, la empresa requiere de aprovisionamiento de productos para llevar a cabo sus actividades de producción y/o venta de acuerdo a las necesidades particulares de cada cliente y por consiguiente la existencia de inventarios.

## Capítulo 2. Estado del arte

### 2.1. Marco conceptual

La planeación estratégica es el proceso a través del cual quienes guían a la organización crean procedimientos y operaciones con una visión de futuro. Es un mecanismo fundamental para que las empresas alcancen sus objetivos y metas planteadas, teniendo en cuenta que su correcta elaboración y desarrollo son determinantes para cumplirlas (R., 2014).

El tópico de inventarios es un tema muy sensible del área de logística y administración de la cadena de suministro, debido a que con un 29.5%, los inventarios constituyen uno de los dos elementos principales de los costos logísticos en las organizaciones (Conference.CSCMP, 2010).

En este sentido, es importante que todas las directivas entiendan la importancia que representa la planeación estratégica en los inventarios y por lo tanto deben desarrollar sus conocimientos y comprender con claridad las necesidades de la empresa, para que la planeación estratégica les permita interactuar con un mundo cambiante, competitivo, riesgoso y que se encuentra en constante evolución.

A continuación, se hace mención de conceptos para comprender integralmente la planeación estratégica en el control de inventarios:

a. Gestión de la cadena de suministro (*Supply chain management*)

La gestión de la cadena de suministro consiste en la integración de todas las actividades asociadas con el flujo y transformación de bienes e información asociada desde la fase de materias primas hasta el usuario final, a través de relaciones mejoradas, para adquirir una ventaja competitiva sostenible, incluye la gestión de los sistemas de información, aprovisionamiento y compras, programación de la producción, tramitación de pedidos, gestión de inventarios, almacenamiento, servicio al cliente, y servicio posventa (Arto, 2011).

La gestión propone la integración y coordinación de todos los procesos clave de la empresa comprendidos entre el usuario final y los proveedores iniciales, con el fin de crear y entregar valor al usuario final, en la forma de producto terminado o servicio. Fluye directamente desde arriba y requiere de un proceso de decisión estratégico, es un enfoque con implicaciones estratégicas para las empresas más allá de la logística integral. El éxito depende de la habilidad para satisfacer la demanda de los clientes (Ballou, 2004).

b. Gestión Logística

La gestión empresarial es como un armario: en su interior hay unos cuantos cajones, compartimentos y sitios donde guardamos diferentes objetos en función de una serie de criterios, bien sea de forma, utilidad, tamaño o temporada, algunas de ellas son puntuales y se centran en áreas específicas, como por ejemplo la gestión financiera. Sin embargo, otras tienen un carácter estratégico que precisa un trabajo más amplio y complejo, como es el caso de la gestión logística (Deusto, 2016).

El desafío del cambio en la gestión logística consiste en “reinventar” el proceso logístico que actualmente se aplica en la empresa. Todo proceso de integración logística revela que las dificultades para la integración interfuncional están en las mismas estructuras organizacionales, en la responsabilidad efectiva de los inventarios, en las prácticas de compartir información y en la naturaleza de los sistemas de medición del desempeño. La gestión logística es toda acción y conocimientos que posee una empresa para captar, acceder o hacer uso de los recursos necesarios que hacen posible el desarrollo de su actividad empresarial (Deusto, 2016).

Para satisfacer los nuevos objetivos de desempeño, el proceso logístico debe integrar todo el trabajo necesario y obviamente evitar el que no sea necesario. El trabajo interno relacionado con la logística de la empresa, por un lado, debe ser coordinado, y por otro integrarse operativamente a lo largo de la cadena de suministros. A nivel operativo, es importante para los gerentes de Logística identificar y compensar deficiencias: debe existir una integración y cooperación interfuncional en la gestión de las operaciones de los procesos logísticos, desde la compra de los insumos hasta la entrega de productos, con el nivel de servicio al cliente establecido.

#### c. Logística

El término logística ha sido tomado del ámbito militar para ser utilizado en el mundo empresarial como el término que, en un sentido general, se refiere al posible flujo de los recursos que una empresa va a necesitar para la realización de sus actividades y al conjunto de operaciones y tareas relacionadas con el envío de productos terminados al punto de consumo o de uso. Por lo tanto, el éxito final de un proyecto depende en una buena parte, de la logística (US AID John Snow, 2010). La logística es "una función operativa importante que comprende todas las actividades necesarias para la obtención y administración de materias primas y componentes, así como el manejo de los productos terminados, su empaque y su distribución a los clientes" (Coyle, 2013).

Es "el proceso de administrar estratégicamente el flujo y almacenamiento eficiente de las materias primas, de las existencias en proceso y de los bienes terminados del punto de origen al de consumo", es "el movimiento de los bienes correctos en la cantidad adecuada hacia el lugar correcto en el momento apropiado", es "el proceso de mover y posicionar inventario para lograr los requerimientos del cliente al costo logístico total más bajo posible, típicamente incluye responsabilidades funcionales para el pronóstico, el servicio al cliente, el transporte, el almacenamiento y la administración de los inventarios, el desempeño de estas funciones tradicionales es esencial para las operaciones del día a día de la Cadena de Abastecimiento" (Lambert, Stock, & Ellram, 1998).

d. Evolución del enfoque logístico

Remotamente como lo registra la historia, los bienes que las personas querían no se producían en el lugar donde querían que se consumieran, o no eran accesibles cuando la gente los quería consumir, la comida y otras mercancías útiles estaban comúnmente dispersas y sólo disponibles en abundancia en ciertas épocas del año (Antún, 2000).

Los antiguos podían consumir los bienes en su ubicación original o moverlos a un lugar preferido, almacenándolos para su consumo más tarde. Sin embargo, como todavía no existían transportes, ni lugares de almacenamiento bien desarrollados, el movimiento de los bienes era limitado a lo que un individuo pudiera mover por sí mismo. La logística de los negocios es un campo relativamente nuevo en el estudio integrado de la gerencia, si lo comparamos con los tradicionales campos de las finanzas, el mercadeo o *marketing* y la producción. Los individuos han llevado a cabo actividades de logística durante muchos años. Las empresas también se han ocupado continuamente de las actividades de movimiento, almacenamiento, transporte e inventario. La novedad de este campo estriba en el concepto de dirección coordinada e integración de las actividades relacionadas con la logística (Lima, Breval, Taboado, & Follmann, 2017).

Durante los últimos años, el alcance de la logística se ha expandido más allá de la actividad de transporte, para abarcar una perspectiva amplia y más integrada de la administración de costos y el suministro de servicios, para un posicionamiento en tiempo y oportunidad “correctos”, según un costo “correcto”, del producto “correcto” conforme la demanda del mercado.

El acierto radica en administrar los procesos y gestionar las operaciones que implican, para lograr que en cada caso el nivel de evaluación haya sido justamente “correcto”.

Desde Marco Polo, los gerentes de Logística comenzaron a entender y conseguir alcanzar compromisos de equilibrio de costos entre áreas clave de la operación logística, como el transporte y los inventarios. Además, resultó evidente que se podía ganar una ventaja competitiva sustancial al proveer un servicio logístico de clase superior a clientes selectos, en particular, a los estratégicos.

Un detonador importante para un mejor desarrollo de las capacidades de la logística fue la reducción de los costos de la tecnología para obtener y manejar información (Ballou, 2004).

A continuación, se relaciona el cambio constante que ha sufrido la logística como tal, en los últimos años (Antún, 2000):

- Descubrimiento del gran potencial de la logística integral y los costos totales. El enfoque de costo como estructura sistémica permitió revelar que, para llegar al costo total menor, no siempre es necesario minimizar alguno de los componentes de costo. El descubrimiento del compromiso entre costos condujo a proclamar el “equilibrio costo-costo”.
- La optimización del servicio al cliente a través de un mejor desempeño de la logística fue propuesta como estrategia para generar ganancias y lograr ventaja competitiva. Ahora se trata del “equilibrio costo-servicio”. Aunque este concepto fue introducido en los años cincuenta no fue hasta los años ochenta cuando se usó ampliamente.

- La logística se centró en un nuevo recurso, el “Outsourcing. Los beneficios del “equilibrio costo-servicio” se podían obtener integrando servicios “multioperacionales”, brindados por empresas “operadores logísticos” (3PL o *Third Party Logistics Services Suppliers*). Este concepto fue intensificado en la práctica en los noventa con las alianzas estratégicas en logística, imprescindibles para manejar negocios globales en *retailing* (venta minorista), en particular cadenas o franquicias, y en subcontratación internacional derivados de la segmentación y deslocalización de procesos de fabricación.
- En esta época existió un nuevo interés en la integración de las operaciones logísticas de la empresa. La reducción del costo de la tecnología de información permitió a los gerentes concentrarse más en el mejoramiento de la calidad operativa. En esta etapa se cambiaron prácticas para el ordenamiento de pedidos *just in- time* (JIT), es decir, una entrega precisa con la cantidad exacta, cuando y donde se necesitará, para satisfacer los requerimientos de cada cliente. El concepto JIT se implantó esencialmente en procesos de manufactura y se consolidó en los sectores aeronáutico y espacial, automotriz y de electrodomésticos. En esta etapa se modificaron las prácticas para el ordenamiento de pedidos. El enfoque del Just In Time, alcanzó al consumidor final con las estrategias QR (*quick response*) y ECR (*Efficient Consumer Response*) se buscaba una entrega precisa con la cantidad exacta, cuando y donde se necesitará, para satisfacer los requerimientos de cada cliente.

Los grandes distribuidores comerciales, en particular las tiendas por departamento y los supermercados, impulsaron estos esquemas, ante las restricciones de espacio en los segmentos de venta y la diversificación de la mezcla que sus proveedores ofrecían al consumidor final. Esto generó que de la noche a la mañana se elevaran las expectativas del servicio operativo. También los gerentes de logística comenzaron a medir y reportar el desempeño operativo en términos financieros, en particular midiendo el desempeño de la logística por generación de ganancias, por reducción de capital de trabajo, etc. Se desarrollaron relaciones muy cercanas con los clientes, sobre todo con los denominados “clientes estratégicos” y se puso más énfasis en establecer alianzas con los proveedores; todo con el afán de aumentar el control logístico total sobre la empresa. Esta necesidad creció debido a la globalización del mercado y la producción.

Las necesidades y capacidades de los proveedores de materiales y de servicios, y en especial de los clientes, se incorporaron a la planeación estratégica de la empresa y se consagró la necesidad del plan estratégico en logística. También en esta época se descubrió que en el enfoque de negocios había que reemplazar las actitudes de competencia por las de colaboración y cooperación a todo lo largo de la cadena de suministros. Existe una clara conciencia de la necesidad de realizar una transformación en la administración para poder afrontar con éxito la administración logística de la cadena de suministros (Meihami & Meihami, 2014).

e. Costos logísticos

El costo logístico puede identificarse como: “aquel gasto económico que se paga por todas aquellas actividades que están relacionadas con el movimiento físico y manipulación de las mercancías, que tienen como propósito colocarlas en el mercado, y que incluyen los diferentes costos del inventario, así como los gastos para su protección y comercialización, pero que no agregan valor material al producto, y si financiero “ (Sánchez & Castillo, 2011).

f. Gestión por categorías (*Category Management*)

El *Category Management* es la administración de producto de los distribuidores que toma a las categorías como grupo de productos.

*Category Management* implica definir a las categorías como unidades estratégicas de negocios y que es necesario involucrar al proveedor para asegurar un expertiz suficiente sobre la categoría. El objetivo es producir altos resultados en los negocios al satisfacer las necesidades y requerimientos del consumidor. Representa una significativa y demostrada oportunidad para alcanzar sustanciales mejoras en los negocios a través de la totalidad de la cadena de valor para clientes, distribuidores y proveedores, sin embargo, ello requiere claramente una vinculación con las estrategias corporativas para ser exitosa. Para su éxito, la alta dirección debe comprender las implicaciones estratégicas y la contribución potencial del *Category Management*, reconociendo el alcance de los cambios requeridos y liderar personalmente a sus respectivas organizaciones a través de la implementación (Kilger, 2008).

g. Ensamble a pedido

En el caso de un solo producto terminado, se puede prever los requerimientos del stock. Uno transforma las materias primas y los componentes siguiendo toda la ruta para obtener productos acabados vendibles mientras se espera un pedido del cliente. Si hemos definido un nivel de stock deseado de productos terminados, el sistema clásico MRP gestiona este tipo de situación adecuadamente. significa que un producto se realiza bajo pedido. Por lo que no se trabaja con un inventario fijo. Sólo cuando llega un pedido, se le piden los materiales necesarios para la producción a los proveedores. También, aquellas empresas que no producen realmente, pero que realizan algunos ajustes pequeños en la mercancía, tienen su propia variante (EKCIT, 2018).

El plazo de entrega aceptable para el cliente es de dos semanas, lo que significa que el pedido puede llegar al principio del ensamblaje final. Por lo tanto, se tendría que obtener un sistema mixto en el que la compra y el montaje de subconjuntos se realicen utilizando pronósticos mientras que el ensamblaje final se realiza a pedido, esto es posible con la lista de materiales en la planificación.

#### h. La planificación de los materiales o MRP

Es un sistema de planificación y administración, normalmente asociado con un software que planifica la producción y un sistema de control de inventarios. Tiene el propósito de que se tengan los materiales requeridos en el momento oportuno para cumplir con las demandas de los clientes. El MRP, en función de la gestión programada, sugiere una lista de órdenes de compra a proveedores. Más en detalle, trata de cumplir simultáneamente tres objetivos (Ballou, 2004):

- Asegurar materiales y productos que estén disponibles para la producción y entrega a los clientes.
- Mantener los niveles de inventario adecuados para la operación.
- Planear las actividades de manufactura y actividades de compra.

#### i. Lista de materiales

Sería necesario tener tantas listas de materiales como productos terminados. En la realidad industrial, esto induce costos extremadamente importantes de entrada de datos y mantenimiento de archivos y existencias. Tal es el caso de las empresas que busca conciliar la producción en masa de productos de fabricación contra inventario y la personalización de los productos terminados. La distribución de la totalidad de la lista de materiales toma entonces la forma de "diábolo" o "T". El nivel de "menor costo" correspondiente al nivel del plan de producción clásico que genera el MRP, se ubica en el área más estrecha, es decir, al nivel de los componentes comunes.

El producto terminado que se encuentra en la parte superior de la lista de materiales es reemplazado por una familia de productos en la que se determinan los pronósticos comerciales. Estas previsiones se desglosan en opciones en el segundo nivel del plan de producción mediante el uso de porcentajes. Estos porcentajes se determinan utilizando los registros de ventas o las tendencias del mercado, y las necesidades en opción se transmiten al cálculo de planificación de necesidades de materiales (La Londe, 1998).

j. Inventario

El concepto de inventario en una empresa se basa en todos los productos y materias primas que posee la empresa y que son potenciales para la futura venta y que proporcione beneficios a la organización. El inventario está formado por todo el stock de la empresa que no se ha vendido, las materias primas que se poseen que les permiten crear nuevos productos y todos aquellos productos que se encuentran en el proceso de producción de la empresa y que próximamente ya estarán disponibles para su venta (Ballou, 2004).

k. Gestión de inventario

La gestión de inventario busca la coordinación y eficacia en la administración de los materiales necesarios para la actividad.

Una empresa suele mantener un número mínimo de stock para hacer frente a aumentos de demanda, de la misma forma que también tiene que disponer del material necesario para continuar con la producción y que no se produzca ninguna pausa en la actividad (Coyle, 2013).

#### I. Control de inventarios

El control de inventario se refiere a todos los procesos que coadyuvan al suministro, accesibilidad y almacenamiento de productos para minimizar los tiempos y costos relacionados con el manejo del mismo, es un mecanismo a través del cual, la organización administra de manera eficiente el movimiento y almacenamiento de mercancía, así como el flujo de información y recursos que resultan de ello (Hipodec, 2018). El control de inventarios se subdivide en dos tipos, la gestión y la optimización. La gestión se encarga de mantener la productividad en las operaciones relacionadas con el inventario, mientras que la optimización se ocupa de incrementar las ganancias de la empresa provenientes del uso y manejo de este (Joannes, 2013).

#### m. Sistema de inventarios ABC

El análisis ABC es un método de clasificación frecuentemente utilizado en gestión de inventario. Resulta del principio de Pareto. El análisis ABC permite identificar los artículos que tienen un impacto importante en un valor global (de inventario, de venta, de costes). Permite también crear categorías de productos que necesitarán niveles y modos de control distintos (Flores, 1987):

- "Clase A" el stock que incluirá generalmente artículos que representan el 80% del valor total de stock y 20% del total de los artículos. En esto la clasificación ABC es una resultante del principio de Pareto.
- "Clase B" los artículos que representan el 15% del valor total de stock y 40% del total de los artículos.
- "Clase C " los artículos que representan el 5% del valor total de stock y 40% del total de los artículos.

#### n. Análisis de optimización multicriterio

Es un instrumento que se utiliza para evaluar diversas posibles soluciones a un determinado problema, considerando un número variable de criterios. se han desarrollado un conjunto de herramientas, técnicas y métodos agrupados dentro del marco de referencia, denominado Análisis de decisiones en ambientes multicriterio (MCDA, *Multiple Criteria Decision Analysis*).

Dentro del grupo de MCDA, se encuentran las reglas de decisión multicriterio para la clasificación de inventarios, conocidos como MCABC es decir, *Multiple Criteria ABC* (Chen, Kilgour, & Hipel, 2006), mientras que otros autores las mencionan como MCIC, *Multicriteria Inventory Control* (Cohen & Ernst, 1988), pero todas se encuentran orientadas a la clasificación multicriterio del inventario. La metodología de MCIC aglomera un subconjunto de herramientas y técnicas, que permiten dar tratamiento óptimo al control de inventario.

## 2.2. Marco contextual

El concepto de consumo y producción sostenibles se reconoció en el Plan de Implementación de Johannesburgo, adoptado en 2002, en la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible (CMDSD). En esa ocasión, el consumo y la producción sostenibles se identificaron como uno de los tres objetivos generales y requisitos esenciales para el desarrollo, junto con la erradicación de la pobreza y la gestión de los recursos para fomentar el desarrollo económico. Se reconoció que los cambios fundamentales en la forma en que las sociedades producen y consumen son indispensables para lograr el desarrollo sostenible global.

El concepto de consumo y producción sostenible es el objetivo número doce de la ONU, tiene como objetivo gestionar el consumo responsable de los recursos para asegurar la dinámica de abastecimiento en diferentes sectores.

Es una realidad, que, en el mundo, el control de materiales es cada vez más exigente, en exactitud y gestión de estrategias, principalmente cuando están involucrados los costos y el tiempo. Obtener los costos reales de demanda, preparación, manejo y faltantes, es imperativo para una impecable gestión de consumo responsable.

Desde 2000, ha habido una señal obvia de crecimiento asiático, con un efecto colateral positivo en Latinoamérica, y un flujo de materiales, a través de la exportación de productos, metales y combustibles fósiles para el desarrollo de infraestructura de servicios y fabricación en Asia (World Bank, 2013) y (CSIRO Global Material Flow Database, 2013).

La productividad del material ha disminuido, vinculada al rápido crecimiento del sector minero y energético y los flujos de residuos relacionados. En 2010, América Latina utilizó el 7% de la energía y el 12% del material global (World Bank, 2013). La productividad laboral y energética estaba por encima del promedio mundial, sin embargo, la productividad del material fue inferior al promedio, efecto que generó un incremento en costos de inventario e importación.

La demanda mundial de materiales crecerá en el futuro, por lo tanto, la industria en América Latina también se expandirá. Asegurar la competitividad y sustentabilidad inteligente de la industria es esencial y esto requerirá políticas estratégicas, que ayuden a evitar los efectos económicos y sociales negativos resumidos como "maldición de recursos".

Algunas filosofías, por ejemplo, justo a tiempo (JIT) y manufactura esbelta, proponen y apoyan al llamado "inventario cero" como pilar básico y estratégico. También están, la planificación de recursos de fabricación (MRP) y las técnicas de cumplimiento basadas en "empujar o jalar", bien conocidas y ampliamente adoptadas, que teóricamente no garantizan cantidades de almacenamiento cuando se adopta la política de reorden "lote por lote". Estos sistemas productivos no funcionan en ausencia de sistemas de inventario que apoyan y suavizan la discontinuidad de los materiales de flujo, es decir, productos y componentes, en la entrada y salida de un sistema genérico.

El control de inventarios es la forma de asegurar la existencia de suministros y suavizar la discontinuidad de materiales en un sistema industrial, es una de las actividades logísticas más importantes y críticas en sistemas industriales y de servicios, ya que alinea el sistema adecuado de inventarios al plan de requisitos de consumo y costos, permitiendo definir la estrategia de reabastecimiento sustentable y las políticas de relación de servicio con los clientes.

Actualmente existen propuestas para asegurar competitividad y sustentabilidad mediante el consumo responsable. (ADIMRA, s.f.), propone un control de inventarios para modelos continuos y la implementación de herramientas de productividad como estrategias sustentables en el sector metalmecánico. (CANACINTRA, s.f.), desarrolló un estudio de reconversión de la industria para la economía verde con la finalidad de implementar y/o consolidar prácticas sustentables a través de diferentes enfoques en la cadena de suministro en empresas de diferentes sectores, en específico el automotriz, metalmecánico y de bienes de capital.

En 2006, de igual forma, fue desarrollada una investigación para determinar el consumo de energía y el material utilizado en diferentes procesos, propone un modelo gestión de materiales y remanufactura para reducir el consumo de materiales y tener mayor margen de utilidad (Loyola, 2016).

El control de inventarios es elemento diferenciador en el consumo responsable, asegura el control adecuado y refuerza los objetivos fundamentales de la gestión de los materiales:

- Reducir al mínimo "posible" los niveles de existencias.
- Asegurar la disponibilidad de existencias (producto terminado, producto en curso, materia prima, insumo, etc.) en el momento justo.

El inventario es uno de los temas más complejos de una organización debido a las múltiples incertidumbres que encierran su entorno, de haber certeza sobre el futuro podría establecerse inequívocamente la cantidad de inventario que debería mantenerse para cubrir las necesidades futuras, incluso tal vez no sería necesario mantener ninguna cantidad, no obstante, se presentan diversas variaciones que rodean todo el quehacer organizacional (Aguilar, 2009). De acuerdo con Ballou, se presentan a continuación tres sistemas sencillos que se usan con frecuencia en la práctica (Ballou, 2004):

- Sistema de resurtido.

Un sistema de resurtido opcional obliga a revisar el nivel del inventario con una frecuencia fija (por ejemplo, cada semana) y pedir el suministro de resurtido si el nivel está por debajo de cierta cantidad

- Sistema de dos recipientes.

Es un sistema de dos recipientes, se utilizan las piezas de un recipiente y el segundo recipiente proporciona una cantidad suficiente para asegurar que es posible resurtir las existencias. Lo ideal es que el segundo recipiente contenga una cantidad igual al punto de reorden ("R") calculado anteriormente.

- Sistema de un recipiente.

Un sistema de un recipiente comprende el resurtido periódico sin importar cuántas piezas se necesitan. En periodos fijos (como cada semana), el inventario se incrementa a su nivel máximo predeterminado. El único recipiente siempre se resurte y, por lo tanto, difiere del sistema de resurtido opcional, que sólo vuelve a pedir cuando el inventario usado es mayor a una cantidad mínima.

La efectividad de estos sistemas resulta limitada al administrar un largo número de SKU's. La gestión de inventarios es un factor que va de la mano con el nivel de servicio, el cual tiene un impacto directo en los ingresos de la compañía y en los negocios, debido a esto es importante identificar las dos áreas de oportunidad que presentan todos los sistemas de inventario:

- mantener un control adecuado sobre cada pieza del inventario.
- garantizar que se lleven los registros exactos de existencias disponibles.

Una manera de administrar un largo número de SKU's es integrarlos en grupos diferentes de clasificación, y establecer políticas de control para cada grupo (Coyle, 2013). La agrupación, permite una administración con más efectividad, lo que significa un mejor desempeño en especificación, monitoreo y control de inventarios, reduciendo el excedente de mano de obra en el manejo de cada grupo de inventario.

Las políticas de inventario se alinean mejor a los grupos de materiales que con la administración individual por ítem. La agrupación de inventarios con diferente nivel de servicio refleja la estrategia de reabastecimiento y las políticas de relación con el cliente.

### 2.3. Control de inventarios

Una implementación bien conocida de agrupación de inventario es el método de clasificación ABC, ampliamente utilizado en inventarios, el método fue desarrollado por primera vez por la compañía General Electric, "El estudio muestra que los gerentes pueden desarrollar criterios sin costo y clasificar los artículos del inventario de manera que combinen los tipos de criterios" (Flores, 1987).

Como se mencionó, el primer desarrollo del ABC como modelo de control de inventarios comienza en General Electric, donde el personal de finanzas y control de gestión buscaban mejorar la información para controlar los costos indirectos (Molina de Paredes, 2003). Sin embargo, en la mayoría de la bibliografía sobre ABC, se atribuye el origen a Cooper, Kaplan y Johnson en los años ochenta, debido a su publicación de 1987 (Dodd, Lavelle, & Margolis, 2002).

En un enfoque ABC típico, se clasifican los artículos de inventario según su volumen o valor de transacción. Una pequeña cantidad de artículos puede representar una gran parte del volumen; una categoría intermedia puede tener un porcentaje moderado de volumen; y una gran cantidad de artículos pueden ocupar una baja proporción de volumen. Estas categorías están etiquetadas como A, B y C.

Tomando los fundamentos de Pareto, se encontró que un pequeño porcentaje de los artículos del inventario contribuyen a la mayoría de las ventas e ingresos de una empresa. Esto ha llevado a la aplicación de la regla 80-20 en los inventarios. Es decir, el 20% superior de los artículos recibe la clasificación A, el 30% siguiente de los artículos la clasificación B y el 50% inferior la clasificación C (Flores, 1987).

Alternativamente, Juran, afirma que los artículos A son el 5% más alto de los artículos en valor en dólares, los artículos C son el 75% inferior y los artículos B son el 20% medio (Juran, 1954).

Los profesionales emplean el esquema de clasificación ABC en un enfoque de tres pasos para controlar el inventario:

- Primero, los SKU se agrupan en categorías según su volumen de ventas.
- En segundo lugar, las políticas de inventario, por ejemplo, los niveles de servicio objetivo se determinan para cada grupo. Una sabiduría común para determinar el nivel de servicio es que uno debe concentrarse en la categoría A para mejorar la efectividad gerencial. Como regla general, los elementos de la clase A obtienen la configuración de nivel de servicio más alta y la clase C la más baja.
- Finalmente, los gerentes y analistas de inventario, en colaboración con la gerencia de ventas y finanzas, deben asegurarse de que la política de control de inventario sea factible dentro del inventario disponible y el presupuesto de administración.

Las situaciones de control de inventarios comprenden tantas piezas que no resulta práctico crear un modelo y dar un tratamiento uniforme a cada una. Para evitar esta situación, el esquema de clasificación ABC divide las piezas del inventario en tres grupos: volumen de dólares alto (A), volumen de dólares moderado (B) y volumen de dólares bajo (C).

El volumen en dinero es una medida de importancia; una pieza de bajo costo, pero de alto volumen puede ser más importante que una pieza cara, pero de bajo volumen. Debido a esto la metodología ABC de los inventarios no tuvo relevancia y reconocimiento hasta que se generaron los siguientes eventos (La Londe, 1998):

- Incremento de la diversidad de los recursos consumidos por diferentes productos y servicios en las organizaciones.
- Desarrollo de tecnología computacional de bajo coste.
- Incremento de los costos indirectos en comparación con los directos, con ratios que exceden el 1000% en algunas compañías.

La metodología ABC nace debido a que se comenzó a presentar cambios en la estructura de costes de las organizaciones. Los costes indirectos comenzaron a incrementarse y se convirtieron en costes más importantes que los directos, esto, debido principalmente al incremento en la variedad de canales de distribución, clientes, nuevas y más complejas tecnologías, a los niveles de calidad exigidos por el mercado, y simplemente a la necesidad de cambiar y ser competitivos en el ambiente de negocio actual (Themido, 2000).

La implementación del modelo clásico ABC tuvo como objetivo reducir la inversión en activos y de operar con menores costos financieros, así como la creciente necesidad de reducir el impacto económico de las existencias, lo que precisa series de producción más cortas. Desde otra perspectiva, el avance tecnológico ha transformado los sistemas productivos, reduciendo la mano de obra directa al incrementar los costos indirectos, tales como investigación y desarrollo, programación de la producción, logística, administración y comercialización.

Un sistema ABC es todavía esencialmente un sistema de costos históricos. En ciertas circunstancias su utilidad es dudosa, especialmente si hay aspectos de costes futuros que cobren mayor importancia. Como toda información histórica debemos considerarla solamente como el punto de partida para la toma de decisiones (Garbey, 2003).

El enfoque de control y clasificación de inventario ABC anterior tiene varias desventajas (Teunter, Babai, Zied, Syntetos, & Aris, 2010):

- De acuerdo con Teunter, no hay una guía clara en la literatura para determinar el nivel de servicio para cada grupo.
- Dado que la decisión de agrupación se toma de manera independiente y anterior a la decisión de nivel de servicio, sus interacciones no se han explotado, por lo que ninguna de las dos decisiones puede ser óptima.
- Debido a que el presupuesto disponible se considera hasta el último paso, no hay garantía de que las decisiones de agrupación y / o nivel de servicio tomadas sean factibles. Por lo tanto, a menudo es necesario revisar de forma iterativa las decisiones de agrupación y/o nivel de servicio hasta que se alcance la viabilidad. Esto puede ser un proceso tedioso para una gran cantidad de SKU's y puede llevar a soluciones subóptimas.

El objetivo del control de inventarios es maximizar la rentabilidad, minimizando los costos de capital inmovilizado en el inventario, y al mismo tiempo, satisfacer los requerimientos de servicio al cliente, ahora bien, se deben realizar previamente las actividades de clasificación de artículo (Toro & Bastidas, 2011).

La clasificación de artículos busca diferenciar los bienes que conforman el inventario de acuerdo a ciertos criterios, para que de acuerdo con su importancia se apliquen políticas de administración de inventarios diferentes para cada grupo, de tal manera que los esfuerzos y los costos de administración sean proporcionales a la importancia relativa de los mismos (Heizer & Render, 2008).

La evolución del análisis, las nuevas necesidades y las desventajas de control y clasificación tradicional, permitieron la aparición de herramientas poderosas con un enfoque de clasificación diferente.

El análisis y la investigación de decisión multicriterio (MCDA), ahora está recibiendo más atención, como resultado del desarrollo tecnológico. Por ejemplo, Flores presentó el modelo de clasificación multicriterio empleando el análisis envolvente de datos, el trabajo propone una matriz de criterios conjuntos, la metodología requiere utilizar un modelo matemático computacional (Flores B., 1992).

La revista internacional de economías de producción publicó en 1994 un análisis de criticidad de repuestos utilizando el esquema AHP, la idea general es emplear una medida escalar única de la importancia de los artículos del inventario, calificando subjetivamente los artículos del inventario (Gajpal, Ganesh, & Rajendran, 1994).

Doumpos y Zopounidis ( Doumpos; & Zopounidis, 2002) escribieron el primer libro sobre clasificación en análisis de decisión multicriterio, ofrecen una revisión exhaustiva de la literatura sobre áreas de oportunidad en clasificación. Kilgour, estudió el problema de las alternativas de selección (clasificación de dos grupos) de problemas subconjuntos (Kilgour, Rajabi, Hipel, & Chen, 2004).

Malakooti y Yang, estudiaron, desde diferentes puntos de vista, la extensión de los métodos de clasificación tradicionales, a múltiples criterios de clasificación nominal de problemas (Malakoti B. & Yang Z., 2004).

En 2006, se determinó que usar un criterio, puede crear problemas de pérdidas financieras significativas en los inventarios (Chen, Kilgour, & Hipel, 2006).

Desde otra perspectiva, Wan (Ng., 2006), propuso un modelo multicriterio de optimización lineal, para la clasificación de inventario, el modelo permite asignar pesos por ítem y/o por criterio permitiendo la combinación de aspectos cuantitativos y cualitativos, proporcionando una ventaja adicional en la competitividad de las empresas.

La universidad de Waterloo Canadá en 2006 presentó un modelo de casos para el análisis de criterios múltiples ABC. En el análisis ABC, conocida técnica de control y planificación de inventario, las unidades de inventario (SKU), se clasifican en tres categorías tradicionalmente, basadas únicamente en el uso anual del dólar.

Este trabajo desarrolla un caso basado en análisis ABC de criterios múltiples, que mejora este enfoque al considerar criterios adicionales, como el tiempo de entrega y la criticidad de SKU, proporcionando así, una mayor flexibilidad de gestión.

Conjuntamente, Chena, usando las decisiones de los casos como entrada, las preferencias sobre las alternativas representadas de forma intuitiva y utilizando distancias euclidianas ponderadas, que pueden ser fácilmente comprendidas por un tomador de decisiones, desarrolló un programa de optimización, que encuentra umbrales de clasificación óptimos. Este sistema de ayuda de decisión de criterios múltiples se demuestra utilizando un estudio de caso ilustrativo (Ye Chena, 2006).

Utilizando patrones para validar la clásica propuesta y una comparación, el departamento de Ciencias y Métodos de Ingeniería en la Universidad de Módena y Reggio Emilia, en Italia y el Centro de Investigación de Operaciones y Logística, de la escuela de negocios de la Universidad de Portsmouth, en Reino Unido, proponen un enfoque de clasificación de inventario de criterios múltiples (MCIC) basado en clasificadores supervisados, es decir, árboles de decisión y bosques aleatorios.

Se propone la simulación exhaustiva de un sistema de control de inventario predefinido. El objetivo es clasificar automáticamente todo el conjunto de elementos, en línea, con el cuarto sector industrial, debido a la necesidad de integración de las TIC en la gestión de la producción. Se trata de un estudio de caso referente a la demanda intermitente, utilizando patrones para validar la propuesta, y una comparación con un enfoque sin supervisión (Lollia, Ishizakab, Gamberinia, Balugania, & Riminia, 2017).

La clasificación multicriterio de inventarios es un área de investigación de versatilidad característica y de transformación decisiva, que promete ser la respuesta a las necesidades particulares de cada empresa y sector en la industria.

La principal dificultad con muchos métodos MCDA existentes radica en la adquisición de la información de preferencias del DM (comité de decisión) En forma de valores o pesos.

El razonamiento basado en casos es un enfoque para encontrar información preferencial utilizando casos seleccionados por el DM (comité de decisión) (Jacquet-Lagrèze E, 1982). La elección de los casos puede involucrar:

- Decisiones anteriores tomadas por el DM (Comité de decisiones).
- Decisiones tomadas por un conjunto limitado de alternativas ficticias pero realistas.
- Decisiones emitidas para un subconjunto representativo de las alternativas bajo consideración que son lo suficientemente familiares para el DM (comité de decisiones) que son fáciles de evaluar.

Una de las principales ventajas de estos casos, es la basada en el razonamiento de que “quienes toman las decisiones pueden preferir tomar decisiones ejemplares que explicarlas en términos de parámetros del modelo funcional”. Así pues, el control de inventarios es uno de los temas más complejos y apasionantes de la logística y de la planeación y administración de la cadena de suministro ( Doumpos; & Zopounidis, 2002).

Las deficiencias en la perspectiva de control y agrupación de inventarios son una motivación para desarrollar un enfoque de optimización para mejorar el agrupamiento de inventario ABC existente, planteando como esencial la diligencia de los resultados, optimizando así el control y la planeación de los recursos materiales.

La clasificación de los artículos es el método imprescindible en la administración del inventario, y la clasificación ABC es el esquema más popular para clasificar los artículos en el inventario como se ha mencionado anteriormente. El uso anual en dólares se utiliza en la clasificación clásica de ABC como criterio único, no obstante, los otros criterios potenciales no se tienen en cuenta.

Actualmente, la clasificación de inventario multicriterio atrae mucha más atención que nunca y es la clave en la investigación de la gestión de inventario.

En este documento se propone un control de inventario de materiales en una empresa del sector industrial, mediante un tipo de esquema de clasificación de inventario basado en la optimización de múltiples criterios según los caracteres de clasificación de inventario de criterios múltiples. Al principio, se selecciona el elemento que recibirá la mayor atención de la administración, teniendo en cuenta la preferencia del tomador de decisiones.

Durante la selección del elemento de mayor interés, se realiza el procedimiento de optimización multicriterio. Luego se especifican los pesos de los criterios con base al algoritmo del Wan. Por último, la clasificación de inventario multicriterio se convierte en un esquema de clasificación de inventario de criterio único y se puede utilizar la clasificación ABC clásica. Los experimentos de simulación basados en datos prácticos muestran la efectividad del esquema de clasificación y el algoritmo genético.

## Capítulo 3. Objetivos

### 3.1. Justificación con planteamiento del problema

En la actualidad los mercados, experimentan una tendencia hacia una apertura económica cada vez mayor, esta inclinación de apertura en los mercados genera que todas las empresas trabajen en el desarrollo y la productividad de sus sistemas y en una filosofía de mejora continua robusta, para así, generar rentabilidad, que les permita ser estables por periodos prolongados.

El desarrollo, la productividad y la mejora continua, son posibles si existe una correcta gestión en los procedimientos logísticos, los cuales, tienen como objetivo economizar los costos y agilizar los sistemas dentro de la organización. La empresa que no posea un sistema logístico estructurado y una gestión de la cadena de suministro eficiente y funcional carece de los medios y los métodos para llevar a cabo procesos clave en su organización. Los procesos internos y externos se tornan lentos e ineficientes, haciendo a la empresa, incapaz de prestar un buen servicio y por ende poniendo en riesgo la rentabilidad y existencia de esta.

La rentabilidad y competencia de los sistemas, por consiguiente, son factores indispensables que evidentemente hacen necesario resaltar la importancia que tiene la logística y la gestión de la cadena de suministro para las empresas, ya que, gracias a ellas, las empresas pueden permitirse ser más eficientes en sus distintas áreas, como es el caso de área de compras, producción, transporte, almacenaje y distribución, todo esto, con el fin de hacer a la empresa más eficiente, para así obtener una mayor rentabilidad.

Ante el desafío de la rentabilidad y la búsqueda de competencia de los sistemas de la organización, en este trabajo se propone un control de inventarios en una empresa del sector industrial. El objetivo del control de inventarios resulta ser entonces maximizar la rentabilidad, minimizando los costos de capital inmovilizado en el inventario, y al mismo tiempo, satisfacer los requerimientos de servicio al cliente (Toro & Bastidas, 2011). En el método propuesto los SKU's se agrupan y separan en diferentes grupos según la evaluación obtenida de acuerdo a los criterios establecidos, estos criterios se definieron con base a la revisión de la literatura, el análisis multicriterio de datos y la integración de un comité de decisión conformado por los gerentes de la compañía.

La investigación empírica para este trabajo se llevó a cabo utilizando datos de la vida real, obtenidos de una empresa del sector de refrigeración e infraestructura industrial en México.

La empresa de estudio celebra 50 años en México, siendo la empresa más importante del país en refrigeración industrial e ingeniería. En el mundo, es una de las compañías más importantes en innovación de refrigeración industrial y otras áreas de ahorro de energía. La empresa cuenta con una planta de fabricación que distribuye productos a nivel mundial, así como cinco sucursales en el país y un corporativo también en México. Actualmente, se prepara la apertura de una nueva sucursal en el país.

La evolución que ha tenido la empresa de estudio a lo largo de 50 años en México ha llevado, de iniciar comercializando equipos de compresión, pasando a ser, no sólo fabricantes, sino líderes en proyectos de ingeniería en sistemas de refrigeración industrial y de compresión de gases, así como proveer a sus clientes de servicios de postventa y soporte técnico. Basándose en la colaboración con los clientes, la empresa persigue los sistemas, equipos y tecnología óptimos en el campo individual, tiene la idea consistente, en que los negocios son creados por grupos de trabajo pequeños, la empresa tiene la firme creencia de que la tecnología no debe basarse en argumentos imprácticos o conocimientos teóricos aislados, pero si basados en lugares reales, cosas reales y situaciones reales. Por lo tanto, algo en la práctica genera situaciones ilógicas, no en situaciones lógicas. En estas situaciones, el entorno o la cooperación invisible entre los miembros es fundamental.

El enfoque de servicio al cliente está basado en la ideología de que cuando “el arte del servicio” es requerido, una planta en producción no puede detener la operación por mucho tiempo. Se requiere la “fuerza tecnológica real” y “capacidades de servicio” de cada miembro de la empresa de estudio para tratar con precisión el fallo del sistema en la planta en la esfera de “sitio real”, “cosas reales” y “situaciones reales”.

Los hombres y mujeres de la compañía ofrecen resultados de la revisión y reparación habituales. Especifican y reparan fallas, luego diagnostican el sistema y finalmente ofrecen propuestas adaptadas a la planta, utilizando una red global en constante mejora continua ante sus competidores. La empresa está involucrada en diversas ramas de la industria, sistemas y productos, entre ellos, alimentos, lácteos, bebidas, cerveza, petroquímica, marina, entretenimiento, medio ambiente y logística. Contribuyendo a facilitar la producción respetuosa con el medio ambiente y ahorro energía. Ofrecer un servicio de seguimiento, atención y respuesta al cliente cada vez más competitivo y eficiente es uno de los puntos en constante mejora continua que forma parte de la política de servicio de la empresa.

Actualmente la planta cuenta con una capacidad de fundición de 800 toneladas y una producción de 6 mil 500 compresores reciprocantes y tipo tornillo. La planta genera miles de empleos indirectos y cuenta con una plantilla base de 1200 empleados.

La empresa de estudio es una de las más avanzadas compañías de manufactura industrial, en compresores de refrigeración y cuenta con plataformas estratégicas de negocio para asegurar el desarrollo de la compañía, a continuación, se presentan algunos datos generales de la plataforma de proyectos de la empresa, la cual es el escenario de análisis:

- Tamaño de la plataforma: 400 empleados de plantilla base, 120 empleados subcontratados y 100 nóminas de personal administrativos.
- Giro: Elaboración de proyectos llave en mano en industrias alimenticias, de bebidas y químicas.
- Subsector: Refrigeración e infraestructura industrial.

La plataforma de proyectos de la compañía desarrolla mercados mediante proyectos de innovación tecnológica en plantas, con el fin de brindar soluciones de ahorro en energía, conservación y recuperación de aguas, ahorro de recursos, así como tecnología robótica. Basándose en la colaboración con los clientes, la empresa persigue los sistemas, equipos y tecnología óptimos en el campo individual.

La licitación de proyectos es una de las estrategias comerciales de la empresa, que ofrece todo un equipo de especialistas y el diseño de equipo e infraestructura de acuerdo a las necesidades particulares de cada cliente. Dichas licitaciones por lo general son gestionadas con un mínimo de tres meses de anticipación dependiendo de la complejidad del mismo. Siendo las fechas de entrega total o parcial, de los proyectos, el objetivo a alcanzar debido a las negociaciones implicadas en los contratos de cada proyecto.

Uno de los retos de contar con una cartera amplia de clientes y de plataformas diversas es el control, monitoreo y abastecimiento de suministros a la medida, de acuerdo a las necesidades de cada proyecto, lo que conlleva la administración de un gran número de SKU's. La administración de un gran número de SKU's implica el uso de herramientas de soporte, la empresa de estudio, cuenta con el sistema ERP, Oracle, que permite contar con registros y base de datos de todas las transacciones implicadas en los procesos de la empresa, incluyendo el flujo de los materiales y la gestión de los inventarios. Actualmente, sin embargo, de todos los pedidos solicitados por el cliente el 80% de los casos no son entregados a tiempo, entre las áreas de oportunidad se encuentran:

- La gestión y control de los inventarios, es más bien por intuición o sensación camuflada de experiencia, pero sin soporte numérico ya que la información obtenida de la base de datos no es aprovechada en su máximo potencial, lo que resulta en existencias de grandes cantidades de materia prima y materiales que no se usan en cierto tiempo, antagónicamente, inexistencias o faltantes en otros. Así pues, las consecuencias son severas para el control de stock ya sea por exceso, inexistencias o por defecto.

- Los métodos de planeación de operaciones y monitoreo no son los adecuados y no existe una interacción estratégica entre los eslabones clave de soporte a la producción. (compras, planeación, almacén y distribución).
- El flujo de materiales estándar entre plataformas está integrado por 30 familias de ítems, de acuerdo al sector industrial al que pertenezca. En la Figura 1, se representa el porcentaje de participación económica actual por familia de artículos, los cuales se comercializan en México y Estados Unidos.

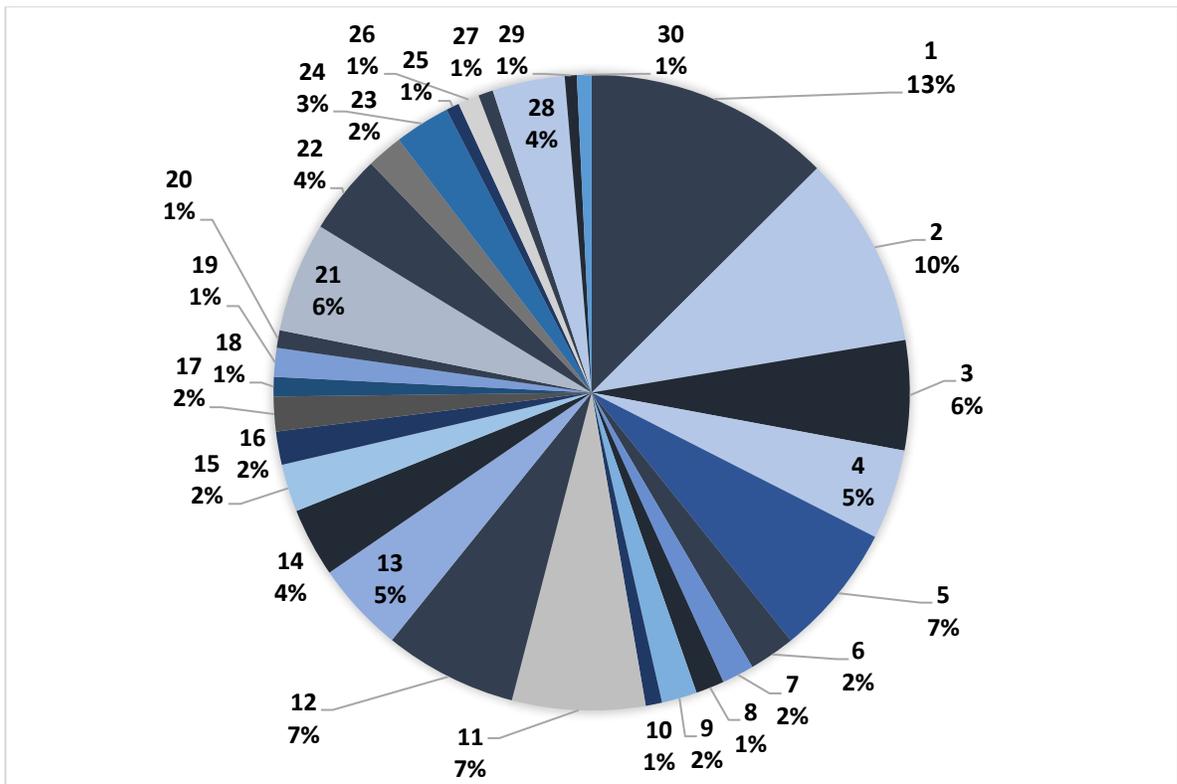


Figura 1. Porcentaje de participación de los materiales del inventario de la empresa

El porcentaje de participación de los materiales del inventario de la empresa, refleja una participación económica significativa en cinco familias de las treinta, familias: uno, dos, cinco, once y doce, dejando a la familia uno con una participación económica del 13%.

En el escenario actual, el valor total del inventario de la compañía en México es de \$ 13,533 mdd contra \$ 6,538 mdd correspondientes al objetivo anual, esto es un 48% de discrepancia respecto al presupuesto anual, ver Figura 2.

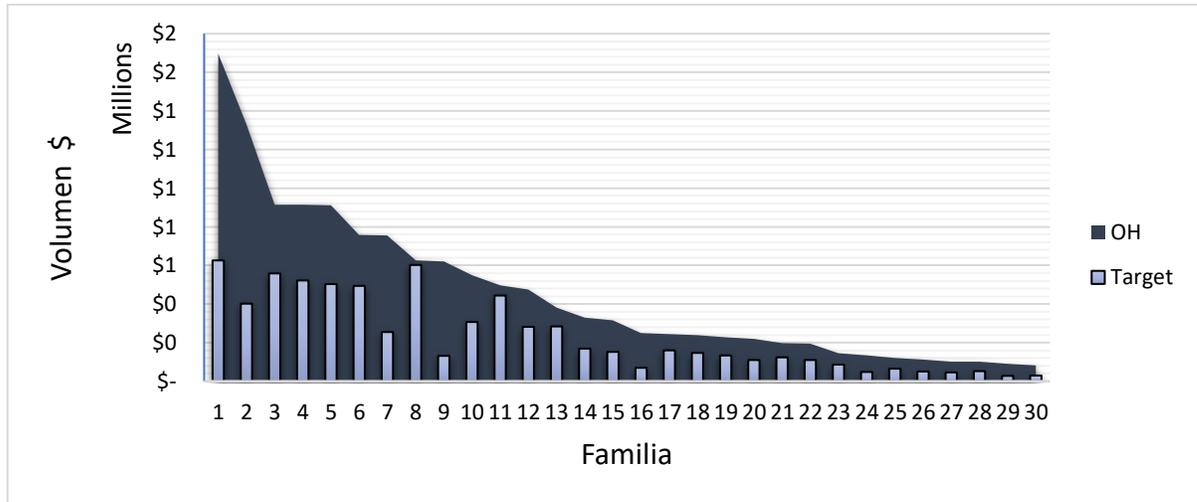


Figura 2. Valor total del inventario de la compañía en México

El valor del inventario actualmente, excede en 48% respecto al presupuesto anual, a la vez, en condiciones de demanda y tiempos de entrega existe la probabilidad de incurrir en agotamiento de las existencias y excedente de otras. Lo cual tiene implicaciones negativas para la organización, como la pérdida de la imagen de la empresa y la pérdida de ventas; de allí la necesidad de contar con cantidades adicionales de productos almacenados que corresponde a lo que se conoce como inventarios de seguridad. En este sentido, el inventario depende de la variabilidad que se presenta en la demanda de los clientes y el tiempo de entrega del proveedor, por tal motivo, se debe identificar que artículo requiere de este tipo de inventario y cual tipo de prioridad se requiere asignar por lo que es necesario un sistema de control de inventarios de acuerdo a las necesidades de la empresa.

### 3.2. Objetivo general

Desarrollar una propuesta para el control de inventarios, de una empresa del sector industrial, mediante un modelo de análisis multicriterio.

### 3.3. Objetivos específicos

- a. Identificar las causas que están generando incremento en costos de inventario para la determinación de los criterios de evaluación en el modelo multicriterio.
- b. Seleccionar el modelo más adecuado para la correcta clasificación de los materiales en inventario.
- c. Proponer un control de inventarios derivado del análisis multicriterio adecuado a las necesidades de la empresa.

## Capítulo 4. Materiales y métodos

El presente documento pretende proponer un control de inventarios, basado en múltiples criterios. En consecuencia, es necesario planear el conjunto de procedimientos a seguir para alcanzar el objetivo del presente trabajo.

### 4.1. Tipo de investigación

A continuación, se presenta el perfil metodológico del presente documento, a fin de contar con un sistema formal de inferencia, mediante el cual se deriven conclusiones a partir de premisas.

- Alcance exploratorio

El proyecto de investigación se enfocará en una de las cuatro plataformas de negocio de la compañía, "*Enviromental & applied solutions*", proyectos de infraestructura y equipos de una de las marcas de la empresa de estudio, la cual representa ingresos de \$100M Uds. por ventas anuales, lo que implica la administración de 339 ítems.

- Tipo de investigación

La investigación descriptiva es el tipo de estudio para este caso. Lo que permite la observación del caso sin afectar el comportamiento normal. Se pretende la comprensión del caso de estudio, Identificar las áreas de oportunidad y las causas que están generando áreas de oportunidad relacionadas al inventario en la empresa, para generar una propuesta de procedimiento e indicadores del proceso para asegurar el suministro de materiales y materias primas.

- Temporalidad

La temporalidad Transversal en la investigación permitirá tomar una imagen instantánea y aislar las posibles áreas de interés para poder extraer conclusiones acerca del caso entre los posibles factores detrás de la tendencia, por lo que será la ideal para este proyecto.

- Enfoque cuanti-cuali (o mixto)

Para el buen desarrollo de este proyecto es indispensable tener un punto de partida teórico y fundamentado, el cual sirva como base para describir la situación actual de la empresa en relación con la gestión logística; dicho método también permitirá observar y analizar los datos históricos de la empresa en cuestión y la tendencia que esta tenga hacia el futuro. Debido a esto, en el presente proyecto se utilizarán dos enfoques, cuantitativo y cualitativo.

Es necesario obtener información primaria la cual será adquirida por medio de herramientas tales como entrevistas, visitas de observación y recopilación de datos. De modo que esta información permita estudiar y analizar la cadena de suministro dentro de la empresa.

- Diseño

El caso de análisis no pretende manipular deliberadamente las variables. Se basará fundamentalmente en la observación no experimental del fenómeno como tal y observar cómo se comportan dichas variables en su contexto natural para su análisis. No se establecen condiciones ni estímulos a los cuales exponer el caso de estudio.

- Unidad de análisis o sujeto de estudio, población y muestra

El proyecto de investigación corresponde a la plataforma “*Enviromental & applied solutions*” que implica proyectos de infraestructura y equipos de una de las marcas de la empresa de estudio. La plataforma de soluciones implica la administración de 339 ítems. En la empresa de estudio, el desafío es cubrir una demanda promedio de cinco proyectos cada seis meses, escenario que por lo general sucede en locaciones diferente. La cartera de proveedores es integrada por 180 socios comerciales.

#### 4.2. Diagrama de flujo con la metodología general del trabajo

La elección de la metodología pretende seguir la disciplina paso a paso y no aislar conceptos. En esta sección se ilustra, define y sistematiza el conjunto de técnicas, métodos y procedimientos a seguir, asegurando que en el diagrama siguiente se describa la metodología que se empleará para la recopilación de datos e identificación de factores críticos en el proyecto. Este plan, pretende obtener la información deseada, además de señalar lo que es necesario hacer para alcanzar los objetivos de estudio y responder al objetivo planteado.

El diagrama de flujo siguiente, ver **Error! Reference source not found.**, orienta la manera en que se enfocará la investigación y la forma en que se recolectará, analizará y clasificarán los datos, con el objetivo de que los resultados tengan validez y pertinencia.



*Figura 3. Metodología general del trabajo en la empresa de estudio*

La metodología a seguir cubrirá las tres etapas siguientes:

a. Identificar causas

Se pretende hacer una investigación y evaluar las actividades que intervienen en el suministro de materiales, lo que permitirá una visión más clara de las causas potenciales y la estrategia a seguir. Así también se validará el uso correcto de la metodología de clasificación tradicional ABC del inventario.

b. Seleccionar el modelo

Considerando el entorno como factor explicativo del acontecer en la organización, mediante la observación y el análisis, se seleccionarán los criterios de evaluación y se seleccionará el modelo de optimización multicriterio adecuado.

c. Crear propuesta

En esta etapa se aplicará la clasificación del inventario de acuerdo al modelo multicriterio seleccionado y se creará una propuesta de control de inventarios que se adapte al entorno y necesidades de la empresa.

### 4.3. La metodología

Las etapas en la metodología a seguir implicarán un subconjunto de pasos, a fin de asegurar la objetividad en el desarrollo del trabajo y presentar una propuesta de acuerdo a las necesidades de la empresa.

#### 4.3.1. Identificar causas

La etapa de identificación abarcará los pasos siguientes:

a. Aplicar la Cadena de valor de Porter

Para entender el escenario actual se identificarán las actividades y/o áreas funcionales que añaden valor a la empresa, utilizando la cadena de valor de Porter. Se elaborará una lista de las principales actividades de la empresa, posteriormente, se realizará una clasificación de las actividades para analizarlas mediante la herramienta:

- Actividades primarias.
- Actividades de apoyo o de soporte

b. Realizar una lluvia de ideas con el comité de decisión

Para un análisis completo del trabajo y del entorno se integrará un comité de decisión conformado por los gerentes de la compañía.

A través de la participación de todos los miembros del equipo de trabajo, se organizará una lluvia de ideas para encontrar las causas probables de la problemática.

c. Aplicar el diagrama de Ishikawa

Se desarrollará el diagrama de Ishikawa para organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas del problema.

d. Evaluar causas identificadas

Se evaluarán las causas identificadas con base al tipo de problemática y se asignará una categoría de problema. Finalmente se identificará la categoría que más afecte al problema.

e. Clasificar los materiales usando el modelo de clasificación ABC

A fin de validar la correcta implementación de la herramienta usada tradicionalmente por la empresa, se usará modelo de clasificación de inventarios ABC y se clasificará nuevamente el inventario.

#### 4.3.2. Seleccionar el modelo

Posteriormente, la etapa de selección de modelo se hará como se describe a continuación:

a. Determinar los criterios de clasificación

Basándose en el contexto general de la empresa, al análisis de causas y el conocimiento en el negocio del comité decisión, se determinarán los criterios a utilizar.

b. Seleccionar el elemento que tendrá prioridad

Una vez realizado el análisis, se seleccionará el criterio de mayor importancia.

c. Especificar pesos

Posteriormente se asignará un valor a cada criterio según el grado de importancia.

d. Seleccionar el modelo de optimización multicriterio

Se seleccionará y desarrollará el modelo de optimización de criterios múltiples de acuerdo a los criterios seleccionados y a la ponderación asignada.

#### 4.3.3. Crear propuesta

La etapa de creación de una propuesta de control de inventarios abarcará los pasos a continuación:

a. Aplicar la clasificación de acuerdo al modelo multicriterio

Finalmente, con base en los resultados obtenidos en el modelo multicriterio, los valores se clasificarán en las categorías A, B y C.

b. Realizar una propuesta de control

Finalmente se presentará una propuesta de control de materiales, que permita la administración y monitoreo a través de un programa estándar de trabajo, aplicable a todos los sitios y zonas de negocio, que asegure el suministro de los materiales de acuerdo a las necesidades y a los costos presupuestados.

## Capítulo 5. Resultados

Con el fin de identificar actividades y/o áreas funcionales que añaden valor a la empresa, y entender la generación de costes que provocan, se utilizó como herramientas la cadena de valor de Porter. Se elaboró una lista de las principales actividades de la empresa, posteriormente, se realizó una clasificación entre actividades primarias y de apoyo o de soporte, para analizarlas finalmente mediante la herramienta:

- Actividades de soporte

Como resultado de la clasificación aquellas actividades que agregan valor al producto pero que no están directamente relacionadas con la elaboración, montaje y comercialización de este son:

- a. Infraestructura: planeación, finanzas, contabilidad.
- b. Recursos humanos: búsqueda, contratación, entrenamiento, desarrollo del personal.
- c. Tecnología: investigación, desarrollo.

- Actividades primarias

Las actividades relacionadas con la elaboración, montaje y comercialización de los productos e infraestructura.

- a. Logística de entrada o interior: recepción, almacenaje, distribución de materiales.
- b. Operaciones: corte, soldadura, modelación, montaje, rectificado.
- c. Logística de salida o exterior: Almacenamiento de subensambles y producto final, distribución.
- d. Marketing y ventas: publicidad, promoción, venta de productos, *mix marketing*.
- e. Servicios: soporte al producto, seguimiento al cliente, calidad, asesoría, productos complementarios, mantenimiento.

El análisis mediante cadena de valor de Porter permitió una visión completa del contexto de la empresa, mediante el estudio de la actividad empresarial, buscando fuentes de ventaja competitiva en actividades generadoras de valor, ver Figura 4.

Actividades de apoyo	Recursos humanos					<b>M A R G E N</b>
	Tecnología					
	Infraestructura (Finanzas, legal, etc.)					
	Abastecimiento					
Actividades primarias	Logística de entrada	Operaciones	Logística de salida	Marketing y ventas	Servicio	
	Transporte	Fabricación	Distribución	Publicidad	Postventa	
	Handling	Ensamblado	Gestión de stocks	Promociones	Call center	
	Gestión de stocks	Packaging	Transporte	Red de ventas	Training	
		Testing			Customer	

*Figura 4. Cadena de valor de Porter de la empresa de estudio*

El sistema de relación entre las actividades de valor de la compañía, facilitó entender qué hace diferente a la empresa de la competencia, de manera que, tanto actividades de apoyo como primarias aseguren la satisfacción del cliente. Por consiguiente, identificar la causa era elemental para resolver la disconformidad por exceso de inventario.

Para un análisis completo del trabajo y del entorno se seleccionó como la mejor manera de identificar áreas de oportunidad, la integración de un comité de decisión conformado por los gerentes de la compañía, con la finalidad de lograr que todos los participantes vayan enunciando sus sugerencias.

A través de la participación de todos los miembros del equipo de trabajo, se organizó una lluvia de ideas o *brainstorm* a fin de encontrar las causas probables que originan el incremento en costos de inventario, escenario, que genera pérdidas económicas a la empresa de estudio. Como resultado del uso de la herramienta, los conceptos expresados, se clasificaron de acuerdo al campo semántico al que pertenecen, ver Tabla 1.

*Tabla 1. Causas potenciales*

<b>MATERIALES</b>	<b>MAQUINARIA</b>	<b>MANO DE OBRA</b>
Restricciones en los materiales de importación	Desperdicios por uso inadecuado en procesos	Necesidad de capacitación en ERP
Escases de material	Necesidades de maquinaria y equipo	Seguimiento trunco de materiales
Materiales descontinuados	Incremento de suministros en los procesos	Alta rotación del personal
Mal manejo de materiales	Necesidad de maquinaria especializada en áreas de trabajo	Falta de cuidado de materiales
Exceso de consumo por retrabajos	Necesidad de quipo de computo	Necesidad de mayor comunicación
Tiempo de entrega muy largos	Accesibilidad total a ERP	Control estandarizado de seguimiento
<b>MEDIO AMBIENTE</b>	<b>MÉTODOS</b>	<b>MEDICIÓN</b>
Cambios en la ley aduanera	Conflictos en almacén y logística	Niveles de inventario inadecuado
Demoras por transporte	Administración de todos los productos de la misma manera	Necesidad de base datos con tiempos de entrega
Demoras en aduana	Predicción no acertada de la demanda esperada	Altos costos de envío
Demanda extraordinaria en los proyectos	Mercancía en bodega almacenada por meses	Puntos de reorden no definidos
Escenario logístico cambiante	Retrabajos en proceso de surtido	Carencia de controles por costo
	Reporte de inventarios mensual	Falta de indicadores de control de materiales

El diagrama causa-efecto, ver Figura 5, es la forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas, conocido también como diagrama de Ishikawa, por su creador, esta herramienta se eligió, debido a que fue creada para cambiar la manera de pensar de la gente, no solo de manera superficial, sino analizando profundamente la concepción del trabajo y el entorno.

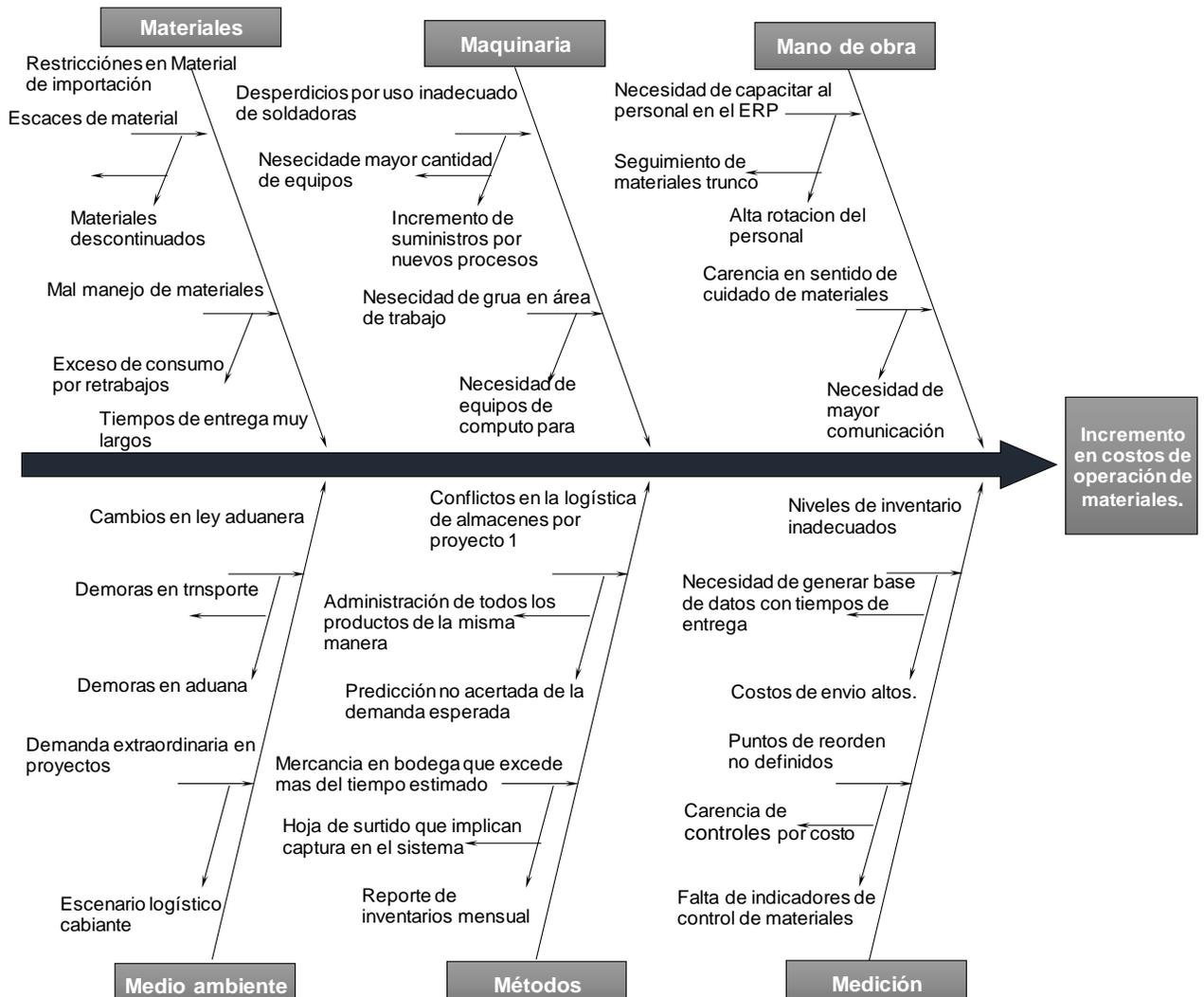


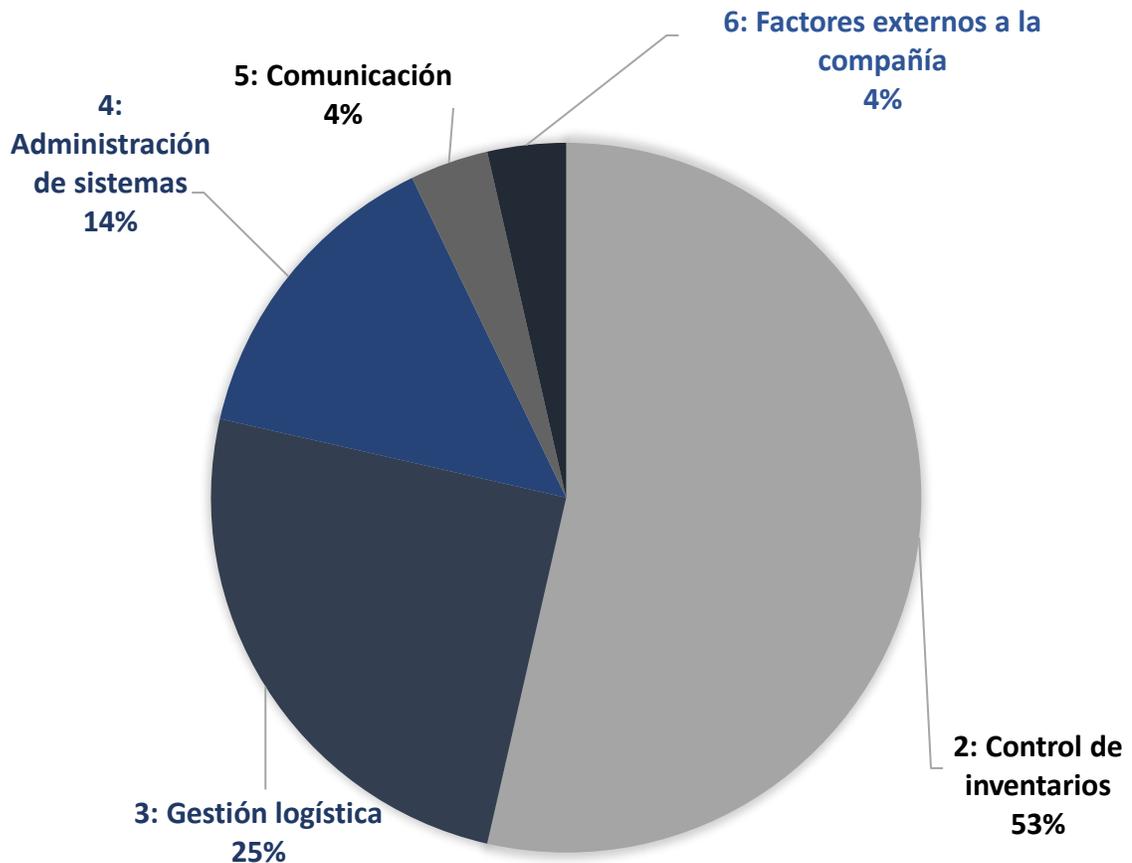
Figura 5. Diagrama de Ishikawa de la empresa

Considerando el impacto y áreas de oportunidad de todas las causas posibles, se puso en una balanza aquellas que más afectan. Se presenta la evaluación de causas identificadas con base al tipo de área de oportunidad al que pertenece, así como la enumeración asignada, de acuerdo a la categoría de causas. (1. Comunicación, 2. Administración de sistemas, 3. Factores externos de la compañía, 4. Gestión logística, 5. Control de inventarios), ver Figura 6.



Figura 6. Evaluación de causas identificadas

El impacto porcentual según la categoría de las causas reconocidas, proporcionó un enfoque objetivo ante la problemática y permitió identificar la categoría que más afecta, resultando así, el control de inventarios, ver Figura 7.

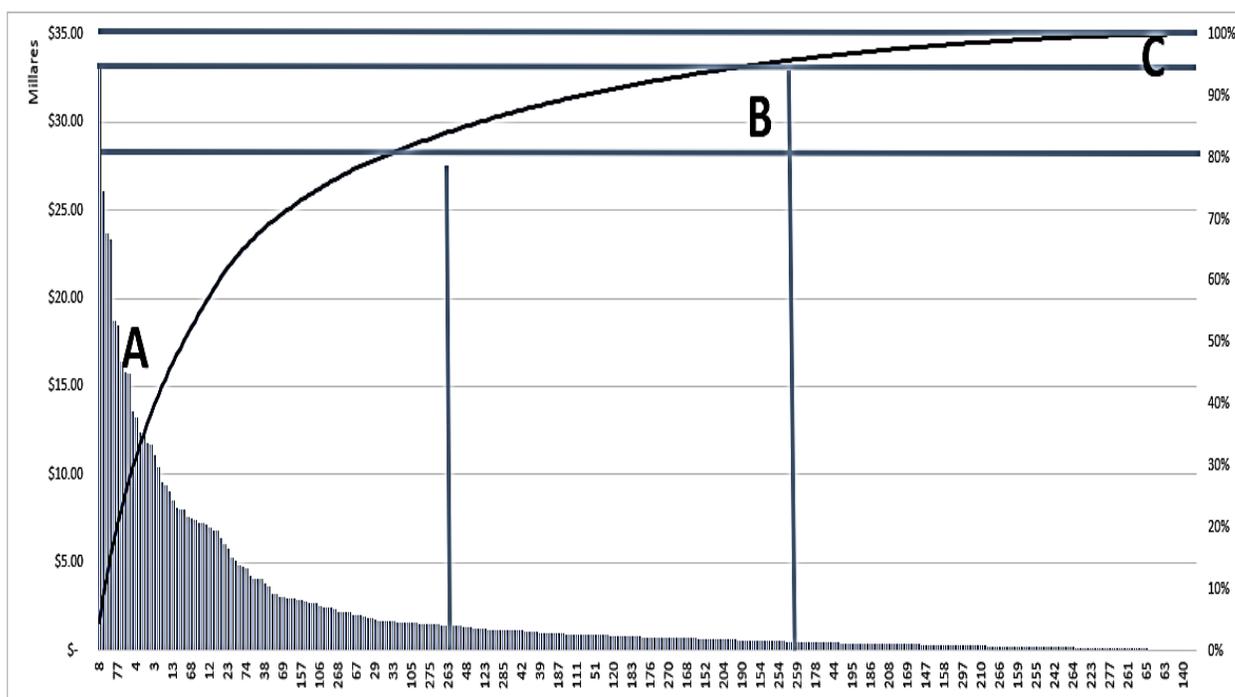


*Figura 7. Impacto porcentual según la categoría de causas reconocidas*

El control de inventarios es un factor determinante sobre la inversión, por lo que al resultar como la categoría de mayor afectación, fue elemental mantener siempre en cuenta el hecho de que si bien el inventario contribuye en el consumo de los recursos de la organización, también es la causa de la generación de ingresos, por lo tanto, era importante tener siempre presente que las decisiones relacionadas con los inventarios, debían tomar en consideración la estrecha relación entre costos y servicio, como una necesidad para competir en el mercado.

Para entender el escenario actual en el inventario de la compañía, se utilizó el modelo de clasificación ABC. Este esquema de clasificación, es la estrategia de mayor implementación en inventarios para tratar de mantener el equilibrio de costos y servicio. El modelo de clasificación ABC, tradicionalmente implementado por la compañía, está basado en el esquema que emplea la regla pocos vitales, muchos triviales.

Con el fin de validar la correcta implementación de la herramienta, se clasificó nuevamente el inventario con base al modelo de clasificación ABC, ver Figura 8.



*Figura 8. Clasificación ABC del inventario*

La clasificación con el esquema de clasificación ABC, resultó ser implementada correctamente por la empresa, está basado en el uso anual en dólares y cumple con las reglas teóricas del modelo, no obstante, debido a la disconformidad en el exceso de inventario, representaba hasta ahora, una solución reducida, ante las necesidades de la empresa.

Las decisiones relacionadas con el control de inventarios, debían tomar en consideración la estrecha relación entre costos y servicio, como una necesidad de la empresa para competir en el mercado. En la búsqueda de estrategias para hacer frente las nuevas necesidades de la compañía, se encontró que los modelos que se han desarrollado para agilizar el proceso, a menudo son abstractos o presentan una realidad simplificada. En la búsqueda de un marco de referencia, para administrar el inventario, fue importante conocer sus características en muchas situaciones de negocio y las variables que afectan la decisión relacionada con el método que debería utilizarse para la administración de inventarios.

Basándose en el contexto general de la empresa, al análisis de causas y el conocimiento en el negocio del comité decisión, se determinó implementar un control de inventarios, ampliando los criterios de juicio en la administración, mediante el modelo de clasificación multicriterio, se seleccionó como criterios de evaluación y clasificación:

- El volumen de uso anual
- El costo de transacción
- El tiempo de reemplazo

Una vez determinados los criterios a evaluar, se procedió a la limpieza, discretización continua, integración y recolección de datos. A continuación, se presenta los datos obtenidos de los primeros cinco ítems ver Tabla 2. Para ver la tabla completa de datos ver Tabla 6 y Tabla 7 del anexo.

*Tabla 2. Recolección de datos del caso de estudio. Primeros 5 ítems*

<b>Ítem no.</b>	<b>Uso anual (Usd)</b>	<b>Costo unitario promedio (Usd)</b>	<b>Tiempo (Días)</b>
66	\$ 441,907.03	\$ 1.46	5
67	\$ 393,389.90	\$ 1.43	5
68	\$ 371,851.05	\$ 1.70	5
69	\$ 347,976.01	\$ 1.46	5
70	\$ 344,028.81	\$ 0.98	10

### 5.1. Modelo de Wan para el control de inventario

Se seleccionó el modelo de clasificación multicriterio de Wan, como el modelo más adecuado para la correcta clasificación de los materiales en inventario, ya que el modelo de optimización lineal permite asignar pesos por ítem y/o por criterio, integrando aspectos cuantitativos y cualitativos, proporcionando una ventaja adicional en la competitividad de la empresa.

La integración de datos de múltiples fuentes, implicó considerar otros factores, es decir, la detección y resolución de conflictos de valores de datos:

- a. Para la misma entidad, en el contexto real, los valores de atributos de distintas fuentes podían ser diferentes.
- b. La representación de datos en escalas distintas.

En seguida los valores obtenidos, se identificaron bajo las siguientes variables con base en el modelo de optimización lineal de Wan para la clasificación del inventario, ver ecuación ( 1):

X: medida de rendimiento

n: secuencia de clasificación de criterio

i: ítem

$$\begin{aligned} & \min \beta \\ & \text{s. t.} \quad \geq \frac{1}{n} X_{in}, \quad n = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \tag{ 1}$$

La información requirió, la transformación de los datos, con el objeto de tratar los valores (  $v$  ) correctamente, se realizó una transformación lineal sobre los datos originales para contar con el peso normalizado o desempeño de cada artículo, ver ecuación ( 2).

$$v' = \left[ \frac{v - \min A}{\max A - \min A} \right] (new\_maxA - new\_minA) + new\_minA \tag{ 2}$$

Posteriormente, se asignó el peso de cada criterio según el grado prioridad, se presenta a continuación el orden de la ponderación:

1. El volumen de uso: Uso anual en dólares
2. El costo de transacción: Costo de adquisición del producto
3. El tiempo de reemplazo: Tiempo de traslado del proveedor al almacén

Después, se obtuvo el promedio parcial de cada ítem, enseguida, se seleccionó el valor máximo alcanzado de cada uno, ver ecuación ( 3).

$$maxn = \frac{1}{n} X_{in} \quad (3)$$

Los valores de desempeño obtenidos de la ecuación **Error! Reference source not found.**, se ordenaron de forma descendente. La Tabla 3**Error! Reference source not found.** muestra el valor de puntuación obtenido en el modelo de optimización multicriterio de Wan, para los primeros cinco ítems. La información de valores completa se presenta en la Tabla 8 y Tabla 9 del anexo.

*Tabla 3. Valor de puntuación de artículos en el modelo de Wan*

Item no.	Valor de puntuación
66	1.00
67	0.89
68	0.84
69	0.79
70	0.78

Finalmente, el inventario fue clasificado de acuerdo a la puntuación obtenida. La clasificación resultante de todos los artículos se presenta en el Anexo.

Se presenta a continuación la clasificación resultante para los primeros cinco ítems del inventario, ver Tabla 4. La Clasificación para todos los ítems se presenta en la Tabla 10 y Tabla 11 del Anexo.

*Tabla 4. Clasificación del modelo de Wan*

<b>Item no.</b>	<b>Valor de puntuación</b>	<b>Clasificación. Modelo de Wan</b>
66	1.00	A
67	0.89	A
68	0.84	A
69	0.79	A
70	0.78	A

Los resultados obtenidos avalaron la integración del modelo multicriterio en el control de inventarios como elemento estratégico diferenciador. Al poner la prioridad en el control de inventarios se asegura la efectividad y eficiencia en la búsqueda de un mejor rendimiento en el desempeño.

Fue importante enfocar la atención en métricas, de modo que se consolide y asegure la administración del inventario de acuerdo a su nivel de prioridad. Debido a esto contar con una visión completa, integrando el modelo de clasificación multicriterio, como elemento estratégico de optimización, motivó a la creación de un programa de control estándar a fin de maximizar el resultado financiero del inventario para la empresa.

- En la etapa uno, se establece el nivel de inventario diseño y el nivel de inventario ideal. Los cuales servirán como referencia de desempeño respecto al inventario actual.
- La etapa dos, evalúa el desempeño del inventario por sitio de proyecto y zona de negocio. Las dos primeras etapas analizan la situación actual de la compañía.

La fase siguiente corresponde al desarrollo del plan.

- En la etapa tres se define el plan de acción para cada sitio y por zona de la empresa.
- La etapa cuatro, puntualiza el tiempo meta de cumplimiento en el plan de acción por sitio y zona.

Finalmente, en las siguientes etapas el objetivo será evaluar y analizar el desempeño, plantear los ajustes correspondientes, para así alcanzar el objetivo establecido.

- En la etapa cinco, corresponde asegurar el seguimiento, mediante la ejecución de un gráfico, del estado actual del inventario respecto al plan diseñado.
- La etapa seis, se enfoca en los primeros 10 ítems que contribuyen en el excedente del inventario. El objetivo es evaluar la causa raíz de los ítems con mayor contribución en el inventario excedente y las contramedidas a ejecutar para alcanzar el plan ideal establecido.

- Los 10 ítems se evalúan en la etapa siete, analizando las causas del excedente del inventario y las contramedidas para alcanzar el plan diseñado establecido.
- En la etapa ocho, el análisis causa raíz del plan diseñado o plan ideal, si ya se está trabajando en él, se describirá mediante un sencillo gráfico de Pareto.
- En la etapa nueve, se define un plan de acción a nivel zona, para cerrar la brecha del gráfico de Pareto creado en la etapa seis.
- Durante la etapa diez, se realiza una primera auditoria de inventarios, en la que se asegura, el cumplimiento de los resultados esperados y el progreso.
- La etapa once, consolida los resultados observados, adecua los niveles esperados en la evaluación, refuerza así el seguimiento y evaluación estándar.

El programa creado, se diseñó para ejecutarse en once etapas, con un enfoque de mejora continua a fin de alcanzar los objetivos y perfeccionar el desempeño.

La ejecución de las once etapas, es aplicable a todos los sitios y zonas de negocio de la empresa, asegurando el sostenimiento del control de inventarios de la compañía. El programa evalúa la situación actual, el plan diseño y el plan ideal financiero a seguir, verTabla 5. Programa de control estándar para sitios y zonas de negocio

Categoría	Etapa #	Paso	Propósito	
Analizar la situación actual del inventario	1	Análisis por ítem	Análisis de los niveles de inventario actual vs diseño vs ideal	Comprender la brecha inventario
	2	Resumen de inventario	Resumen del estado actual vs el diseño vs el ideal	Resumen por sitio y /
Desarrollar plan	3	Plan de acción	Desarrollar el plan de acción del inventario	Plan de acción por sitio
	4	Plan de incremento o disminución del inventario	Desarrollar el plan de incremento o disminución	Fase de tiempo de acción enfocada
Controlar (Gestión de inventario en el escenario real)	5	Gráfico de ejecución	Asegurar el seguimiento del estado Actual vs el plan diseñado vs el Ideal vs Plan (semanal y mensual)	Gráfico actualizado semanalmente enfocada
	6	TOP 10 ítems para plan de diseño ideal	Gestión del análisis causa raíz	Códigos de causa y efecto
	7	TOP 10 ítems para plan de diseño actual	Gestión del análisis causa raíz	Códigos de causa y efecto
	8	Pareto	Explicar la brecha del plan de diseño (o ideal si ya se está en el de diseño)	Pareto completado semanalmente
	9	Plan de acción semanal	Plan de acción para cerrar la brecha Pareto	Plan de acción completado semanalmente enfocada
	10	Auditoria de inventarios	Asegurar el seguimiento de los resultados y el progreso	Auditorias Top 10 realizadas de zona enfocada
	11	Auditoria de inventarios	Formular una auditoria simple	Auditorias Top 10

Tabla 5. **Error! Reference source not found.**



Tabla 5. Programa de control estándar para sitios y zonas de negocio

Categoría	Etapa #	Paso	Propósito	Salida
Analizar la situación actual del inventario	1	Análisis por ítem	Análisis de los niveles de inventario actual vs diseño vs ideal	Comprender la brecha entre real y diseño o ideal en el nivel de inventario
	2	Resumen de inventario	Resumen del estado actual vs el diseño vs el ideal	Resumen por sitio y / o zona enfocada
Desarrollar plan	3	Plan de acción	Desarrollar el plan de acción del inventario	Plan de acción por sitio y / o zona enfocada
	4	Plan de incremento o disminución del inventario	Desarrollar el plan de incremento o disminución	Fase de tiempo de aumentos y disminuciones por sitio y zona enfocada
Controlar (Gestión de inventario en el escenario real)	5	Gráfico de ejecución	Asegurar el seguimiento del estado Actual vs el plan diseñado vs el Ideal vs Plan (semanal y mensual)	Gráfico actualizado semanalmente a nivel de sitio y zona enfocada
	6	TOP 10 ítems para plan de diseño ideal	Gestión del análisis causa raíz	Códigos de causa y contramedidas parte por parte
	7	TOP 10 ítems para plan de diseño actual	Gestión del análisis causa raíz	Códigos de causa y contramedidas parte por parte
	8	Pareto	Explicar la brecha del plan de diseño (o ideal si ya se está en el de diseño)	Pareto completado semanalmente a nivel de zona enfocada
	9	Plan de acción semanal	Plan de acción para cerrar la brecha Pareto	Plan de acción completado semanalmente a nivel de zona enfocada
	10	Auditoria de inventarios	Asegurar el seguimiento de los resultados y el progreso	Auditorias Top 10 realizadas y rastreadas diariamente a nivel de zona enfocada
	11	Auditoria de inventarios	Formular una auditoria simple	Auditorias Top 10

## Capítulo 6. Discusión

El objetivo del control de inventarios resulta ser entonces maximizar la rentabilidad, minimizando los costos de capital inmovilizado en el inventario, y al mismo tiempo, satisfacer los requerimientos de servicio al cliente, ahora bien, se deben realizar previamente las actividades de clasificación de artículos.

La clasificación de artículos a su vez, busca diferenciar los bienes que conforman el inventario de acuerdo a ciertos criterios, para que de acuerdo con su importancia se apliquen políticas de inventarios diferentes para cada grupo, de tal manera que los esfuerzos y los costos de administración sean proporcionales a la importancia relativa de los mismos.

Basándose en el contexto general de la empresa, al análisis de causas y el conocimiento en el negocio del comité decisión, se determinó la necesidad de implementar un control de inventarios, ampliando los criterios de decisión mediante el modelo de clasificación multicriterio de Wan, integrando así el modelo de clasificación multicriterio para el control de inventario.

La nueva clasificación multicriterio resultante se comparó con respecto a otros tipos de clasificación de inventario, el ABC tradicional, el esquema AHP y el modelo de análisis envolvente de datos, con el fin de evaluar el nivel de consistencia del modelo de Wan en la clasificación del inventario respecto a otros. En el caso del esquema AHP, la distribución del peso de cada criterio, se presenta en la Figura 9.

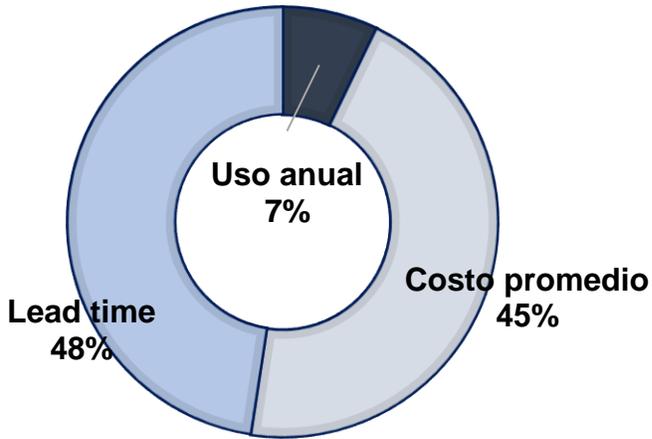


Figura 9. Peso ponderado por criterio en el esquema AHP

El peso ponderado, desglosa y prioriza cada criterio en datos analíticos. El esquema permitió un análisis lógico y consensuado para evaluar los resultados obtenidos respecto a los otros tipos de clasificación.

En cuanto a la clasificación con el modelo de análisis envoltorio de datos, la comparación se realizó de acuerdo con los valores siguientes, ver Figura 10.

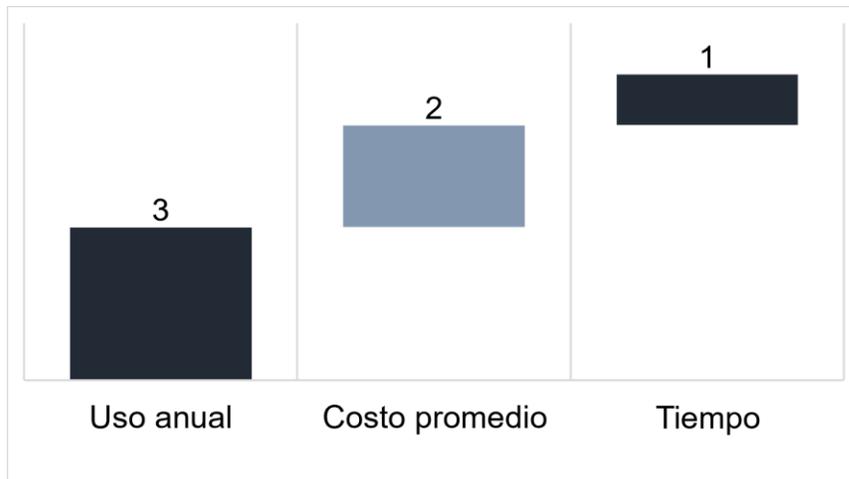


Figura 10. Valores de ponderación. Modelo envoltorio de datos

La principal ventaja en este modelo fue la flexibilidad, debido a que no exige que todas las unidades concedan la misma importancia a un solo criterio.

Los resultados y comparación obtenidos entre el modelo de Wan, la clasificación ABC tradicional, el esquema AHP y el modelo de análisis envolvente de datos, se presentan a continuación para los cinco primeros ítems, ver Figura 11. El anexo expone la comparación entre modelos para todos los artículos, ver Tabla 12, Tabla 13, Tabla 14 y Tabla 15.

Item no.	Valor de puntuación	Clasificación. Modelo de Wan	Clasificación ABC	Modelo AHP	Modelo envolvente de datos
66	1.00	A	A	C	A
67	0.89	A	A	C	A
68	0.84	A	A	C	A
69	0.79	A	A	C	A
70	0.78	A	A	B	A

*Figura 11. Comparación de clasificación de los artículos entre los cuatro modelos*

Los resultados fueron analizados evaluando la consistencia de los resultados. El fin fue identificar la consistencia de clasificación entre modelos. El análisis entre modelos se describe en el siguiente gráfico radial, ver Figura 12.

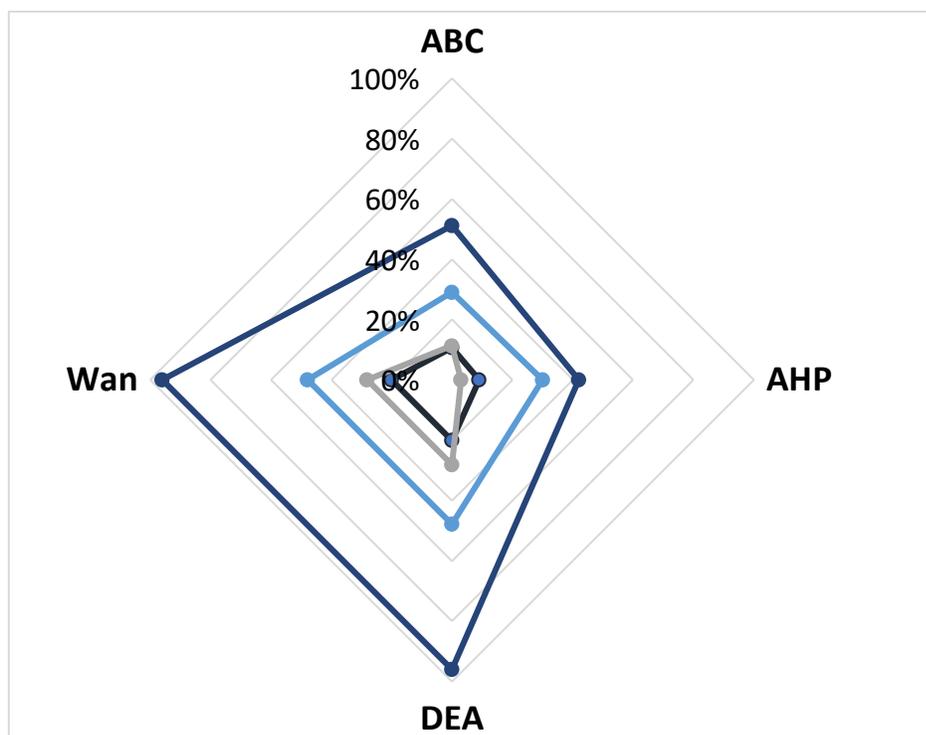


Figura 12. Nivel de certitud de otros modelos, respecto al modelo de Wan

La evaluación resultó en un nivel de consistencia del 96% para el modelo de Wan y el análisis envolvente de datos, un 51% para la clasificación ABC. y un 42% para el esquema AHP. Los resultados obtenidos, validaron la confiabilidad del modelo de Wan, similar a los modelos de programación lineal. Se concluyó que el esquema AHP podría ser empleado únicamente para criterios subjetivos, por otro lado, el esquema tradicional de clasificación ABC, en efecto es muy general y distan de cumplir con las necesidades a considerar de acuerdo a la empresa.

El control del inventario utilizando el modelo de Wan como modelo de clasificación estándar es ideal, facilita integrar criterios cuantitativos y cualitativos, así también, permite una evaluación automática de cada artículo respecto a cada criterio.

La clasificación multicriterio redefine la separación de los productos, por grupos semánticos, permite priorizar de acuerdo a una clasificación más objetiva y facilita tomar decisiones en cuanto a reabastecimiento, re-ofertas, estrategias, entre otros. Es importante tener siempre presente implementar un programa de control de inventarios. El programa de control estándar facilita el monitoreo del límite económico de las unidades y la clasificación multicriterio replantea el grado de prioridad de los artículos con base en los criterios que la empresa necesita, lo que permite una perspectiva más objetiva de las existencias mínimas que se requieren en almacén, considerando el reabastecimiento, seguimiento y las posibles pérdidas que la carencia de artículos signifique.

Monitorear y actualizar de manera constante la información recopilada y el sistema, permitirá reconocer la utilidad del programa de control, identificar áreas de oportunidad e integrar mejoras. El programa de control estándar, acelera el cumplimiento de las actividades relacionadas con el valor del inventario.

El preámbulo del control de inventarios, siempre será tener los principios de la confiabilidad de inventarios trabajados y dominados. Sin esto, no se podrá implementar un sistema de control.

## Capítulo 7. Conclusiones

El desarrollo de este trabajo permitió proponer un control de inventarios, basado en múltiples criterios, para esto se realizó un análisis completo de las actividades primarias y de las actividades de soporte, mediante la cadena de valor de Porter y el análisis con el diagrama de Ishikawa. Realizar la clasificación ABC del inventario, fue indispensable, para validar el uso correcto de la herramienta utilizada por la compañía. Se concluyó, que la metodología de clasificación, era correctamente implementada por la empresa y cumplía con las reglas teóricas del modelo, sin embargo, no se adecuaba a las necesidades de la compañía. La clasificación de los artículos, se implementaba como método imprescindible en la administración del inventario, y la clasificación ABC, si bien era el esquema para clasificar los artículos en el inventario, se limitaba a considerar únicamente el consumo anual en dólares como criterio único, no obstante, existían necesidades propias del negocio y los otros criterios potenciales no se tenían en cuenta.

Los tomadores de decisiones que dependen de la clasificación tradicional, ignoran criterios cuantitativos y cualitativos muy cruciales que ocasionan pérdidas económicas o comprometen el nivel de respuesta y servicio, ya que, de acuerdo a la clasificación, se derivan el control y administración de los materiales.

Para superar las limitaciones de la clasificación tradicional, se implementó el modelo de clasificación de criterios múltiples, incorporando criterios adicionales en el procedimiento de clasificación del inventario. Con la colaboración del comité de decisión se determinó la necesidad de establecer el *lead time*, el costo promedio y el uso anual como criterios de clasificación.

La clasificación multicriterio del inventario, es clave en el control de inventarios, por lo que el presente documento presentó una propuesta de control de inventario para la gestión de materiales en una empresa del sector industrial, utilizando como método de solución estratégico, el esquema de optimización de múltiples criterios de Wan.

Los resultados obtenidos, validaron la confiabilidad del modelo de Wan, similar a los modelos de programación lineal, pero con el desarrollo de un número reducido de pasos, por lo que puede emplearse como modelo de control de inventarios para criterios cuantitativos y/o cualitativos.

El modelo, permitió clasificar correctamente el inventario, integrando el *lead time*, el uso anual y el costo promedio como criterios, de acuerdo a las necesidades de la compañía. Es esencial recordar, que comprender las necesidades y características de negocio permitirán un completo entendimiento de la situación. Usar herramientas de análisis para la evaluación del sistema de negocio, asegura el uso correcto del modelo desde un enfoque objetivo para fortalecer la competitividad de las empresas.

El Control de Inventarios, es el corazón de cualquier empresa para obtener los mejores resultados financieros desde los inventarios, ya que permite la clasificación correcta de los materiales, identificando así el nivel de criticidad, lo que simplifica determinar y calcular la cantidad correcta de existencia en inventario. Así también, la correcta clasificación de los materiales en inventario, facilita la distribución y administración de los materiales en un almacén y disminuye el número de operaciones en su administración.

El control de inventarios, asegura la efectividad y eficiencia en la búsqueda de un mejor rendimiento en el desempeño, esto motivó a la creación de un programa de control estándar, cuyo seguimiento abarca once pasos, facilita el monitoreo del inventario, permite identificar áreas de oportunidad, e integrar mejoras de acuerdo al progreso del plan actual respecto al plan de diseño y el plan ideal. Es importante tener siempre presente, que el desarrollo de soluciones en el control de inventario no está completo sin un esquema de gestión, el programa de control estándar cumple con esta función y es aplicable a todos los sitios y zonas de negocio.

El programa de control estándar, asegura el cumplimiento de las actividades, contribuye en el seguimiento del valor del inventario y facilita la integración temprana de medidas de ajuste, ya sea para incrementar o disminuir existencias de acuerdo a los niveles de *stock* de cada ítem, según sea el caso.

Las dos primeras etapas, permiten definir el nivel de inventario diseño e ideal y analizar la situación del inventario en su escenario actual. Las siguientes dos etapas, corresponden al desarrollo del plan de acción a seguir, que integrará, interfaces de gestión de acuerdo al avance de los objetivos, teniendo siempre presente el nivel de prioridad de los artículos con base en su clasificación.

Finalmente, las últimas seis etapas se fundamentan en el control y monitoreo del inventario, que asegura el seguimiento de los resultados y el progreso.

## Referencias

- Doumpos; , M., & Zopounidis, C. (2002). Multicriteria decision aid classification methods. *Doumpos M, Zopounidis C.*
- ADIMRA. (s.f.). *Guía de producción sustentable en el sector metalmecánico.*
- Aguilar, G. (2009). Gestión de inventarios como factor de competitividad. *Revista de ciencias sociales, 15(3)*, 509-518.
- Antún, J. P. (2000). Logística: Una visión sistémica. *UNAM.*
- Arto, J. R. (2011). *La gestión de la cadena de suministro.* Madrid , España: EOI. Recuperado el 14 de 08 de 2019
- Ballou, R. H. (2004). *Logística. Administración de la cadena de suministro* (5a ed.). Pearson.
- CANACINTRA, P. (s.f.). *Estudio para la reconversión de la industria para la economía verde.* Secretaria de economía.
- Chen, Y., Kilgour, D., & Hipel, K. (2006). Multiple criteria classification with an application in water resources planning. *Computers and Operations, 33(11)*:3301–23.
- Cohen , M., & Ernst, R. (1988). Multi-item classification and generic inventory stock control policies. *Production and Inventory Management(29)*, 6-8.
- Conference.CSCMP, A. G. (2010). Logistics Cost and Service 2010. *Logistics Cost and Service 2010.* Establish, Inc.
- Coyle, L. N. (2013). *Administracion de la cadena de suministro una perspectiva logistica* (Vol. 9). (I. A. Torres, Ed.) México D.F.: Cengage Learning. Recuperado el 2 de 08 de 2019
- CSIRO Global Material Flow Database. (2013). *CSIRO and UNEP Latin America and the Caribbean Material Flow and Resource Productivity,*. Recuperado el 01 de 09 de 2019, de [www.csiro.au/LatinAmericaCaribbeanMaterialFlows](http://www.csiro.au/LatinAmericaCaribbeanMaterialFlows)
- Deusto, H. (7 de 10 de 2016). *Gestión logística: definición y objetivos principales.* (H. D. school, Editor) Obtenido de Directivos eae.
- Dodd, D., Lavelle, W., & Margolis, S. (2002). Driving Improved Profitability with Activity-. *Point Balance, Inc.*, 1-26.

EKCIT. (04 de 07 de 2018). *Ticportal*. Recuperado el 05 de 10 de 2019, de Centro europeo del conocimiento para la tecnología de la información.

Flores B., O. D. (1992). Multicriteria inventory classification. *Mathematical and computer modeling*. 12, 71-82.

Flores, B. W. (09 de 1987). Implementing multiple criteria ABC analysis. *Journal of Operations Management*, 7, 79-85. Recuperado el 19 de 08 de 2019

Gajpal, Ganesh, & Rajendran. (1994). *Criticality analysis of spare parts using the analytic hierarchy process* (Vol. 35). *International journal of production economics*.

Garbey, N. (2003). Antecedentes, Ventajas y Limitaciones del Costeo por Actividades. *Gestiopolis*, 1-10. Recuperado el 12 de 08 de 2019

Gayle, R. (1999). Contabilidad y administración de costos.

Heizer, J., & Render, B. (2008). *Dirección de la producción y de operaciones*. Barcelona, España: Editorial Pearson Prentice Hall.

Hipodec. (10 de 10 de 2018). *High potential development center* .

Jacquet-Lagrèze E, S. Y. (1982). Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision-making: the UTA method. *European Journal of Operational Research*, 10(2):151–64.

Joannes, V. (01 de 06 de 2013). *Lokad*. (L. q. chain, Editor) Recuperado el 10 de 09 de 2019, de Lokad.

Juran, J. M. (1954). Universals in Management Planning and Control. *American Management Association*, 748-761.

Kilger, H. S. (2008). *Supply Chain Management and advanced planning*. Berlin: Springer.

Kilgour, D., Rajabi, S., Hipel, K., & Chen, Y. (2004). Screening alternatives in multiple criteria subset selection. *INFOR 2004*, 42(1):43–60.

La Londe, B. G. (1998). Activity Based Costing, Best Practices. *The Ohio*, 1-19. Recuperado el 22 de 06 de 2019

Lambert, D., Stock, J. R., & Ellram, L. M. (1998). *Fundamentals of logistic management* . McGraw Hill. New York.

Lima, O. P., Breval, Taboado, C. M., & Follmann, N. (06 de 2017). Una nueva definicion de la logística interna y forma de evaluar la misma. *Scielo*, 25(2). Recuperado el 5 de 10 de 2019

Lollia, F., Ishizakab, A., Gamberinia, R., Balugania, E., & Riminia, B. (2017). Decision trees for supervised multi-criteria inventory classification. *ScienceDirect*, 11.

Loyola, M. E. (2016). *Propuesta de alternativas para establecer una política de sostenibilidad en la industria metalmecánica chilena*. Tesis, Valparaíso, Chile . Recuperado el 09 de 09 de 2019

Malakooti B & Yang ZY. (2004). Clustering and group selection of multiple criteria alternatives with application to space-based networks. *IEEE. Transactions on Systems, Man and Cybernetics*,, 34(1):40–51.

Malakoti B. & Yang Z. (2004). Clustering and group selection of multiple criteria alternatives with application to space-based networks. *IEEE. Transactions on Systems, Man and Cybernetics*,, 34(1):40–51.

Meihami, B., & Meihami, H. (2014). Knowledge Management a way to gain a competitive advantage in firms (evidence of manufacturing companies). (scipress, Ed.) *International Letters of Social and Humanistic Sciences*, 3, 80-91.

Mitchell A. Millstein, L. Y. (February de 2014). Optimizing ABC inventory grouping decisions. *ScienceDirect*, 148, 71-80. Recuperado el 12 de 05 de 2019

Molina de Paredes, O. (2003). Nuevas Técnicas de Control y Gestión de Costos en. *Actualidad Contable FACES*(6), 25-32.

Ng., W. L. (08 de 02 de 2006). A simple classifier for multiple criteria ABC analysis. *Sciencedirect*(177), 344-353. Recuperado el 02 de 05 de 2019

R., A. (1 de 09 de 2014). *La planeación estratégica*. Recuperado el 05 de 10 de 2019, de Crecenegocios.

Sánchez, J. J., & Castillo, J. J. (2011). Logística del autotransporte de carga: Estrategias de gestión. *Instituto Mexicano del transporte*. Recuperado el 12 de 07 de 2019

Sucky, E. (2005). Inventory management in supply chains: A bargaining. *International Journal of Production Economics*, 253-252.

Teunter, R., Babai, Zied, Syntetos, & Aris. (May-June de 2010). ABC Classification: Service Levels and Inventory Costs. *Production and Operations Management Society*, 19(3), 343-352. Recuperado el 20 de 08 de 2019

Themido, A. A. (2000). Logistic cost case study, an ABC approach. *Journal of the Operational Research Society*(51), 1148-1157. Recuperado el 14 de 08 de 2019

Toro , L., & Bastidas, V. (2011). Metodología para el control y la gestión de inventarios en una empresa de electrodomésticos. *Universidad tecnologica de Pereira*, 3(49).

US AID John Snow, I. (2010). Manual de logísitca. (Proyecto deliver).

Vilfredo, P. (1971). *Manual of Political Economy*. New: Augustus M. Kelley Publishers.

World Bank. (2013). *Mapping Carbon Pricing Initiatives: Developments and Prospects 2013*. World Bank. Recuperado el 2019

Ye Chena, K. W. (2006). A case-based distance model for multiple criteria ABC analysis. *Science Direct*, 21.

Zopounidis C, D. M. (2002). Multicriteria classification and sorting methods: a literature review. *European Journal of Operational Research*, 138(2):229–46.

Anexo

Tabla 6. Datos de inventario. parte 1

Item no.	Uso anual	Costo unitario promedio	Tiempo	Item no.	Uso anual	Costo unitario promedio	Tiempo
66	\$441,907.03	\$ 1.46	5	14	\$23,882.00	\$ 0.13	20
67	\$393,389.90	\$ 1.43	5	16	\$18,727.15	\$ 0.14	20
68	\$371,851.05	\$ 1.70	5	17	\$14,878.40	\$ 0.18	20
69	\$347,976.01	\$ 1.46	5	20	\$10,105.98	\$ 0.21	20
70	\$344,028.81	\$ 0.98	10	21	\$ 9,358.22	\$ 0.19	20
71	\$339,731.80	\$ 1.70	10	22	\$ 9,058.76	\$ 0.18	20
72	\$322,561.61	\$ 1.44	10	24	\$ 7,502.05	\$ 0.17	20
73	\$300,760.36	\$ 1.71	10	26	\$ 5,435.85	\$ 0.18	20
74	\$286,159.39	\$ 1.46	5	29	\$ 4,705.00	\$ 0.20	20
75	\$284,218.29	\$ 0.96	10	28	\$ 4,792.64	\$ 0.18	20
76	\$279,141.90	\$ 1.46	5	31	\$ 3,984.57	\$ 0.18	20
77	\$267,051.80	\$ 1.20	10	30	\$ 4,174.97	\$ 0.15	20
78	\$255,409.13	\$ 1.44	5	32	\$ 3,939.98	\$ 0.16	20
79	\$241,056.66	\$ 1.21	10	34	\$ 2,923.32	\$ 0.23	20
80	\$238,012.16	\$ 1.47	5	35	\$ 2,738.19	\$ 0.22	20
81	\$227,589.76	\$ 0.98	10	33	\$ 3,097.36	\$ 0.17	20
43	\$ 1,055.88	\$ 36.41	20	36	\$ 2,431.98	\$ 0.16	20
44	\$ 1,055.88	\$ 36.41	20	37	\$ 2,074.93	\$ 0.18	20
54	\$ 437.52	\$ 36.46	20	39	\$ 1,509.54	\$ 0.17	20
45	\$ 1,019.47	\$ 36.41	20	40	\$ 1,499.60	\$ 0.16	20
49	\$ 654.65	\$ 36.41	20	42	\$ 1,153.43	\$ 0.16	20
50	\$ 618.97	\$ 36.41	20	98	\$66,812.82	\$ 1.01	5
52	\$ 546.15	\$ 36.41	20	99	\$66,141.13	\$ 1.48	5
55	\$ 435.32	\$ 36.41	20	139	\$12,778.40	\$ 9.59	3
56	\$ 397.30	\$ 36.41	20	143	\$10,213.87	\$ 9.78	3
59	\$ 291.28	\$ 36.41	20	100	\$62,279.55	\$ 0.98	10
61	\$ 254.87	\$ 36.41	20	101	\$61,179.20	\$ 1.72	5
62	\$ 218.46	\$ 36.41	20	163	\$ 5,933.85	\$ 9.59	3
63	\$ 218.46	\$ 36.41	20	209	\$ 3,042.63	\$ 9.78	3
65	\$ 182.05	\$ 36.41	20	217	\$ 2,582.81	\$ 9.78	3
82	\$218,255.70	\$ 1.04	10	188	\$ 4,217.92	\$ 9.59	3
83	\$217,655.66	\$ 0.97	10	181	\$ 4,543.62	\$ 9.49	3
84	\$214,315.73	\$ 1.44	5	173	\$ 5,068.18	\$ 9.40	3
85	\$208,974.47	\$ 1.23	10	179	\$ 4,593.37	\$ 9.39	3
86	\$188,173.30	\$ 0.96	10	183	\$ 4,438.19	\$ 9.40	3
87	\$184,923.25	\$ 0.99	10	190	\$ 4,114.30	\$ 9.39	3
88	\$181,694.61	\$ 1.73	5	184	\$ 4,427.84	\$ 9.36	3
89	\$179,056.61	\$ 1.15	10	214	\$ 2,703.41	\$ 9.49	3
90	\$167,229.06	\$ 0.97	10	205	\$ 3,186.82	\$ 9.40	3
91	\$165,301.40	\$ 0.98	10	226	\$ 2,115.90	\$ 9.49	3
6	\$ 40,574.01	\$ 0.17	40	198	\$ 3,482.36	\$ 9.36	3
8	\$ 34,666.69	\$ 0.17	40	220	\$ 2,223.92	\$ 9.42	3
12	\$ 27,033.84	\$ 0.17	40	223	\$ 2,167.38	\$ 9.42	3
18	\$ 11,721.69	\$ 0.16	40	253	\$ 1,129.11	\$ 9.49	3
25	\$ 5,948.06	\$ 0.17	40	261	\$ 863.44	\$ 9.49	3
38	\$ 2,002.41	\$ 0.15	40	231	\$ 1,861.33	\$ 9.40	3
46	\$ 969.56	\$ 0.18	40	102	\$57,780.24	\$ 1.23	10
47	\$ 955.30	\$ 0.16	40	248	\$ 1,253.30	\$ 9.42	3
41	\$ 1,248.78	\$ 0.13	40	254	\$ 1,064.84	\$ 9.42	3
48	\$ 760.19	\$ 0.16	40	204	\$ 3,217.06	\$ 9.22	3
57	\$ 330.24	\$ 0.18	40	245	\$ 1,385.77	\$ 9.36	3
51	\$ 568.14	\$ 0.16	40	249	\$ 1,245.32	\$ 9.36	3
58	\$ 305.97	\$ 0.18	40	213	\$ 2,802.25	\$ 9.22	3
53	\$ 477.87	\$ 0.16	40	103	\$51,475.78	\$ 0.56	10
60	\$ 271.71	\$ 0.15	40	104	\$48,927.26	\$ 1.29	10
64	\$ 201.16	\$ 0.16	40	157	\$ 7,024.90	\$ 7.34	3
92	\$140,647.30	\$ 0.97	10	150	\$ 8,255.64	\$ 7.24	3
93	\$130,728.57	\$ 1.22	10	153	\$ 7,778.10	\$ 7.24	3
3	\$ 48,245.98	\$ 0.03	30	168	\$ 5,598.65	\$ 7.37	3
94	\$121,133.63	\$ 0.58	10	165	\$ 5,879.77	\$ 7.34	3
11	\$ 29,210.62	\$ 0.02	30	172	\$ 5,145.84	\$ 7.38	3
15	\$ 21,833.41	\$ 0.07	30	185	\$ 4,318.41	\$ 7.45	3
95	\$111,626.88	\$ 0.69	10	177	\$ 4,798.85	\$ 7.38	3
19	\$ 10,147.25	\$ 0.03	30	105	\$45,260.03	\$ 0.99	10
23	\$ 7,910.97	\$ 0.06	30	180	\$ 4,559.95	\$ 7.37	3
1	\$ 68,226.77	\$ 0.14	20	235	\$ 1,811.44	\$ 7.58	3
96	\$ 90,283.67	\$ 1.45	5	201	\$ 3,424.95	\$ 7.45	3
2	\$ 61,134.23	\$ 0.16	20	189	\$ 4,206.35	\$ 7.37	3
4	\$ 46,475.80	\$ 0.17	20	242	\$ 1,591.00	\$ 7.58	3
5	\$ 45,199.95	\$ 0.13	20	106	\$41,558.61	\$ 1.23	10
97	\$ 81,749.20	\$ 1.72	10	246	\$ 1,371.29	\$ 7.58	3
7	\$ 36,575.35	\$ 0.16	20	247	\$ 1,280.89	\$ 7.58	3
9	\$ 34,436.35	\$ 0.16	20	167	\$ 5,609.88	\$ 7.20	3
10	\$ 31,981.33	\$ 0.14	20	196	\$ 3,594.92	\$ 7.37	3
13	\$ 26,628.77	\$ 0.15	20	170	\$ 5,350.63	\$ 7.20	3

Tabla 7. Datos de inventario. Parte 2

Item no.	Uso anual	Costo unitario promedio	Tiempo	Item no.	Uso anual	Costo unitario promedio	Tiempo
274	\$ 433.56	\$ 7.61	3	109	\$37,736.44	\$ 1.48	5
281	\$ 121.70	\$ 7.61	3	134	\$15,981.24	\$ 0.97	10
230	\$ 1,886.25	\$ 7.46	3	158	\$ 6,726.23	\$ 1.69	10
260	\$ 866.54	\$ 7.54	3	126	\$19,109.54	\$ 0.56	10
227	\$ 2,075.13	\$ 7.41	3	127	\$18,983.87	\$ 0.56	10
200	\$ 3,458.30	\$ 7.30	3	136	\$14,469.54	\$ 0.89	10
273	\$ 437.04	\$ 7.54	3	138	\$13,136.82	\$ 0.92	10
166	\$ 5,866.83	\$ 7.09	3	130	\$17,528.19	\$ 0.55	10
233	\$ 1,830.56	\$ 7.41	3	131	\$17,132.19	\$ 0.58	10
208	\$ 3,046.87	\$ 7.31	3	155	\$ 7,176.13	\$ 1.34	10
256	\$ 1,043.78	\$ 7.46	3	151	\$ 8,104.21	\$ 1.23	10
282	\$ 90.31	\$ 7.53	3	135	\$14,983.39	\$ 0.58	10
291	\$ 7.53	\$ 7.53	3	164	\$ 5,888.48	\$ 1.31	10
202	\$ 3,320.75	\$ 7.25	3	142	\$10,670.90	\$ 0.91	10
216	\$ 2,630.39	\$ 7.31	3	141	\$10,777.58	\$ 0.89	10
239	\$ 1,727.05	\$ 7.38	3	137	\$14,429.40	\$ 0.56	10
203	\$ 3,240.99	\$ 7.25	3	144	\$10,000.30	\$ 0.92	10
240	\$ 1,638.48	\$ 7.38	3	176	\$ 4,837.34	\$ 1.31	10
199	\$ 3,476.59	\$ 7.23	3	147	\$ 9,493.73	\$ 0.90	10
280	\$ 142.41	\$ 7.50	3	148	\$ 9,051.36	\$ 0.92	10
237	\$ 1,735.90	\$ 7.36	3	149	\$ 8,931.05	\$ 0.88	10
289	\$ 37.48	\$ 7.50	3	178	\$ 4,686.63	\$ 1.21	10
270	\$ 492.06	\$ 7.46	3	215	\$ 2,645.42	\$ 1.35	10
210	\$ 2,943.72	\$ 7.25	3	186	\$ 4,306.82	\$ 1.20	10
212	\$ 2,885.71	\$ 7.25	3	152	\$ 7,978.21	\$ 0.87	10
206	\$ 3,129.65	\$ 7.23	3	154	\$ 7,541.36	\$ 0.87	10
225	\$ 2,118.93	\$ 7.31	3	162	\$ 6,143.24	\$ 0.93	10
278	\$ 253.49	\$ 7.46	3	159	\$ 6,576.97	\$ 0.89	10
285	\$ 82.16	\$ 7.47	3	160	\$ 6,202.65	\$ 0.88	10
290	\$ 29.88	\$ 7.47	3	169	\$ 5,396.93	\$ 0.94	10
224	\$ 2,123.13	\$ 7.30	3	146	\$ 9,752.89	\$ 0.56	10
283	\$ 89.51	\$ 7.46	3	174	\$ 4,962.21	\$ 0.92	10
286	\$ 74.59	\$ 7.46	3	182	\$ 4,514.50	\$ 0.94	10
111	\$35,510.53	\$ 1.36	10	193	\$ 4,015.95	\$ 0.98	10
232	\$ 1,841.27	\$ 7.31	3	192	\$ 4,027.71	\$ 0.93	10
228	\$ 2,067.66	\$ 7.28	3	207	\$ 3,071.71	\$ 0.98	10
229	\$ 2,009.42	\$ 7.28	3	156	\$ 7,099.49	\$ 0.58	10
255	\$ 1,044.48	\$ 7.36	3	211	\$ 2,899.13	\$ 0.91	10
187	\$ 4,279.67	\$ 7.09	3	219	\$ 2,443.64	\$ 0.93	10
195	\$ 3,816.56	\$ 7.12	3	221	\$ 2,222.53	\$ 0.94	10
279	\$ 148.21	\$ 7.41	3	238	\$ 1,730.03	\$ 0.95	10
269	\$ 501.87	\$ 7.38	3	241	\$ 1,609.28	\$ 0.93	10
287	\$ 66.69	\$ 7.41	3	251	\$ 1,221.88	\$ 0.95	10
276	\$ 398.55	\$ 7.38	3	259	\$ 871.06	\$ 0.97	10
194	\$ 3,972.15	\$ 7.08	3	113	\$31,995.51	\$ 1.72	5
218	\$ 2,552.94	\$ 7.19	3	250	\$ 1,234.68	\$ 0.91	10
197	\$ 3,547.33	\$ 7.08	3	263	\$ 800.50	\$ 0.94	10
236	\$ 1,740.32	\$ 7.19	3	171	\$ 5,262.65	\$ 0.55	10
222	\$ 2,207.34	\$ 7.12	3	298	\$ -	\$ 0.96	10
243	\$ 1,535.29	\$ 7.17	3	299	\$ -	\$ 0.96	10
234	\$ 1,820.84	\$ 7.14	3	268	\$ 535.96	\$ 0.89	10
265	\$ 694.13	\$ 7.23	3	191	\$ 4,057.81	\$ 0.56	10
266	\$ 665.21	\$ 7.23	3	244	\$ 1,463.62	\$ 0.56	10
267	\$ 657.97	\$ 7.23	3	114	\$30,182.29	\$ 0.99	5
110	\$37,057.81	\$ 0.96	10	292	\$ -	\$ 0.59	10
252	\$ 1,162.23	\$ 7.17	3	293	\$ -	\$ 0.58	10
277	\$ 390.45	\$ 7.23	3	296	\$ -	\$ 0.58	10
264	\$ 735.48	\$ 7.14	3	294	\$ -	\$ 0.56	10
108	\$39,596.80	\$ 0.54	10	295	\$ -	\$ 0.56	10
284	\$ 85.39	\$ 7.12	3	297	\$ -	\$ 0.55	10
288	\$ 42.69	\$ 7.12	3	27	\$ 4,817.20	\$ 0.02	10
272	\$ 445.44	\$ 7.07	3	115	\$29,482.75	\$ 1.72	5
275	\$ 417.16	\$ 7.07	3	119	\$26,595.76	\$ 0.99	5
257	\$ 1,005.42	\$ 6.98	3	121	\$25,267.45	\$ 1.01	5
271	\$ 488.75	\$ 6.98	3	124	\$21,059.30	\$ 1.03	5
112	\$33,808.13	\$ 0.54	10	128	\$18,506.89	\$ 1.33	5
117	\$27,784.17	\$ 0.99	10	145	\$ 9,924.71	\$ 1.62	5
116	\$28,910.64	\$ 0.88	10	132	\$16,671.99	\$ 1.02	5
118	\$27,122.73	\$ 0.90	10	133	\$16,653.98	\$ 0.92	5
123	\$21,385.55	\$ 1.36	10	161	\$ 6,164.17	\$ 1.67	5
122	\$22,735.98	\$ 1.23	10	140	\$11,215.77	\$ 1.02	5
120	\$25,371.99	\$ 0.98	10	175	\$ 4,906.24	\$ 1.29	5
107	\$40,156.30	\$ 1.49	5	262	\$ 829.91	\$ 0.88	5
125	\$20,525.74	\$ 1.23	10	258	\$ 915.74	\$ 0.87	5
129	\$18,203.94	\$ 1.34	10				

Tabla 8. Valor de puntuación de artículos en el modelo de Wan. 1

Item no.	Valor de puntuación	Item no.	Valor de puntuación
66	1.00	14	0.17
67	0.89	16	0.17
68	0.84	17	0.17
69	0.79	20	0.16
70	0.78	21	0.16
71	0.77	22	0.16
72	0.73	24	0.16
73	0.68	26	0.16
74	0.65	29	0.16
75	0.64	28	0.16
76	0.63	31	0.16
77	0.60	30	0.16
78	0.58	32	0.16
79	0.55	34	0.16
80	0.54	35	0.16
81	0.52	33	0.16
43	0.50	36	0.16
44	0.50	37	0.16
54	0.50	39	0.16
45	0.50	40	0.16
49	0.50	42	0.16
50	0.50	98	0.15
52	0.50	99	0.15
55	0.50	139	0.15
56	0.50	143	0.15
59	0.50	100	0.14
61	0.50	101	0.14
62	0.50	163	0.14
63	0.50	209	0.14
65	0.50	217	0.14
82	0.49	188	0.14
83	0.49	181	0.14
84	0.48	173	0.13
85	0.47	179	0.13
86	0.43	183	0.13
87	0.42	190	0.13
88	0.41	184	0.13
89	0.41	214	0.13
90	0.38	205	0.13
91	0.37	226	0.13
6	0.37	198	0.13
8	0.36	220	0.13
12	0.36	223	0.13
18	0.34	253	0.13
25	0.34	261	0.13
38	0.34	231	0.13
46	0.34	102	0.13
47	0.34	248	0.13
41	0.34	254	0.13
48	0.34	204	0.13
57	0.34	245	0.13
51	0.34	249	0.13
58	0.34	213	0.13
53	0.33	103	0.12
60	0.33	104	0.11
64	0.33	157	0.11
92	0.32	150	0.11
93	0.30	153	0.11
3	0.28	168	0.11
94	0.27	165	0.11
11	0.27	172	0.11
15	0.26	185	0.11
95	0.25	177	0.11
19	0.25	105	0.11
23	0.25	180	0.11
1	0.21	235	0.11
96	0.20	201	0.11
2	0.20	189	0.11
4	0.19	242	0.11
5	0.19	106	0.11
97	0.18	246	0.11
7	0.18	247	0.11
9	0.18	167	0.10
10	0.18	196	0.10
13	0.17	170	0.10

Tabla 9. Valor de puntuación de artículos en el modelo de Wan. 2

Item no.	Valor de puntuación	Item no.	Valor de puntuación
274	0.10	109	0.09
281	0.10	134	0.08
230	0.10	158	0.08
260	0.10	126	0.08
227	0.10	127	0.08
200	0.10	136	0.08
273	0.10	138	0.08
166	0.10	130	0.08
233	0.10	131	0.08
208	0.10	155	0.08
256	0.10	151	0.08
282	0.10	135	0.08
291	0.10	164	0.08
202	0.10	142	0.08
216	0.10	141	0.08
239	0.10	137	0.08
203	0.10	144	0.08
240	0.10	176	0.08
199	0.10	147	0.08
280	0.10	148	0.08
237	0.10	149	0.08
289	0.10	178	0.08
270	0.10	215	0.08
210	0.10	186	0.08
212	0.10	152	0.08
206	0.10	154	0.08
225	0.10	162	0.08
278	0.10	159	0.08
285	0.10	160	0.08
290	0.10	169	0.08
224	0.10	146	0.08
283	0.10	174	0.08
286	0.10	182	0.07
111	0.10	193	0.07
232	0.10	192	0.07
228	0.10	207	0.07
229	0.10	156	0.07
255	0.10	211	0.07
187	0.10	219	0.07
195	0.10	221	0.07
279	0.10	238	0.07
269	0.10	241	0.07
287	0.10	251	0.07
276	0.10	259	0.07
194	0.10	113	0.07
218	0.10	250	0.07
197	0.10	263	0.07
236	0.10	171	0.07
222	0.10	298	0.07
243	0.10	299	0.07
234	0.10	268	0.07
265	0.10	191	0.07
266	0.10	244	0.07
267	0.10	114	0.07
110	0.10	292	0.07
252	0.10	293	0.07
277	0.10	296	0.07
264	0.10	294	0.07
108	0.10	295	0.07
284	0.10	297	0.07
288	0.10	27	0.07
272	0.10	115	0.07
275	0.10	119	0.06
257	0.10	121	0.06
271	0.10	124	0.05
112	0.09	128	0.04
117	0.09	145	0.04
116	0.09	132	0.04
118	0.09	133	0.04
123	0.09	161	0.04
122	0.09	140	0.04
120	0.09	175	0.03
107	0.09	262	0.03
125	0.09	258	0.03
129	0.09		

Tabla 10. Clasificación del modelo de Wan. Parte 1

Item no.	Valor de puntuación	Clasificación Modelo de wan	Item no.	Valor de puntuación	Clasificación Modelo de wan
66	1.00	A	14	0.17	B
67	0.89	A	16	0.17	B
68	0.84	A	17	0.17	B
69	0.79	A	20	0.16	B
70	0.78	A	21	0.16	B
71	0.77	A	22	0.16	B
72	0.73	A	24	0.16	B
73	0.68	A	26	0.16	B
74	0.65	A	29	0.16	B
75	0.64	A	28	0.16	B
76	0.63	A	31	0.16	B
77	0.60	A	30	0.16	B
78	0.58	A	32	0.16	B
79	0.55	A	34	0.16	B
80	0.54	A	35	0.16	B
81	0.52	A	33	0.16	B
43	0.50	A	36	0.16	B
44	0.50	A	37	0.16	B
54	0.50	A	39	0.16	B
45	0.50	A	40	0.16	B
49	0.50	A	42	0.16	B
50	0.50	A	98	0.15	B
52	0.50	A	99	0.15	B
55	0.50	A	139	0.15	B
56	0.50	A	143	0.15	B
59	0.50	A	100	0.14	B
61	0.50	A	101	0.14	B
62	0.50	A	163	0.14	B
63	0.50	A	209	0.14	B
65	0.50	A	217	0.14	B
82	0.49	A	188	0.14	B
83	0.49	A	181	0.14	B
84	0.48	A	173	0.13	B
85	0.47	A	179	0.13	B
86	0.43	A	183	0.13	B
87	0.42	A	190	0.13	B
88	0.41	A	184	0.13	B
89	0.41	A	214	0.13	B
90	0.38	A	205	0.13	B
91	0.37	A	226	0.13	B
6	0.37	A	198	0.13	B
8	0.36	A	220	0.13	B
12	0.36	A	223	0.13	B
18	0.34	A	253	0.13	B
25	0.34	A	261	0.13	B
38	0.34	A	231	0.13	B
46	0.34	A	102	0.13	B
47	0.34	A	248	0.13	B
41	0.34	A	254	0.13	B
48	0.34	A	204	0.13	B
57	0.34	A	245	0.13	B
51	0.34	A	249	0.13	B
58	0.34	A	213	0.13	B
53	0.33	A	103	0.12	B
60	0.33	A	104	0.11	B
64	0.33	A	157	0.11	B
92	0.32	A	150	0.11	B
93	0.30	A	153	0.11	B
3	0.28	A	168	0.11	B
94	0.27	A	165	0.11	B
11	0.27	B	172	0.11	B
15	0.26	B	185	0.11	B
95	0.25	B	177	0.11	B
19	0.25	B	105	0.11	B
23	0.25	B	180	0.11	B
1	0.21	B	235	0.11	B
96	0.20	B	201	0.11	B
2	0.20	B	189	0.11	B
4	0.19	B	242	0.11	B
5	0.19	B	106	0.11	B
97	0.18	B	246	0.11	B
7	0.18	B	247	0.11	B
9	0.18	B	167	0.10	B
10	0.18	B	196	0.10	B
13	0.17	B	170	0.10	B

Tabla 11. Clasificación del modelo de Wan. Parte 2

Item no.	Valor de puntuación	Clasificación Modelo de wan	Item no.	Valor de puntuación	Clasificación Modelo de wan
274	0.10	C	109	0.09	C
281	0.10	C	134	0.08	C
230	0.10	C	158	0.08	C
260	0.10	C	126	0.08	C
227	0.10	C	127	0.08	C
200	0.10	C	136	0.08	C
273	0.10	C	138	0.08	C
166	0.10	C	130	0.08	C
233	0.10	C	131	0.08	C
208	0.10	C	155	0.08	C
256	0.10	C	151	0.08	C
282	0.10	C	135	0.08	C
291	0.10	C	164	0.08	C
202	0.10	C	142	0.08	C
216	0.10	C	141	0.08	C
239	0.10	C	137	0.08	C
203	0.10	C	144	0.08	C
240	0.10	C	176	0.08	C
199	0.10	C	147	0.08	C
280	0.10	C	148	0.08	C
237	0.10	C	149	0.08	C
289	0.10	C	178	0.08	C
270	0.10	C	215	0.08	C
210	0.10	C	186	0.08	C
212	0.10	C	152	0.08	C
206	0.10	C	154	0.08	C
225	0.10	C	162	0.08	C
278	0.10	C	159	0.08	C
285	0.10	C	160	0.08	C
290	0.10	C	169	0.08	C
224	0.10	C	146	0.08	C
283	0.10	C	174	0.08	C
286	0.10	C	182	0.07	C
111	0.10	C	193	0.07	C
232	0.10	C	192	0.07	C
228	0.10	C	207	0.07	C
229	0.10	C	156	0.07	C
255	0.10	C	211	0.07	C
187	0.10	C	219	0.07	C
195	0.10	C	221	0.07	C
279	0.10	C	238	0.07	C
269	0.10	C	241	0.07	C
287	0.10	C	251	0.07	C
276	0.10	C	259	0.07	C
194	0.10	C	113	0.07	C
218	0.10	C	250	0.07	C
197	0.10	C	263	0.07	C
236	0.10	C	171	0.07	C
222	0.10	C	298	0.07	C
243	0.10	C	299	0.07	C
234	0.10	C	268	0.07	C
265	0.10	C	191	0.07	C
266	0.10	C	244	0.07	C
267	0.10	C	114	0.07	C
110	0.10	C	292	0.07	C
252	0.10	C	293	0.07	C
277	0.10	C	296	0.07	C
264	0.10	C	294	0.07	C
108	0.10	C	295	0.07	C
284	0.10	C	297	0.07	C
288	0.10	C	27	0.07	C
272	0.10	C	115	0.07	C
275	0.10	C	119	0.06	C
257	0.10	C	121	0.06	C
271	0.10	C	124	0.05	C
112	0.09	C	128	0.04	C
117	0.09	C	145	0.04	C
116	0.09	C	132	0.04	C
118	0.09	C	133	0.04	C
123	0.09	C	161	0.04	C
122	0.09	C	140	0.04	C
120	0.09	C	175	0.03	C
107	0.09	C	262	0.03	C
125	0.09	C	258	0.03	C
129	0.09	C			

Tabla 12. Comparación de clasificación de los artículos entre los cuatro modelos. P1

Item no.	Valor de puntuación	Clasificación Modelo de wan	Clasificación ABC	AHP	Análisis envoltante de datos
66	1.00	A	A	C	A
67	0.89	A	A	C	A
68	0.84	A	A	C	A
69	0.79	A	A	C	A
70	0.78	A	A	B	A
71	0.77	A	A	B	A
72	0.73	A	A	B	A
73	0.68	A	A	B	A
74	0.65	A	A	C	A
75	0.64	A	A	B	A
76	0.63	A	A	C	A
77	0.60	A	A	B	A
78	0.58	A	A	C	A
79	0.55	A	A	B	A
80	0.54	A	A	C	A
81	0.52	A	A	B	A
43	0.50	A	C	A	A
44	0.50	A	C	A	A
54	0.50	A	C	A	A
45	0.50	A	C	A	A
49	0.50	A	C	A	A
50	0.50	A	C	A	A
52	0.50	A	C	A	A
55	0.50	A	C	A	A
56	0.50	A	C	A	A
59	0.50	A	C	A	A
61	0.50	A	C	B	A
62	0.50	A	C	B	A
63	0.50	A	C	B	A
65	0.50	A	C	B	A
82	0.49	A	A	B	A
83	0.49	A	A	B	A
84	0.48	A	A	C	A
85	0.47	A	A	B	A
86	0.43	A	A	B	A
87	0.42	A	A	B	A
88	0.41	A	A	C	A
89	0.41	A	A	B	A
90	0.38	A	A	B	A
91	0.37	A	A	B	A
6	0.37	A	A	A	A
8	0.36	A	A	A	A
12	0.36	A	B	A	A
18	0.34	A	B	A	A
25	0.34	A	B	A	A
38	0.34	A	C	A	A
46	0.34	A	C	A	A
47	0.34	A	C	A	A
41	0.34	A	C	A	A
48	0.34	A	C	A	A
57	0.34	A	C	A	A
51	0.34	A	C	A	A
58	0.34	A	C	A	A
53	0.33	A	C	A	A
60	0.33	A	C	A	A
64	0.33	A	C	A	A
92	0.32	A	A	B	A
93	0.30	A	A	B	A
3	0.28	A	A	A	A
94	0.27	A	A	B	A
11	0.27	B	B	A	B
15	0.26	B	B	A	B
95	0.25	B	A	B	B
19	0.25	B	B	A	B
23	0.25	B	B	A	B
1	0.21	B	A	A	B
96	0.20	B	A	C	B
2	0.20	B	A	A	B
4	0.19	B	A	A	B
5	0.19	B	A	A	B
97	0.18	B	A	B	B
7	0.18	B	A	A	B
9	0.18	B	A	A	B
10	0.18	B	A	A	B
13	0.17	B	B	A	B

Tabla 13. Comparación de clasificación de los artículos entre los cuatro modelos. P2

Item no.	Valor de puntuación	Clasificación Modelo de wan	Clasificación ABC	AHP	Análisis envoltante de datos
14	0.17	B	B	A	B
16	0.17	B	B	A	B
17	0.17	B	B	A	B
20	0.16	B	B	A	B
21	0.16	B	B	A	B
22	0.16	B	B	A	B
24	0.16	B	B	A	B
26	0.16	B	B	A	B
29	0.16	B	B	A	B
28	0.16	B	B	A	B
31	0.16	B	C	A	B
30	0.16	B	C	A	B
32	0.16	B	C	A	B
34	0.16	B	C	A	B
35	0.16	B	C	A	B
33	0.16	B	C	A	B
36	0.16	B	C	A	B
37	0.16	B	C	A	B
39	0.16	B	C	A	B
40	0.16	B	C	A	B
42	0.16	B	C	A	B
98	0.15	B	A	C	B
99	0.15	B	A	C	B
139	0.15	B	B	C	B
143	0.15	B	B	C	B
100	0.14	B	A	B	B
101	0.14	B	A	C	B
163	0.14	B	B	C	B
209	0.14	B	C	C	B
217	0.14	B	C	C	B
188	0.14	B	C	C	B
181	0.14	B	B	C	B
173	0.13	B	B	C	B
179	0.13	B	B	C	B
183	0.13	B	B	C	B
190	0.13	B	C	C	B
184	0.13	B	B	C	B
214	0.13	B	C	C	B
205	0.13	B	C	C	B
226	0.13	B	C	C	B
198	0.13	B	C	C	B
220	0.13	B	C	C	B
223	0.13	B	C	C	B
253	0.13	B	C	C	B
261	0.13	B	C	C	B
231	0.13	B	C	C	B
102	0.13	B	A	B	B
248	0.13	B	C	C	B
254	0.13	B	C	C	B
204	0.13	B	C	C	B
245	0.13	B	C	C	B
249	0.13	B	C	C	B
213	0.13	B	C	C	B
103	0.12	B	A	B	B
104	0.11	B	A	B	B
157	0.11	B	B	C	B
150	0.11	B	B	C	B
153	0.11	B	B	C	B
168	0.11	B	B	C	B
165	0.11	B	B	C	B
172	0.11	B	B	C	B
185	0.11	B	B	C	B
177	0.11	B	B	C	B
105	0.11	B	A	B	B
180	0.11	B	B	C	B
235	0.11	B	C	C	C
201	0.11	B	C	C	B
189	0.11	B	C	C	B
242	0.11	B	C	C	C
106	0.11	B	A	B	B
246	0.11	B	C	C	C
247	0.11	B	C	C	C
167	0.10	B	B	C	B
196	0.10	B	C	C	C
170	0.10	B	B	C	C

Tabla 14. Comparación de clasificación de los artículos entre los cuatro modelos. P3

Item no.	Valor de puntuación	Clasificación Modelo de wan	Clasificación ABC	AHP	Análisis envoltante de datos
274	0.10	C	C	C	C
281	0.10	C	C	C	C
230	0.10	C	C	C	C
260	0.10	C	C	C	C
227	0.10	C	C	C	C
200	0.10	C	C	C	C
273	0.10	C	C	C	C
166	0.10	C	B	C	C
233	0.10	C	C	C	C
208	0.10	C	C	C	C
256	0.10	C	C	C	C
282	0.10	C	C	C	C
291	0.10	C	C	C	C
202	0.10	C	C	C	C
216	0.10	C	C	C	C
239	0.10	C	C	C	C
203	0.10	C	C	C	C
240	0.10	C	C	C	C
199	0.10	C	C	C	C
280	0.10	C	C	C	C
237	0.10	C	C	C	C
289	0.10	C	C	C	C
270	0.10	C	C	C	C
210	0.10	C	C	C	C
212	0.10	C	C	C	C
206	0.10	C	C	C	C
225	0.10	C	C	C	C
278	0.10	C	C	C	C
285	0.10	C	C	C	C
290	0.10	C	C	C	C
224	0.10	C	C	C	C
283	0.10	C	C	C	C
286	0.10	C	C	C	C
111	0.10	C	A	B	B
232	0.10	C	C	C	C
228	0.10	C	C	C	C
229	0.10	C	C	C	C
255	0.10	C	C	C	C
187	0.10	C	C	C	C
195	0.10	C	C	C	C
279	0.10	C	C	C	C
269	0.10	C	C	C	C
287	0.10	C	C	C	C
276	0.10	C	C	C	C
194	0.10	C	C	C	C
218	0.10	C	C	C	C
197	0.10	C	C	C	C
236	0.10	C	C	C	C
222	0.10	C	C	C	C
243	0.10	C	C	C	C
234	0.10	C	C	C	C
265	0.10	C	C	C	C
266	0.10	C	C	C	C
267	0.10	C	C	C	C
110	0.10	C	A	B	B
252	0.10	C	C	C	C
277	0.10	C	C	C	C
264	0.10	C	C	C	C
108	0.10	C	A	B	B
284	0.10	C	C	C	C
288	0.10	C	C	C	C
272	0.10	C	C	C	C
275	0.10	C	C	C	C
257	0.10	C	C	C	C
271	0.10	C	C	C	C
112	0.09	C	A	B	B
117	0.09	C	B	B	B
116	0.09	C	B	B	B
118	0.09	C	B	B	C
123	0.09	C	B	B	C
122	0.09	C	B	B	C
120	0.09	C	B	B	C
107	0.09	C	A	C	C
125	0.09	C	B	B	C
129	0.09	C	B	B	C

Tabla 15. Comparación de clasificación de los artículos entre los cuatro modelos. P4

Item no.	Valor de puntuación	Clasificación Modelo de wan	Clasificación ABC	AHP	Análisis envolvente de datos
109	0.09	C	A	C	C
134	0.08	C	B	B	C
158	0.08	C	B	B	C
126	0.08	C	B	B	C
127	0.08	C	B	B	C
136	0.08	C	B	B	C
138	0.08	C	B	B	C
130	0.08	C	B	B	C
131	0.08	C	B	B	C
155	0.08	C	B	B	C
151	0.08	C	B	B	C
135	0.08	C	B	B	C
164	0.08	C	B	B	C
142	0.08	C	B	B	C
141	0.08	C	B	B	C
137	0.08	C	B	B	C
144	0.08	C	B	B	C
176	0.08	C	B	B	C
147	0.08	C	B	B	C
148	0.08	C	B	B	C
149	0.08	C	B	B	C
178	0.08	C	B	B	C
215	0.08	C	C	B	C
186	0.08	C	B	B	C
152	0.08	C	B	B	C
154	0.08	C	B	B	C
162	0.08	C	B	B	C
159	0.08	C	B	B	C
160	0.08	C	B	B	C
169	0.08	C	B	B	C
146	0.08	C	B	B	C
174	0.08	C	B	B	C
182	0.07	C	B	B	C
193	0.07	C	C	B	C
192	0.07	C	C	B	C
207	0.07	C	C	B	C
156	0.07	C	B	B	C
211	0.07	C	C	B	C
219	0.07	C	C	B	C
221	0.07	C	C	B	C
238	0.07	C	C	B	C
241	0.07	C	C	B	C
251	0.07	C	C	B	C
259	0.07	C	C	C	C
113	0.07	C	A	C	C
250	0.07	C	C	B	C
263	0.07	C	C	C	C
171	0.07	C	B	B	C
298	0.07	C	C	C	C
299	0.07	C	C	C	C
268	0.07	C	C	C	C
191	0.07	C	C	B	C
244	0.07	C	C	B	C
114	0.07	C	A	C	C
292	0.07	C	C	C	C
293	0.07	C	C	C	C
296	0.07	C	C	C	C
294	0.07	C	C	C	C
295	0.07	C	C	C	C
297	0.07	C	C	C	C
27	0.07	C	B	B	C
115	0.07	C	A	C	C
119	0.06	C	B	C	C
121	0.06	C	B	C	C
124	0.05	C	B	C	C
128	0.04	C	B	C	C
145	0.04	C	B	C	C
132	0.04	C	B	C	C
133	0.04	C	B	C	C
161	0.04	C	B	C	C
140	0.04	C	B	C	C
175	0.03	C	B	C	C
262	0.03	C	C	C	C
258	0.03	C	C	C	C

# MODELO DE CLASIFICACION MULTICRITERIO PARA EL CONTROL DE INVENTARIO EN UNA EMPRESA DEL SECTOR INDUSTRIAL

*Por Ivette Guadalupe Lopez Padilla*

# MODELO DE CLASIFICACION MULTICRITERIO PARA EL CONTROL DE INVENTARIO EN UNA EMPRESA DEL SECTOR INDUSTRIAL

---

INFORME DE ORIGINALIDAD

---

## 26%

ÍNDICE DE SIMILITUD

---

### FUENTES PRIMARIAS

---

1	<a href="http://www.clubensayos.com">www.clubensayos.com</a> Internet	560 palabras — 3%
2	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Internet	471 palabras — 3%
3	<a href="http://publicaciones.urbe.edu">publicaciones.urbe.edu</a> Internet	340 palabras — 2%
4	<a href="http://www.ingquimica.uady.mx">www.ingquimica.uady.mx</a> Internet	226 palabras — 1%
5	<a href="http://www.observatorio-iberoamericano.org">www.observatorio-iberoamericano.org</a> Internet	181 palabras — 1%
6	<a href="http://www.mayekawa.com.mx">www.mayekawa.com.mx</a> Internet	132 palabras — 1%
7	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Internet	122 palabras — 1%
8	<a href="http://yaxchel1.weebly.com">yaxchel1.weebly.com</a> Internet	108 palabras — 1%
9	<a href="http://b-ok.cc">b-ok.cc</a> Internet	105 palabras — 1%
10	<a href="http://dialnet.unirioja.es">dialnet.unirioja.es</a> Internet	96 palabras — 1%

---

11	<a href="http://www.gestiopolis.com">www.gestiopolis.com</a> Internet	95 palabras — 1%
12	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Internet	95 palabras — 1%
13	<a href="http://documents.mx">documents.mx</a> Internet	90 palabras — 1%
14	<a href="http://www.emprendepyme.net">www.emprendepyme.net</a> Internet	87 palabras — 1%
15	<a href="http://www.buenastareas.com">www.buenastareas.com</a> Internet	87 palabras — 1%
16	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Internet	78 palabras — < 1%
17	<a href="http://repositorio.uasf.edu.pe">repositorio.uasf.edu.pe</a> Internet	77 palabras — < 1%
18	<a href="http://cjanette.blogspot.es">cjanette.blogspot.es</a> Internet	74 palabras — < 1%
19	<a href="http://bb9.ulacit.ac.cr">bb9.ulacit.ac.cr</a> Internet	73 palabras — < 1%
20	<a href="http://es.wikipedia.org">es.wikipedia.org</a> Internet	71 palabras — < 1%
21	<a href="http://revistas.upb.edu.co">revistas.upb.edu.co</a> Internet	67 palabras — < 1%
22	<a href="http://es.slideshare.net">es.slideshare.net</a> Internet	64 palabras — < 1%
23	<a href="http://200.21.104.25">200.21.104.25</a> Internet	54 palabras — < 1%
24	<a href="http://12357carlosaugusto.blogspot.com">12357carlosaugusto.blogspot.com</a> Internet	54 palabras — < 1%

25	<a href="http://intelisis.com">intelisis.com</a> Internet	53 palabras — < 1%
26	Ye, Weilong. "ABC Inventory Classification Based on Multicriteria Optimization", International Conference on Transportation Engineering 2007, 2007. Crossref	50 palabras — < 1%
27	<a href="http://repositorio.udh.edu.pe">repositorio.udh.edu.pe</a> Internet	49 palabras — < 1%
28	<a href="http://prezi.com">prezi.com</a> Internet	48 palabras — < 1%
29	<a href="http://www.ticportal.es">www.ticportal.es</a> Internet	48 palabras — < 1%
30	<a href="http://www.listeningonlineingles.com">www.listeningonlineingles.com</a> Internet	48 palabras — < 1%
31	<a href="http://gateway8d2.blogspot.com">gateway8d2.blogspot.com</a> Internet	45 palabras — < 1%
32	<a href="http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co">bibliotecadigital.usbcali.edu.co</a> Internet	43 palabras — < 1%
33	<a href="http://www.web.facpya.uanl.mx">www.web.facpya.uanl.mx</a> Internet	37 palabras — < 1%
34	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Internet	37 palabras — < 1%
35	<a href="http://theibfr.com">theibfr.com</a> Internet	35 palabras — < 1%
36	<a href="http://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a> Internet	29 palabras — < 1%
37	<a href="http://ri.ues.edu.sv">ri.ues.edu.sv</a> Internet	28 palabras — < 1%

38	<a href="http://documentop.com">documentop.com</a> Internet	28 palabras — < 1%
39	<a href="http://hipodec.up.edu.mx">hipodec.up.edu.mx</a> Internet	25 palabras — < 1%
40	<a href="http://sistemasdecostos4021.blogspot.com">sistemasdecostos4021.blogspot.com</a> Internet	25 palabras — < 1%
41	<a href="http://190.25.234.130:8080">190.25.234.130:8080</a> Internet	22 palabras — < 1%
42	<a href="http://dehesa.unex.es">dehesa.unex.es</a> Internet	22 palabras — < 1%
43	<a href="http://acacia.org.mx">acacia.org.mx</a> Internet	21 palabras — < 1%
44	<a href="http://sedcero.org">sedcero.org</a> Internet	21 palabras — < 1%
45	<a href="http://debitoor.es">debitoor.es</a> Internet	20 palabras — < 1%
46	<a href="http://dbcalidad.blogspot.com">dbcalidad.blogspot.com</a> Internet	17 palabras — < 1%
47	<a href="http://www.ziogiorgio.es">www.ziogiorgio.es</a> Internet	16 palabras — < 1%
48	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Internet	16 palabras — < 1%
49	<a href="http://www.iisd.ca">www.iisd.ca</a> Internet	15 palabras — < 1%
50	<a href="http://www.ccee.edu.uy">www.ccee.edu.uy</a> Internet	15 palabras — < 1%
51	<a href="http://www.alasru.org">www.alasru.org</a> Internet	14 palabras — < 1%

52	<a href="http://www.aristoscampusmundus.net">www.aristoscampusmundus.net</a> Internet	12 palabras — < 1%
53	<a href="http://www.apiem.org">www.apiem.org</a> Internet	11 palabras — < 1%
54	<a href="http://www.vitalis.net">www.vitalis.net</a> Internet	11 palabras — < 1%
55	<a href="http://repositorio.utc.edu.ec">repositorio.utc.edu.ec</a> Internet	10 palabras — < 1%
56	<a href="http://dgedi.estadistica.unam.mx">dgedi.estadistica.unam.mx</a> Internet	10 palabras — < 1%
57	<a href="http://www.logistop.com.es">www.logistop.com.es</a> Internet	10 palabras — < 1%
58	<a href="http://addi.ehu.es">addi.ehu.es</a> Internet	10 palabras — < 1%
59	<a href="http://creativecommons.org">creativecommons.org</a> Internet	10 palabras — < 1%
60	<a href="http://apps.unep.org">apps.unep.org</a> Internet	10 palabras — < 1%
61	<a href="http://www.fincascorral.es">www.fincascorral.es</a> Internet	10 palabras — < 1%
62	<a href="http://www.oalib.com">www.oalib.com</a> Internet	10 palabras — < 1%
63	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Internet	9 palabras — < 1%
64	<a href="http://www.theibfr.com">www.theibfr.com</a> Internet	9 palabras — < 1%
65	<a href="http://alcoy.com">alcoy.com</a> Internet	9 palabras — < 1%

66	<a href="http://archive.org">archive.org</a> Internet	9 palabras — < 1%
67	<a href="http://www.vidasilvestre.org.ar">www.vidasilvestre.org.ar</a> Internet	9 palabras — < 1%
68	<a href="http://www.kas.de">www.kas.de</a> Internet	9 palabras — < 1%
69	<a href="http://www.proceso.com.mx">www.proceso.com.mx</a> Internet	9 palabras — < 1%
70	Alexander Correa Espinal, Carlos Esteban Álvarez López, Rodrigo Andrés Gómez Montoya. "Sistemas de identificación por radiofrecuencia, código de barras y su relación con la gestión de la cadena de suministro", Estudios Gerenciales, 2010 Crossref	9 palabras — < 1%
71	<a href="http://cuir.car.chula.ac.th">cuir.car.chula.ac.th</a> Internet	9 palabras — < 1%
72	<a href="http://bibliotecadigital.usb.edu.co">bibliotecadigital.usb.edu.co</a> Internet	9 palabras — < 1%
73	<a href="http://www.uady.mx">www.uady.mx</a> Internet	9 palabras — < 1%

EXCLUIR CITAS

ACTIVADO

EXCLUIR  
COINCIDENCIAS

DESACTIVADO

EXCLUIR BIBLIOGRAFÍA ACTIVADO