

# Evaluation of the Implementation of an Integrated Warehouse Management System for Products in Continuous Flow in a Distribution Center of a Retail Chain.

**Marcelo Emilio Ayala Person, Lucas Guillermo Godoy Cabrera, María M. López and Jorge L. Recalde-Ramírez**

Grupo de Investigación de Operaciones y Logística  
Departamento de Ingeniería Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Universidad Nacional de Asunción  
San Lorenzo, Paraguay

meayala@fiuna.edu.py, lgodoy@ing.una.py, mmlopez@ing.una.py, jrecalde@ing.una.py

## Abstract

Due to the complexity of the internal operations system of reception, internal movements, and distribution of merchandise in a distribution center of a supermarket chain, it is necessary to have an integrated Warehouse Management System (WMS) that streamlines internal processes and guarantees their traceability. This study aims to evaluate the technical and economic feasibility of a WMS for the continuous flow of materials that pass through this distribution center from Mariano Roque Alonso, Paraguay, which currently operates with 36 stores and has a medium/long-term projection of expansion to 50 stores, with a great diversity of products and suppliers that must be trusted for delivery. The methodology included the identification of the products with the highest rotation, the schematization of the current operational flow of the DC, and the technical and economic analysis of the proposal. One of the main results is the improvement of operating times and a greater volume of units dispatched.

## Keywords

Distribution center, Warehouse Management System, Technical evaluation, Economic Evaluation

## 1. Introducción

El Warehouse Management System (WMS), o Sistema de Gestión de Almacenes (SGA), es una aplicación de software que prevé un control sobre cada fase de la operación logística: recepción, almacenamiento, reabastecimiento, preparación de pedidos y carga de camiones. El propósito principal de un WMS es controlar el movimiento y almacenaje de materiales en la empresa (Mora García, 2011).

Con este estudio se busca evaluar la rentabilidad de la implementación del Sistema de Gestión de Almacenes de SAP - 4HANA para un Centro de Distribución (CD), ubicado en la ciudad de Mariano Roque Alonso y la incidencia de este en una empresa dedicada al rubro Retail (venta al por menor o comercio minorista).

### 1. Objetivo General

Evaluar la factibilidad técnica y económica de la implementación del Sistema Integrado de Gestión de Almacenes (SGA) SAP 4HANA para el flujo continuo de artículos de un centro de distribución de una cadena Retail.

#### 1.1 Objetivos Específicos

1. Esquematizar los procesos de flujo continuo de mercancías del Centro de Distribución.
2. Identificar los principales cuellos de botella del proceso a considerar para la implementación del Sistema Integrado de Gestión de Almacenes.
3. Identificar los puntos de mejora a tener en cuenta para la implementación del sistema.
4. Analizar los parámetros técnicos, administrativos y financieros para una implementación del sistema integrado de gestión de almacenes SAP 4HANA del flujo continuo, que garantice la trazabilidad y correcto manejo, dentro del centro de distribución, de los artículos desde su recepción hasta su despacho.

## 2. Planteamiento del problema

Para una cadena Retail, el desafío de expansión lleva consigo una serie de factores que en mayor o menor medida tienen relevancia para la compañía, entre ellas la dificultad de llevar todos los productos del surtido objetivo hasta las

diferentes tiendas, esto es especialmente complejo cuando la cadena tiene una gran cantidad de tiendas en diferentes zonas de Asunción, Gran Asunción e interior del país, como es el caso de la cadena Retail S.A, que en la actualidad opera con 36 tiendas y tiene como proyección a mediano/largo plazo una expansión a 50 tiendas, sumado a la diversidad de productos y la cantidad de proveedores en los cuales se debe confiar la entrega.

Como una solución a esta problemática se pone en funcionamiento el Centro de Distribución (CD) de la cadena, ubicado en la ciudad de Mariano Roque Alonso, cuyo objetivo es centralizar los productos de proveedores locales e importados para el posterior reparto a las de las tiendas, que son los canales de ventas al cliente final.

La administración de esta unidad logística se torna así mucho más compleja, ya no basta con un sistema básico que se limite a indicar entradas y salidas de stock, y visualización de inventarios. En un Centro de Distribución existen muelles, puertas de recepción, zonas de puesta a disposición, preparado, y zonas de despacho. Se visualiza pues la necesidad de contar con un sistema integrado que proporcione información en tiempo real del estatus de las diferentes mercaderías de los proveedores, a la vez que fuerza a la operativa a seguir buenas prácticas desde el momento de la recepción hasta la llegada a las tiendas en los móviles de los transportistas, permitiendo así abrir puertas a posibles mejoras de procesos operativos a futuro. Con esta premisa, se opta por la implementación del Sistema de Gestión de Almacenes del sistema SAP, que hoy en día es uno de los sistemas informáticos por excelencia más completo para dar soluciones a los diversos procesos de las compañías.

Para este trabajo final de grado presentaremos una evaluación técnica y financiera para la implementación de la solución del SAP 4HANA de gestión de almacenes, para su funcionamiento en el Centro de Distribución de la cadena Retail, específicamente enfocado al flujo continuo de proveedores de la cadena.

### **3.Marco teórico**

#### **3.1 Centro de distribución – Cadena Retail**

Normalmente en términos logísticos se conoce como centro de distribución para una cadena al menudeo o al detalle (retail), al almacén, dentro la cadena de suministro de la compañía, donde las unidades de carga que se reciben de los proveedores se reciben, se desconsolidan físicamente y dependiendo del tipo de flujo o tratamiento que se le dará a dichas unidades de cargas, se vuelven a consolidar, y distribuir inmediatamente, esta vez se direccionan a las tiendas, o se almacenan antes de consolidar las entregas a las tiendas.

#### **3.2 Sistema ERP SAP 4 HANA**

Roberto Núñez (2014) describe a los sistemas ERP (Enterprise Resource Planning) como sistemas de gestión de información que automatizan muchas de las operaciones relacionadas a una gran cantidad de procesos operativos dentro de una organización. Entre los sistemas ERP que están disponibles hoy en día en el mercado los más destacados son Oracle y SAP.

SAP posee un alto grado de complejidad en su estado nativo, ya que no permite la alteración de su código, evitando así posibles inconvenientes en su entorno sistemático. Así también, proporciona una gran flexibilidad para acoplarse a las necesidades reales de cada compañía.

#### **3.3 Módulo de gestión de almacenes 4 HANA (EWM: Extended Waterhouse Management)**

La primera versión de EWM entregó funcionalidad para soportar las necesidades de centros de distribución complejos y de gran volumen, incluyendo:

1. Slotting
2. Flow through (Compra centralizada)
3. Cross-docking
4. Gestión de patios
5. Enrutamiento interno complejo

En EWM 2007 (también llamado EWM 5.1), SAP agregó soporte para:

1. Gestión del trabajo (LM)
2. Habilidad de identificación por radiofrecuencia (RFID) para el almacén interno
3. Funciones adicionales de entrada de mercancías
4. Capacidades para la conexión directa a equipos automatizados de manipulación de materiales.
5. Sistemas de flujo de materiales (MFS)
6. Mejoras para la gestión de lotes

7. Mejoras para el manejo de números de serie
8. Creación manual de entregas de salidas

#### 4. Marco Metodológico

Para determinar el inventario de artículos que se van a destinar al centro de distribución como flujo continuo es necesario conocer los productos de mayor rotación para la compañía, esto es en esencia los productos cuyo importe de ventas es lo suficientemente significativos en relación al surtido general de productos que se maneja para las tiendas destino, actualmente el CD presta servicio a 36 tiendas, teniendo como expectativa de crecimiento a mediano plazo (1 - 2 años) de llegar a 60 tiendas.

Bajo esta premisa la herramienta de medición que se optó para dicho propósito es la del diagrama de Pareto (También conocido como análisis A-B-C, o como esquema 80 - 20). En este diagrama, se analiza dos variables: Artículos del surtido de las tiendas vs el importe por ventas de dichos artículos.

#### 3.4 Flujograma de procesos – previa a la implementación.

Con el objetivo de esquematizar el flujo operativo actual del centro de distribución se realizará un diagrama de flujo de procesos. La herramienta utilizada para elaborar el flujograma de procesos es el BPM (Business Process Management), que consiste en una herramienta de grafos en flujo para crear modelos gráficos de las operaciones de un negocio, detallándose las actividades y los controles del flujo en relación con los agentes que intervienen en los mismos y a las etapas o prioridades de dicho proceso.

En la Figura 2, se visualiza un ejemplo de un diagrama de flujo utilizando la notación BPM.

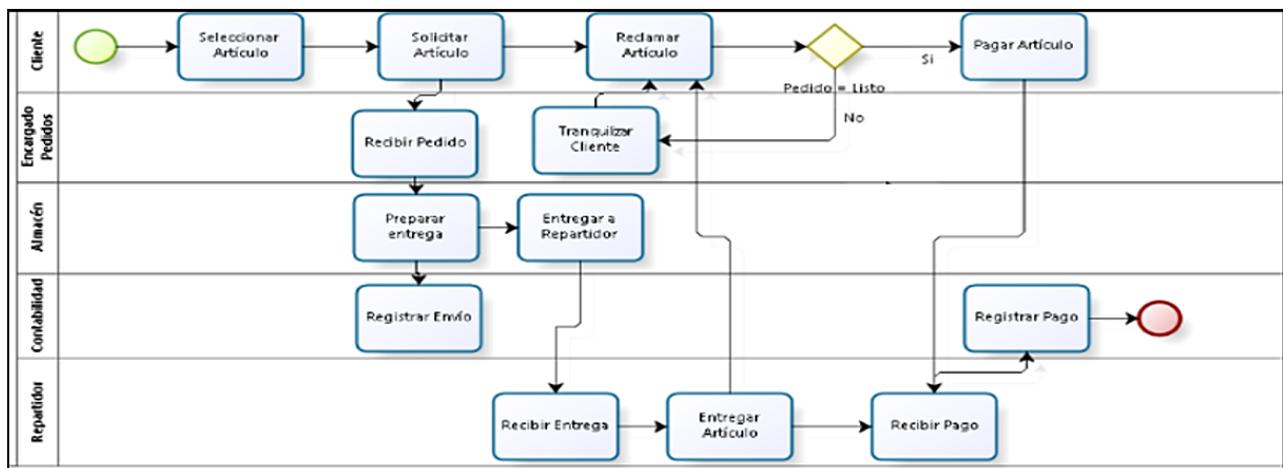


Figura 1. Notacion BPM.

#### 3.5 Análisis Técnico

Para este análisis técnico se analizan los siguientes parámetros, correspondientes a los productos de la categoría “A” (Productos que conforman el 80% del importe por ventas de la compañía):

##### 3.2.1. SKU por proveedor

Se realiza un análisis de la cantidad de SKU por proveedor en relación objetivo establecido previamente en el análisis de Pareto. Para ello se diferencian entre si los proveedores cuyos ítems están dentro del rango establecido (para los SKU's de la categoría “A”). Donde se determinará el número de proveedores que cumplen con este requerimiento.

##### 3.2.2. Tiempos de permanencia: Flujo crossdocking /compra centralizada

Para el tiempo de permanencia de los productos de proveedores se realizó una toma de tiempos por un periodo de 2 meses de operación.

Para esto, fue necesario separar los proveedores de acuerdo con el flujo de distribución a los cuales corresponden dentro del centro de distribución, según se muestra en la Figura 3:

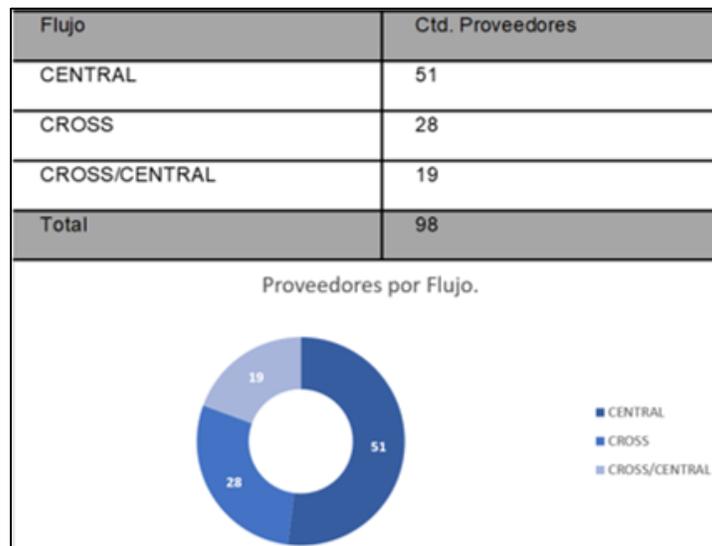


Figura 2. Proveedores por flujo.

### 3.2.3. Evaluación Costo – beneficio del WMS de SAP 4HANA

La evaluación de los costos y los beneficios incluirá todos los aspectos de los procesos que se desarrollaran con la nueva disposición del almacén, incluyendo el sistema informático de gestión de almacenes así también los costos de inversión que esto conlleva. Se detallará los beneficios de las propuestas realizadas.

### 3.2.4 Evaluación Económica del Proyecto

Para evaluar económicamente el proyecto consideraremos un flujo de caja proyectado a un plazo de 5 años, este análisis busca determinar si el proyecto es factible en el tiempo. El flujo contempla todos los beneficios en términos económicos y todos los gastos y costos que implica la implementación de un nuevo sistema de gestión de almacenes así también de la inversión total.

Los indicadores económicos a utilizar son el VAN (valor actual neto) y el TIR (tasa interna de retorno).

Se analizarán dos escenarios posibles para la financiación del proyecto, el primero con financiación externa del 30% de la inversión considerando una tasa de interés del 12% anual y el segundo con financiación propia. Suponiendo en ambos casos una tasa mínima aceptable de retorno del 20%. Estos valores de tasas porcentuales fueron impuestos por la gerencia de la compañía como parámetros estándar para la evaluación.

## 4 La empresa

La empresa Retail S.A es una empresa del rubro supermercadista propietaria de las cadenas de supermercados STOCK y SUPERSEIS. Retail se encuentra en 7 departamentos del país, generando trabajo de forma directa para más de 7.300 colaboradores, movilizandando un volumen promedio de 60 millones de transacciones al año y trabajando con cerca de 800 proveedores, los cuales emplean 3.400 personas en servicios tercerizados de reposidores anualmente.

El centro de distribución Retail, fue puesto en funcionamiento el 24 de julio del 2018, en el predio de la empresa GICAL S.A, ubicada en la ciudad de Mariano R. Alonso. Desde allí se centralizaron las operaciones de entrega de proveedores y distribución a los locales.

## 5 Diagnóstico de la situación actual de la empresa

Tomando como referencia el último periodo operativo de la empresa (6 meses de operación), se realiza el análisis de los importes de las ventas en las tiendas de los artículos que pasan por el centro de distribución.

En la Figura 4 se observa el diagrama de Pareto para un universo 3.263 SKU, 889 de estos (24.81 % del universo de artículos del surtido) conforman el 80 % del importe acumulado de las ventas de las tiendas (importe total de Gs 14.100.000.000)

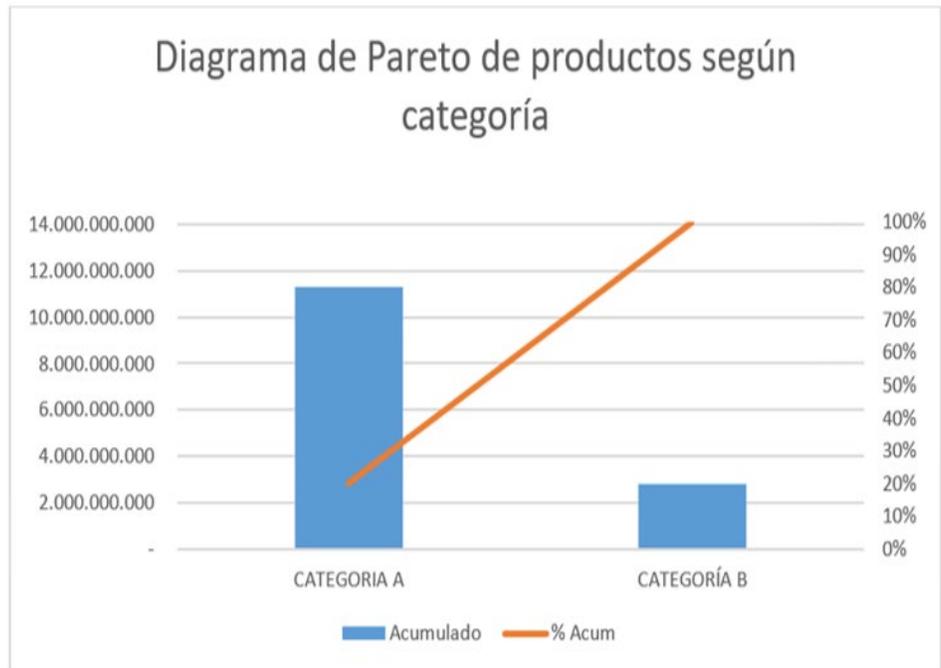


Figura 3. Diagrama de Pareto para productos según categoría.

### 5.1 Diagrama de flujo de procesos del flujo continuo

En la Figura 5 se muestra el proceso actual del flujo crossdocking, previo a la implementación del sistema SAP.

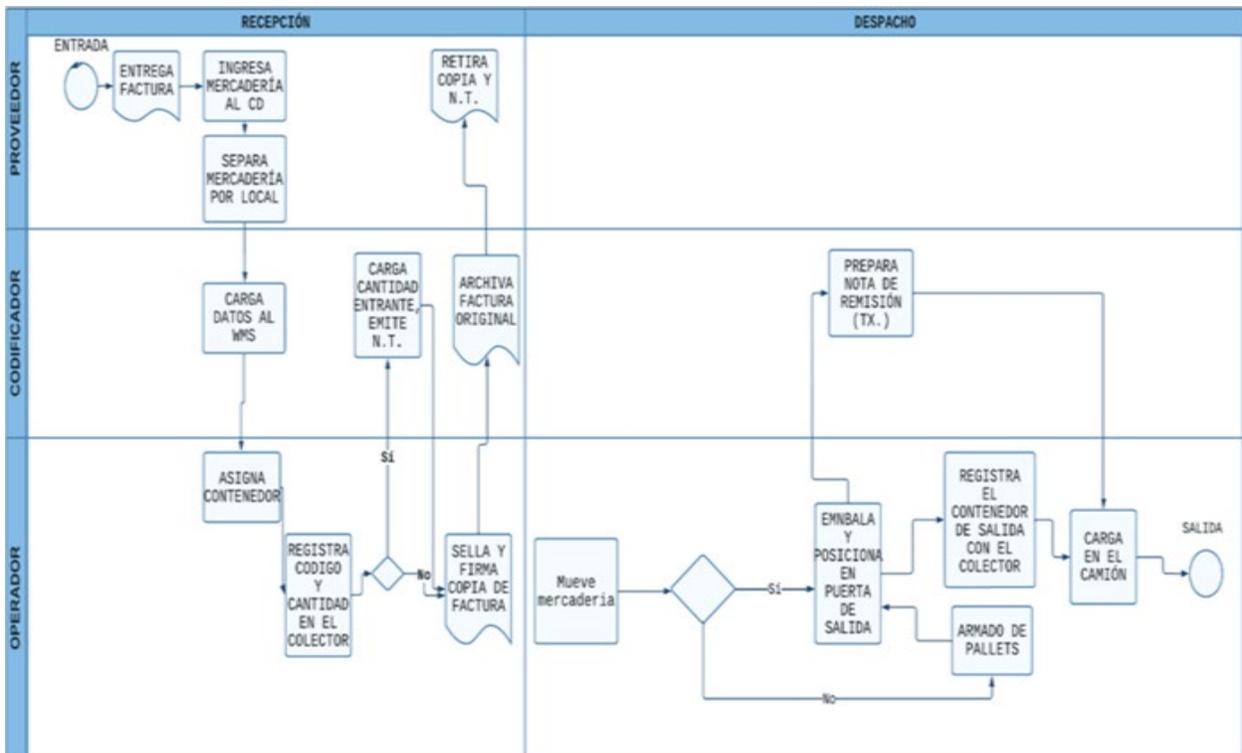


Figura 4. Flujo de procesos Crossdocking.

En la Figura 6 se muestra el proceso actual del flujo de compra centralizada, previo a la implementación del sistema SAP.

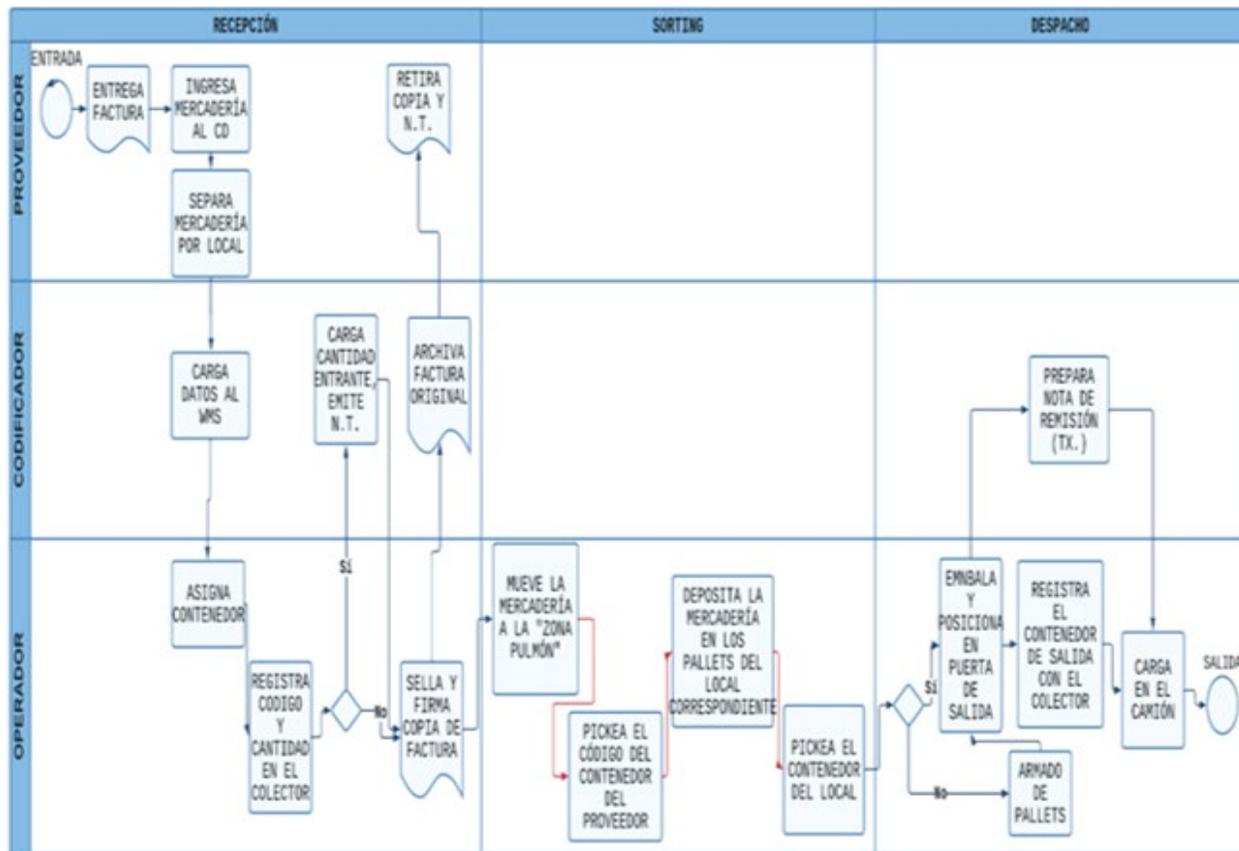


Figura 5. Flujograma Compra Centralizada.

## 5.2 Identificación de cuellos de botella

Se identifican a continuación los principales cuellos de botellas por flujo operativo dentro del centro de distribución:

### 1. Crossdocking.

El principal cuello de botella en este flujo se da en la recepción debido al tiempo de descarga que conlleva hacer la separación por local desde la recepción.

### 2. Compra Centralizada.

El principal cuello de botella se da en el reparto o sorting. Se identifica una debilidad en cuanto al picking en este flujo al momento de liberar el reparto de más de un proveedor por el hecho de que una misma orden de picking para un proveedor destina a un contenedor independiente por local, que no es posible consolidar con productos de otros proveedores.

### 3. Tiempo de permanencia en el CD: Flujo Continuo.

Tomando como referencia el último periodo operativo de la empresa (6 meses de operación), se realiza el análisis de los importes de las ventas en las tiendas de los artículos que pasan por el centro de distribución.

Para un universo 3.263 SKU, 889 de estos (24.81 % del universo de artículos del surtido) conforman el 80 % del importe acumulado de las ventas de las tiendas (importe total de Gs 14.100.000.000).

En la Tabla 1 se resumen los tiempos de permanencia de mercaderías dentro del Centro de Distribución para el flujo continuo.

Tabla 1. Tiempo de permanencia en el CD: Flujo Continuo.

FLUJO CONTINUO	Tiempo promedio de permanencia	Tiempo de permanencia	Unidad de medida tiempo
CROSSDOCKING	5,4344	5	Horas
CENTRALIZADA	7,90122	8	Horas

## 1. Sistema de gestión de almacenes

### 1. Costo beneficio del sistema de gestión de almacenes de SAP 4HANA.

En este capítulo desarrollaremos una estructura de desglose de trabajo EDT, junto con un análisis de costos y recursos detallados que nos permitirá analizar las formas de financiación, de manera a garantizar la viabilidad del proyecto.

Estimación del proyecto.....	3.987.742.745 Gs
Reserva de contingencia.....	1.672.634.623 Gs
Línea de base del proyecto.....	5.662.377.368 Gs
Reserva de Gestión .....	337.622.632 Gs
Presupuesto del Proyecto (BAC) .....	6.000.000.000 Gs

### 2. Beneficios esperados

1. Facilidad en la toma física del inventario y en el ajuste del mismo.
2. Reducción de la merma operativa interna.
3. Personal Entrenado.
4. Almacén operando con el aplicativo en producción.
5. Incremento en la productividad de los procesos, logrando el cubrimiento total de los pedidos y los traslados.
6. Reducción de errores en los procesos.
7. Medición de productividad del personal en todos los procesos operativos del CD.

## 1. Datos Maestros

### 1. Estructura Organizacional

Para el centro de distribución se define la estructura organizacional que se muestra en la Figura 7.

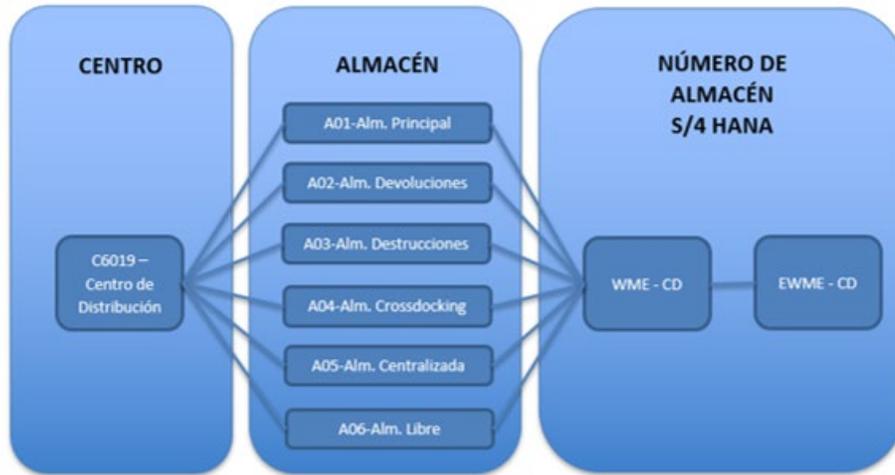


Figura 6. Estructura organizacional Centro de Distribucion.

## 2. Tipos de Stocks

Se definen los tipos de stock que van a ser utilizados dentro de la bodega:

1. Stock Libre utilización
2. Stock Bloqueado
3. Stock de control de calidad.

### 1. Layout Operativo.

El Layout tiene la estructura de áreas de almacenamiento que se muestran en la Figura 8.

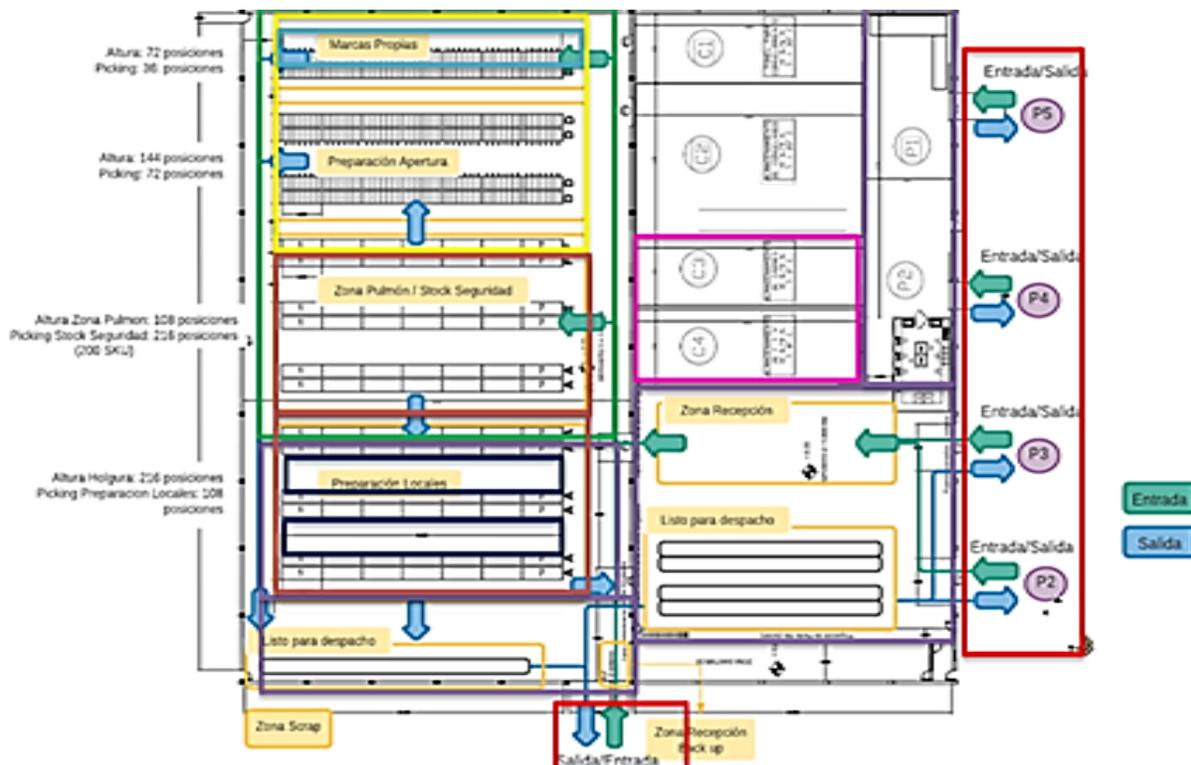


Figura 7. Layout operativo distribuido por zonas.

En la Tabla 2 se identifican las zonas en el Layout Operativo según capas de colores.

Tabla 2. Layout operativo distribuido por zonas.

CD	No Almacén	Denominación	Color de línea por zona
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	EWME	Puertas	Rojo
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	EWME	Staging entrada / salida	Púrpura
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	EWME	Ubicaciones de Almacenamiento (Altura)	Verde
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	EWME	Ubicaciones Picking dinámico	Amarillo
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	EWME	Ubicaciones de Unidades Sueltas	Cian
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	EWME	Zona Sorting/Consolidación	Marrón
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	EWME	Embalaje	Naranja
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	EWME	Zona Destrucción (Scrap)	Naranja
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	EWME	Zona Devolución	Naranja
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	EWME	Cámaras de Frescos y Congelados	Magenta
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	EWME	Almacenamiento Libre	Blanco

## 7. Estudio Técnico.

Se analizan los aspectos técnicos tales como: el tamaño del proyecto, la localización del proyecto y el proceso a impactar, con el fin de determinar el cálculo financiero y la evaluación económica del proyecto.

### 5.3 Producto.

El producto es el WMS de SAP S4 implementado y operando en el Centro de Distribución de la cadena Retail S.A, con los siguientes componentes:

1. Gestión de materiales
2. Gestión de ubicaciones y puestos de trabajo
3. Gestión de embalajes
4. Gestión de recursos
5. Procesos de Recepción de mercaderías
6. Picking y Despacho
7. Distribución de Mercancía Crossdocking.
8. Distribución de Mercancía Flow-Through (Compra centralizada) por Artículo.

## 5.4 Necesidades de Software

Se resumen en la Tabla 3 los elementos necesarios para el funcionamiento del sistema operativo de la bodega.

Tabla 3. Necesidades de Software.

Concepto	Cantidad
<b>LICENCIAMIENTO</b>	
Licencia EWM	1
Operarios de codificación	10
Operarios de piso	20
Analista funcional	1
<b>CONSULTORIA</b>	
Análisis, Diseño del modo final, Reingeniería de procesos, Interfaces al ERP, Adaptaciones particulares, Instalación y Parametrización, Conversión de datos, Entrenamiento y Capacitación a usuarios, Puesta en marcha y acompañamiento inicial.	1
<b>SOPORTE Y ACTUALIZACIONES</b>	
Soporte, Mantenimiento y Actualizaciones (anual)	1

## 5.5 Equipos previstos para la implementación EWM.

Se resumen en la Tabla 4 la necesidad de equipos o Hardware para la implementación del Sistema de Gestión de Almacenes.

Tabla 4. Necesidades de Equipos.

Nombre del producto	Descripción	Cantidad
Dispositivo de radiofrecuencia RFID Zebra MC3300 (MC330K-GE4HG4US)	Zebra, MC3300-G, Premium Plus, WLAN, Bluetooth, Extended Range 2D Imager (SE485X), 4.0IN Display, 47 Key, High Capacity Battery, Android GMS, 4GB RAM/32GB ROM, Sensors, NFC, US Only	18
Impresora RFID Zebra ZT411 Printer (ZT41142-T5100A0Z)	Thermal Transfer/Direct Thermal Industrial Printer, 4-Inch Max Print Width, 203 DPI Resolution, USB/Serial RS-232/Ethernet/Bluetooth 4.1, Printer Languages: EZPL.	4
Cuna de Carga Zebra Technologies - (MC330K-GE4HG4US)	Zebra - MC3300 Solo carga de 4 ranuras CON base de batería de repuesto de 4 ranuras - Requiere fuente de alimentación PWR-BGA12V108W0WWW, cable de CC Cable-DC-381A1-01 y cable de línea de EE.	2
Baterías SAC-MC33-4SCHG-01 Zebra Cargador 4 Baterías MC3300	Cargador 4 Baterías Para Zebra MC3300. Requiere pedir a parte Alimentador PWR-BGA12V50W0WWW, Cable CBL-DC-388A1-01 y Cable AC C13	4
Cable de carga y comunicación USB (CBL-MC33-USBCHG-01) para Symbol Zebra MC3300	Referencia: CBL-MC33-USBCHG-01, alimentador: Fuente de Alimentación PWR-WUA5V12W0EU.	2
Access Point AP-5131	Punto de acceso inalámbrico, enlace ascendente, auto-sensor por dispositivo, soporte de DHCP	6
Computadora portátil HP	Batería - Hasta 8 Horas.	1
	Cap. Disco Duro (5400 RPM) GB - 1 TB.	
	Memoria RAM Instalada GB - 8 GB.	
	Procesador - Intel® Core™ i7-7500U (2,7 GHz de frecuencia base, hasta 3,5 GHz con tecnología Intel® Turbo Boost, 4 MB de caché, 2 núcleos)	

## 6 Evaluación Financiera

### 6.1 Flujo de caja del proyecto

El costo del proyecto es de un valor de 6.000.000.000 Gs incluida reserva de contingencia, el cual será financiado un 30% por un Banco a través de un crédito a una tasa estimada del 12% para un periodo de 5 años. La tasa de oportunidad estimada para la compañía es de un 20%. El ciclo de vida del proyecto estará definido por la duración desde el inicio de la etapa de caso de negocio hasta el final de la puesta en operación.

Se considera una tasa operativa equivalente al 55% y una tasa administrativa del 33% de los ingresos del CD, la depreciación es del 10% anual del valor de los equipos, maquinarias e infraestructuras, los mantenimientos de estos ya están incluidos entre los gastos operativos.

Para la proyección de ingresos de los próximos años se procede a realizar un análisis de regresión lineal con datos de ingresos de la compañía de los últimos años como se muestra en la Figura 9.

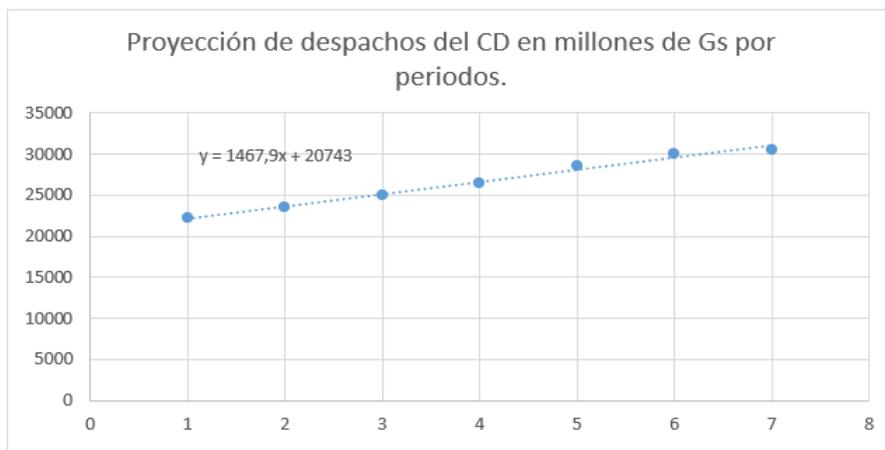


Figura 8. Proyección Lineal de ingresos del CD en millones de Gs. por periodos.

## 6.2 Proyecto con financiación externa.

En la Tabla 5 se muestran las condiciones iniciales para el caso 1 de análisis financiero del proyecto con financiación externa

Tabla 5. situación inicial con financiación externa.

<b>Inversión</b>	<b>₡ 6.000.000.000</b>	
<b>Tasa de interés</b>	<b>12%</b>	<b>anual</b>
<b>Plazo</b>	<b>5</b>	<b>años</b>
<b>Tmar</b>	<b>20%</b>	
<b>Cuota</b>	<b>₡ 499.337.517</b>	
	<b>30%</b>	
<b>Préstamo</b>	<b>₡ 1.800.000.000</b>	
<b>Inversión inicial</b>	<b>₡ 4.200.000.000</b>	

En la Tabla 6 se observa el plan de financiamiento del préstamo con el que será financiado el proyecto.

Tabla 6. Préstamo del 30% de la inversión total con el método francés.

	Monto inicial	interes	pago	amortizacion	Monto final
0					₡ 1.800.000.000
1	₡ 1.800.000.000	₡ 216.000.000	₡ 499.337.517	₡ 283.337.517	₡ 1.516.662.483
2	₡ 1.516.662.483	₡ 181.999.498	₡ 499.337.517	₡ 317.338.020	₡ 1.199.324.463
3	₡ 1.199.324.463	₡ 143.918.936	₡ 499.337.517	₡ 355.418.582	₡ 843.905.881
4	₡ 843.905.881	₡ 101.268.706	₡ 499.337.517	₡ 398.068.812	₡ 445.837.069
5	₡ 445.837.069	₡ 53.500.448	₡ 499.337.517	₡ 445.837.069	₡ -

### 6.3 Flujo de caja del proyecto con financiación externa.

En la tabla 8 se detalla el flujo de caja del proyecto con financiación externa.

Tabla 1. Préstamo del 30% de la inversión total con el método francés.

Proyecto con financiación externa						
Impuesto		10%				
tmar		20%				
Años	0	1	2	3	4	5
Ingresos por ventas		€ 32.486.200.000	€ 33.954.100.000	€ 35.422.000.000	€ 36.889.900.000	€ 38.357.800.000
Préstamo	€ 1.800.000.000					
<b>Egresos</b>		€ 29.087.199.517	€ 30.378.945.517	€ 31.670.697.517	€ 32.962.449.517	€ 34.254.201.517
Costos de producción o de operación		€ 17.867.410.000	€ 18.674.755.000	€ 19.482.100.000	€ 20.289.445.000	€ 21.096.790.000
Gastos de administración		€ 10.720.446.000	€ 11.204.853.000	€ 11.689.260.000	€ 12.173.667.000	€ 12.658.074.000
Amortización		€ 289.337.517	€ 317.338.000	€ 355.418.582	€ 398.068.812	€ 445.837.069
Interes del préstamo		€ 216.000.000	€ 181.999.498	€ 143.938.936	€ 101.268.706	€ 53.500.448
Flujo de caja antes de impuestos		€ 3.399.006.483	€ 3.575.154.483	€ 3.751.302.483	€ 3.927.450.483	€ 4.103.598.483
Impuestos		€ 339.900.648	€ 357.515.448	€ 375.130.248	€ 392.745.048	€ 410.359.848
Flujo de caja después de impuestos		€ 3.059.105.834	€ 3.217.639.034	€ 3.376.172.234	€ 3.534.705.434	€ 3.693.238.634
Depreciación		€ 250.000.000	€ 250.000.000	€ 250.000.000	€ 250.000.000	€ 250.000.000
Inversión inicial (Estimación del Proyecto)	€ -4.200.000.000					
Recuperación de capital de trabajo						
Valor de salvamento						
Flujo de caja neto	€ -6.000.000.000	€ 2.809.105.834	€ 2.967.639.034	€ 3.126.172.234	€ 3.284.705.434	€ 3.443.238.634
<b>Tasa mínima aceptable de retorno (tmar)</b>		20%				
Valor Presente Neto (VPN)	€ 5.140.337.283					
Tasa Interna de Retorno (TIR)		41%				
Valor Presente Neto de los Ingresos	\$126.495.660.496,92					
Valor Presente Neto de los Egresos	\$113.135.181.237,25					
Relación Costo Beneficio	1,118					

### 6.4 Flujo de caja del Proyecto con financiación propia.

En la Tabla 9 se detalla el flujo de caja del proyecto con recursos propios

Tabla 2. Flujo de caja del proyecto con financiación propia.

Flujo de caja del proyecto con recursos propios						
Impuesto		10%				
tmar		20%				
Años	0	1	2	3	4	5
Ingresos por ventas		€ 32.486.200.000	€ 33.954.100.000	€ 35.422.000.000	€ 36.889.900.000	€ 38.357.800.000
Préstamo						
<b>EGRESOS</b>		€ 28.587.856.000	€ 29.879.608.000	€ 31.171.360.000	€ 32.463.112.000	€ 33.754.864.000
Costos de producción o de operación		€ 17.867.410.000	€ 18.674.755.000	€ 19.482.100.000	€ 20.289.445.000	€ 21.096.790.000
Gastos de administración		€ 10.720.446.000	€ 11.204.853.000	€ 11.689.260.000	€ 12.173.667.000	€ 12.658.074.000
Amortización						
Interes del préstamo						
Flujo de caja antes de impuestos		€ 3.898.344.000	€ 4.074.492.000	€ 4.250.640.000	€ 4.426.788.000	€ 4.602.936.000
Impuestos		€ 389.834.400	€ 407.449.200	€ 425.064.000	€ 442.678.800	€ 460.293.600
Flujo de caja después de impuestos		€ 3.508.509.600	€ 3.667.042.800	€ 3.825.576.000	€ 3.984.109.200	€ 4.142.642.400
Depreciación		€ 250.000.000	€ 250.000.000	€ 250.000.000	€ 250.000.000	€ 250.000.000
Inversión inicial (Estimación del Proyecto)	€ -6.000.000.000					
Recuperación de capital de trabajo						
Valor de salvamento						
Flujo de caja neto	€ -6.000.000.000	€ 3.258.509.600	€ 3.417.042.800	€ 3.575.576.000	€ 3.734.109.200	€ 3.892.642.400
<b>Tasa mínima aceptable de retorno (tmar)</b>		20%				
Valor Presente Neto (VPN)	€ 6.760.337.283					
Tasa Interna de Retorno (TIR)		50%				
Valor Presente Neto de los Ingresos	€ 126.495.660.497					
Valor Presente Neto de los Egresos	€ 111.316.181.237					
Relación Costo Beneficio	1,136					

## 7. Análisis de resultados.

A partir de las evaluaciones técnicas del proyecto para el centro de distribución de la empresa Retail S.A, se puede comprobar que la implementación del módulo EWM mejora notoriamente los procesos de recepción, movimientos internos y despacho. Los resultados obtenidos con la puesta en productivo del sistema de gestión de almacenes EMW de SAP 4/HANA, a los 6 meses de operación son los siguientes.

1. Tiempo promedio de permanencia Crossdocking: 4,12 horas de permanencia
2. Tiempo promedio de permanencia Centralizada: 6,5 horas de permanencia

Lo que significa una reducción del 24% de tiempo para el flujo Crossdocking y 18% para la compra centralizada.

El análisis de los resultados financieros nos muestra un panorama favorable para el proyecto en el corto mediano plazo. Se analizó el proyecto con dos enfoques diferentes el caso 1 con financiación externa del 30 % de la inversión total fijada en 6.000.000.000 Gs, es decir se toma un préstamo por 1.800.000.000 Gs y la diferencia 4.200.000.000 Gs se toman de recursos propios de la empresa.

Con estos criterios para el Caso 1 se obtiene una tasa interna de retorno del 41%. Considerando que la tasa mínima aceptable de retorno para el proyecto es de 20% en este escenario el proyecto es rentable. También se obtuvo un valor presente neto (VPN) de 5.140.337.283 Gs, un Valor Presente Neto de los Ingresos de 126.495.660.497 Gs, un Valor Presente Neto de los Egresos de 113.116.181.237 arrojando así una relación Costo Beneficio de 1,118.

En el Caso 2 se analiza el proyecto bajo las mismas condiciones financieras pero esta vez sin financiación externa, es decir la inversión total 6.000.000.000 Gs se financia con recursos propios de la compañía. Obteniéndose de este análisis una Tasa interna de retorno de 50%, considerando la TMAR de 20 %.

El caso 2 también es rentable, y en comparación con el caso 1, es más rentable que el mismo ya que  $50\% > 41\%$ . Se obtuvo un valor presente neto (VPN) de 6.760.337.283 Gs, un Valor Presente Neto de los Ingresos de 126.495.660.497 Gs, un Valor Presente Neto de los Egresos de 111.316.181.237 arrojando así una relación Costo Beneficio de 1,136.

## 7. Conclusiones y recomendaciones

Con la implementación de un sistema de gestión de almacenes (SGA o WMS), que monitoree los procesos de ingreso, movimiento, puesta a disposición y despacho de mercancía del flujo continuo se evidencia una mejora en los tiempos operativos. Esto a su vez se traduce en un mayor volumen de unidades despachadas.

Al tratarse de un flujo continuo de materiales, el factor predominante que se tiene en cuenta tanto para el flujo Crossdocking como para la compra centralizada, es el tiempo de permanencia de la mercadería de los proveedores locales en el centro de distribución. Mediante la puesta en productivo del sistema EWM de SAP, esta medición se puede realizar con el aplicativo, generando reportes con los cuales se puede medir el nivel de productividad de la operación, así también se pueden exportar diversos reportes en tiempo real para la toma de decisiones, tales como el rendimiento de los empleados, días de coberturas, tránsitos, entre otros.

En cuanto a los beneficios económicos del proyecto se contempla para el centro de distribución de la compañía un aumento del 4% de las ventas, una reducción de los costos operativos del 5%, una reducción de los costos administrativos del 3% y una relación costo-beneficio del 1,25, que es consistente en comparación a otros proyectos de optimización y automatización de procesos.

Teniendo en consideración estos resultados, se puede apuntar al objetivo de la compañía pasar de 36 a 50 tiendas con cobertura del centro de distribución. Así también lograr el incremento del 20% al 50% de centralización de artículos para la venta de las tiendas. Con la automatización de procesos del CD, es factible negociar con más proveedores locales.

Como recomendación adicional se puede analizar además el funcionamiento de gestión de almacenes EWM de SAP para el flujo de almacenamiento, las estrategias de almacenamiento, la sectorización de la bodega por grupo de artículos, la secuencia de creación de órdenes de reposición y picking, y sus beneficios operativos/económicos de implementación.

## Referencias.

- Ballou, R.H *Logística Administración de la cadena de suministro*. Editorial Pearson.
- Banzato, E. *Tecnologia da informação aplicada à logística*. São Paulo: IMAM. (2005).
- Baca G. *Evaluación de Proyectos*. 6ta Edición. (2010)
- Cachon. G. y Terwiesch. C. *Operations Management*. Editorial MC GRAW HILL. (2017).
- Casabuenas F. “*Modelo De Gestión De Compras Dirigido Al Centro De Excelencia En El Hospital Universitario La Samaritana*”. (2020).

- Correa, A.A. Gomez, R.A. Cano, J.A. *Gestión de almacenes y tecnologías de la información y comunicación (TIC)*. (2009).
- The Descartes Systems Group Inc. *Logistics Flow Control: Gaining Command of the Inbound Supply Chain*. (2012).
- Dominguez, P. *Introducción a la Gestión Empresarial*. Madrid: Instituto Europeo de Gestión Empresarial. (2012).
- Gómez Montoya, R. A. y Cano Arenas, J. A. *Gestión de Almacenes y Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC)*. Estudios Gerenciales. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. (2010).
- Guerrero Martínez, David Gerardo *Factores clave en el negocio del retail* (2012)..
- Higgins R.C. *Analysis for financial management*. 11th edition, Mc Graw Hill. (2016).
- Hinojoza, D. y Polar Falcon, E. *Flujo de Caja y Tasa de Corte para la Evaluación de Proyectos*. Industrial Data. (2005).
- León, M. *Tesis "Centros logísticos en un entorno ERP: un estudio de caso"*. Perú: PUCP. (2003).
- Mora García L.A. *Gestión logística en centros de distribución y almacenes y bodegas*. ECOE ediciones. (2010).
- M. Brian C; Joerg L; Frank-Peter B; Christoph P; Tim D. *SAP® Extended Warehouse Management: Processes, Functionality, and Configuration*. (2010).
- Núñez, R. *Software ERP: Análisis y Consultoría de Software Empresarial*. 2a Edición. (2014)
- Project Management Institute (PMI.) *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*. 4ta Edición. (2008).
- Poon, T. C., Choy, K. L., Chow, H. K. H., Lau, H. C.W., Chan, F. T.S., & Ho, K.C. *A RFID case-based logistics resource management system for managing order-picking operations in warehouses*. Expert Systems with Applications. (2009)
- Poirier, CC y Reiter SE *Supply Chain Optimization: building the strongest total business network*. San Francisco CA: Berret-Koheler. (1996).
- Ramirez D. *Contabilidad Administrativa*. 8va Edición. (2008).
- Sapag N; Sapag R *Preparación y Evaluación de Proyectos*. 6ta Edición. (2008).

## Biografía

**Marcelo Ayala** es Estudiante de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Asunción. Experiencia en Logística en rubro retail como Analista Logístico. Actualmente trabajando en Logística Fluvial en la empresa LPG S.A.

**Lucas Godoy** es Estudiante de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Asunción. Experiencia en Logística en rubro retail como Analista Logístico. Actualmente trabajando en la empresa Retail S.A.

**Jorge Recalde** es Magíster en Ingeniería Industrial y Candidato a Doctor en Ciencias de la Ingeniería. Experiencia docente: Profesor Ayudante de Investigación Operativa, Profesor de Logística, Tutor de trabajos de fin de grado. Experiencia profesional: Planificador en la industria farmacéutica, Coordinador Logístico en la industria alimentaria. Sus líneas de investigación e interés son la Investigación Operativa, particularmente la Optimización y la Gestión de Operaciones

**Margarita López** tiene una maestría en Ingeniería Industrial y es Candidata a Doctorado en Ciencias de la Ingeniería. Experiencia docente: Profesor Ayudante de Investigación Operativa, Profesor de Planificación y Control de la Producción, Organización de la Producción, Tutor de proyectos de fin de grado. Experiencia profesional: Supervisor de producción en la industria alimentaria. Líneas de Investigación: Investigación Operativa, Optimización y Gestión de Operaciones Productivas y Logísticas.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Departamento de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería (Universidad Nacional de Asunción) por su apoyo para realizar este trabajo.