



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

MAESTRÍA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GERENCIAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN

"Sistema WMS (Warehouse Management System) para una empresa PYME (Pequeña y Mediana Empresa) del Ecuador dedicada a la comercialización de productos."

TESIS DE POSTGRADO

Previa a la obtención del Título de:

MAGISTER EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GERENCIAL

Presentada por:

Tomás Miguel Dávila García

GUAYAQUIL – ECUADOR

2014

AGRADECIMIENTO

Como todo proyecto que he concluido con éxito, dedico esta tesis a mis amados padres con mucho cariño por su amor incondicional y ejemplo de vida inculcado a sus hijos.

Gracias amados padres.

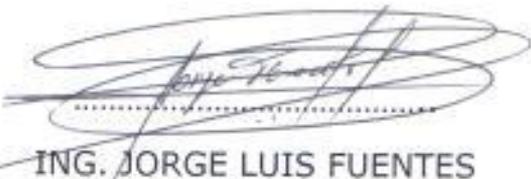
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



ING. LENIN FREIRE
DIRECTOR DE LA MSIG



DR. GUSTAVO GALIO
DIRECTOR DE TESIS



ING. JORGE LUIS FUENTES
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

ING. OSCAR SUAREZ
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, nos corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL)



.....

Tomás Dávila García

Resumen

En el capítulo 1, Antecedentes, se hace una revisión de la evolución de los procesos logísticos y se define lo que es un WMS. Se analizan las diferencias tecnológicas que se encuentran en las distintas soluciones de WMS existentes en el mercado. Se menciona la relación que existe entre el ERP (Enterprise Resource Planning) y un WMS (Warehouse Management System). Además se trata la situación del WMS en empresas PYMES del mercado ecuatoriano, se analiza el problema que hay que resolver y se proponen alternativas de solución.

En el capítulo 2, Evaluando Flujo de datos y documentos, se indica la necesidad de hacer un diagnóstico adecuado de los flujos de trabajo existentes en la bodega y cómo se relacionan con otras áreas de la empresa. Se propone cómo evaluar los flujos existentes. Se mencionan los flujos de datos y de documentos en un sistema WMS. Se indican las consideraciones a tomar en cuenta para un sistema WMS. Se detallan los posibles eventos no previstos en un WMS y cómo accionar sobre ellos.

En el capítulo 3, Requisitos y especificaciones que debe tener un WMS, se mencionan y analizan los requisitos tanto de software como de hardware necesarios para un WMS. Se describen las especificaciones que debe tener un WMS.

En el capítulo 4, Implementación de un WMS, se describe el impacto producido en el ERP al implementar un WMS. Se hace un análisis para ayudar a determinar la compra o desarrollo de un WMS. Tanto para la compra y desarrollo de un WMS se revisan las principales consideraciones a tomar en cuenta y qué hardware se necesita para la implementación. Se

citan las recomendaciones necesarias para la instalación de los equipos de comunicaciones y cómo hacer las pruebas de dichas comunicaciones. Se proponen varios modelos físicos de ordenamiento de la bodega para que se integre con el WMS. Se indica cómo implementar el WMS, cómo darle mantenimiento y cómo proceder con los nuevos requerimientos que se puedan presentar una vez implementada la solución.

Contenido

| | |
|--|-----|
| Introducción | 1 |
| Capítulo 1: Antecedentes..... | 3 |
| 1.1 WMS: Historia y concepto..... | 3 |
| 1.2 Diferencias tecnológicas | 7 |
| 1.3 Relación que existe entre el ERP y un WMS | 8 |
| 1.4 WMS en empresas PYMES del mercado ecuatoriano | 12 |
| 1.5 Problema a resolver..... | 13 |
| 1.6 Alternativas de solución, solución del problema | 16 |
| Capítulo 2 Evaluación de Flujo de datos y documentos | 18 |
| 2.1 Diagnóstico de los flujos de trabajo existentes en bodega y su relación con las otras áreas de la empresa. | 21 |
| 2.2 Evaluación de flujos existentes..... | 22 |
| 2.3 Flujo de datos en un sistema WMS | 29 |
| 2.4 Flujo de documentos en un sistema WMS | 57 |
| 2.5 Modificaciones y/o alteraciones de flujos de trabajo en el ERP | 62 |
| 2.6 Consideraciones a tomar en cuenta para un sistema WMS | 64 |
| 2.7 Identificación de posibles eventos no previstos y accionar sobre ellos | 67 |
| Capítulo 3: Requisitos y especificaciones que debe tener un WMS..... | 82 |
| 3.1 Requisitos de Software y hardware | 82 |
| 3.2 Especificaciones de un WMS..... | 94 |
| Capítulo 4: Implementación de un WMS | 97 |
| 4.1 Impacto producido en el ERP al implementar un WMS | 97 |
| 4.2 Determinar la compra o desarrollo de un sistema WMS | 99 |
| 4.3 Compra de un Sistema WMS | 102 |
| 4.4 Desarrollo de un Sistema WMS..... | 108 |
| 4.5 Hardware y herramientas necesarias para la implementación.... | 111 |
| 4.6 Pruebas de las comunicaciones..... | 112 |
| 4.7 Diseño físico de la bodega y su relación con el WMS | 120 |
| 4.8 Implementación de la solución | 135 |
| 4.9 Mantenimiento de un sistema WMS..... | 140 |

| | |
|--------------------------------------|-----|
| 4.10 Nuevos requerimientos..... | 142 |
| Conclusiones y Recomendaciones | 144 |
| Recomendaciones..... | 145 |
| Referencias..... | 147 |

Índice de figuras

| | |
|---|-----|
| Figura 1 Bodegas de Logísticas..... | 21 |
| Figura 2 Fases de la metodología Sure Step..... | 23 |
| Figura 3 Diagrama de Caso de Uso del Flujo 1..... | 34 |
| Figura 4 Diagrama de Caso de Uso del Flujo 2..... | 38 |
| Figura 5 Diagrama de Caso de Uso del Flujo 3..... | 41 |
| Figura 6 Diagrama de Caso de Uso del Flujo 4..... | 45 |
| Figura 7 Diagrama de Caso de Uso del Flujo 5 - Ingresos | 48 |
| Figura 8 Diagrama de Caso de Uso del Flujo 5 - Egresos..... | 51 |
| Figura 9 Diagrama de Caso de Uso del Flujo 6..... | 52 |
| Figura 10 Diagrama de Caso de Uso del Flujo 7 | 57 |
| Figura 11 RAID 0..... | 88 |
| Figura 12 RAID 1..... | 88 |
| Figura 13 RAID 10..... | 89 |
| Figura 14 Lazo de Goteo..... | 116 |
| Figura 15 Ubicación alternada de Access Point..... | 117 |
| Figura 16 Ordenamiento Organizado | 123 |
| Figura 17 Ordenamiento Caótico..... | 123 |
| Figura 18 Área de acceso..... | 124 |
| Figura 19 Muelle "U" | 126 |
| Figura 20 Muelle "T" | 126 |
| Figura 21 Muelle "En línea recta" | 127 |
| Figura 22 Ruta No Óptima | 132 |
| Figura 23 Ruta Óptima | 132 |
| Figura 24 Propuesta 1 Layout (en U)..... | 134 |
| Figura 25 Propuesta 2 Layout (en T)..... | 134 |
| Figura 26 Propuesta 3 Layout (Lineal)..... | 135 |
| Figura 27 Estructura del Proyecto | 136 |
| Figura 28 Fases de la metodología Sure Step..... | 138 |

Índice de tablas

| | |
|--|-----|
| Tabla 1 Comparación de funcionalidades entre un ERP y un WMS | 11 |
| Tabla 2 Proceso de Despacho de Venta..... | 70 |
| Tabla 3 Ingreso de mercadería a la bodega por concepto de compra | 72 |
| Tabla 4 Egreso de mercadería por concepto de transferencia entre bodegas | 74 |
| Tabla 5 Ingreso de mercadería por concepto de transferencia entre bodegas | 76 |
| Tabla 6 Ingresos/Egresos varios de mercadería a la bodega..... | 78 |
| Tabla 7 Movimiento de la mercadería dentro de bodega | 80 |
| Tabla 8 Conteo físico de la mercadería | 81 |
| Tabla 9 Sistema operativo en el que se ejecutará el wms | 83 |
| Tabla 10 Latencia recomendada | 85 |
| Tabla 11 Características físicas ideales de un handheld..... | 92 |
| Tabla 12 Características requeridas de un handheld | 94 |
| Tabla 13 Ejemplo de formato de comunicación entre ERP y WMS..... | 98 |
| Tabla 14 Tipos de antena y su uso | 114 |
| Tabla 15 Pruebas para la conectividad inalámbrica..... | 120 |

Introducción

Esta tesis nace de la necesidad de gestionar de manera efectiva la operatividad de su centro de distribución o bodega en una PYME dedicada a la distribución de mercadería y que cuenta con un mercado amplio de clientes y con un volumen diario de facturación.

En una PYME que carece de un sistema de administración de bodegas, se le presentan principalmente los siguientes problemas:

1. Una mala administración del stock de los productos, lo que ocasiona: abastecerse en exceso o con cantidades inferiores a la demanda real del mercado, adquirir los productos en momentos inadecuados, desperdicios o faltantes en el espacio físico en las bodegas, desconocimiento del costo del inventario, elevados costos de mantenimiento de la bodega.
2. No poder contar con una programación de actividades y tiempos para la eficiente recepción de productos y su respectivo almacenamiento así como el egreso de productos y su respectiva preparación.
3. Desorden y desconocimiento de las ubicaciones de los productos en las bodegas, esto ocasiona pérdidas significativas de tiempo a la hora de hacer un despacho, un ingreso o egreso de productos.
4. Despachos inadecuados hacia el cliente: productos incorrectos, cantidades incorrectas, originándose una disminución en la calidad de servicio.
5. Uso ineficiente del recurso humano ya que no se asignan tareas adecuadas en el momento preciso al personal.

Como objetivo general, esta tesis propone implementar un WMS para una empresa comercial PYME, siguiendo el análisis de procesos tanto

operativos como técnicos con el fin de lograr una alta coordinación en todas las operaciones de las bodegas.

Entre los objetivos específicos están el mostrar la relación y diferencias que existen entre un ERP (Enterprise Resource Planning) y un WMS en una empresa comercial PYME, describir los flujos de trabajo en una bodega para una mejor comprensión en la pre implementación de un WMS independiente del ERP existente, determinación de flujos de datos y documentos en el WMS de acuerdo a los flujos de trabajo de la bodega, adecuación física de la bodega, especificaciones que debe poseer el WMS y cómo implementar el WMS.

La solución que se propone es implementar un WMS trabajando con las recomendaciones y guías de evaluación respecto a la organización departamental de la empresa, flujo de procesos y datos, ERP existente, administración actual de bodega, tamaño físico y distribución de productos en la bodega y hardware necesario, para así lograr:

- Mejoras en los procesos de la bodega tornándolos óptimos, eficientes y rápidos consiguiendo la reducción de los tiempos en los despachos de mercadería.
- Generar información para medir el desempeño de la bodega
- Mejorar la confiabilidad en la mercadería inventariada
- Aumentar los niveles de satisfacción al cliente tanto interno como externo.
- Optimización del recurso humano usado dentro y fuera de la bodega.

Capítulo 1: Antecedentes

1.1 WMS: Historia y concepto

Desde que el hombre ha realizado transacciones comerciales y/o despacho de productos de alguna forma u otra ha existido un "control" de esos movimientos; pero todo ese "control" se reducía a saber cuánto se tiene, dónde se encuentra y qué es lo que se puede vender o despachar; ese control era basado en una logística empírica que se venía transmitiendo de generación en generación y que se iba modificando de acuerdo a las necesidades de la época, clima, ubicación geográfica y situación de la economía.

La palabra logística tiene muchas definiciones y diferentes puntos de vista, algunos lo definen como una filosofía de trabajo, a otros les parece que es una ciencia, otros como una disciplina o herramienta de trabajo, la Real Academia Española la define como:

1. Parte de la organización militar que atiende al movimiento y mantenimiento de las tropas en campaña.
2. Lógica que emplea el método y el simbolismo de las matemáticas.
3. Conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa, o de un servicio, especialmente de distribución.

El tercero de estos conceptos es el que está relacionado al tema de esta tesis; sin embargo, del primero de ellos nace la logística moderna, cuenta la historia que el Barón de Jomini un experto en artes militares del ejército de Napoleón I y del Zar de Rusia a

principios del siglo XIX catalogó a la logística como una rama fundamental en el arte de la guerra junto a la estrategia y la táctica.

Después de la segunda guerra mundial, militares que administraron los temas logísticos se incorporaron a la actividad comercial adaptando sus tácticas de logística militar a los temas comerciales, de esta forma se dio origen a la logística moderna.

En temas comerciales, la logística ha adquirido un papel importante y cada vez más atractivo para brindar un valor agregado en el servicio al cliente proporcionándole a éste velocidad, flexibilidad y exactitud en las entregas. Proporciona a la empresa un proceso de flujo continuo en todas las operaciones del negocio. Los beneficios tanto para el cliente como para la empresa se logran con la incorporación de sistemas de información, es precisamente ahí donde interviene el WMS (Warehouse Management System) o sistema de administración de bodegas.

Un WMS es un software, hardware, sistemas de códigos de barras, pistolas y Handheld que de manera conjunta tienen la finalidad de apoyar y optimizar los procesos logísticos en las bodegas. Un WMS controla, ordena y sugiere decisiones dentro de una bodega, identifica los productos y administra su ubicación y movimientos, organiza y regula a los operadores y ahorra tiempo. Un WMS proporciona información que no se puede obtener de ninguna otra forma: el análisis de que si los pedidos de los clientes se despachan en un 100% y en los tiempos requeridos; si se dispone de los recursos de hardware óptimos, niveles de satisfacción dentro y fuera de la bodega ayudando con esto, a saber si es necesario

operadores extras, equipos adicionales, montacargas; en fin, apoya la evaluación de la cadena de abastecimiento en general.

Los WMS inicialmente funcionaban como un sistema que controlaba los movimientos y el almacenamiento de los productos en la bodega. Podemos decir que en la época de los años 80 salió la primera versión de los WMS, estos eran muy limitados y dependían mucho del ingreso de información por parte de las personas, se producían errores producto de la mala digitación y por lo tanto se requería una doble y hasta triple chequeo de validez de información, esto originaba pérdida de tiempo para que la información se encuentre lista y pueda ser usada. Esta primera generación por llamarla así, era muy particular para las necesidades de la bodega de una compañía y eran desarrolladas por los departamentos de sistemas de dichas compañías o por pocos proveedores que empezaban a especializarse en esta área.

Los conceptos principales con los que eran construidos esos sistemas eran comunes entre las empresas y como resultado de esto empezó una estandarización en el desarrollo de los sistemas que iban a ser comercializados. A pesar de la estandarización de los sistemas, estos únicamente cubrían entre un 60% a un 70% de los requerimientos de una compañía y se requerían hacer cambios drásticos al modelo de negocio y sistemas que la compañía usaba.

A finales de los 80 hasta mediados de los años 90 los sistemas WMS experimentaron un crecimiento significativo debido al beneficio causado en las compañías donde estaban implementados, además en esta fase de crecimiento se empezaron a manejar

interfaces que ya venían estandarizadas para trabajar con ERPs (Enterprise Resource Planning) líderes mundialmente como SAP lo que hacía que los tiempos de implementación de los WMS sean relativamente cortos. Se introdujo además características como: la optimización del uso de cartones de empaque para la mercadería que iba a ser despachada, las tareas de mover un producto del área de recepción (recepción por alguna importación, transferencia) hacia el área de despacho directamente, órdenes de trabajo con su manejo respectivo de materiales y costo, etiquetados y seguimiento de paquetes, sistemas de transportación.

En la actualidad los WMS aparte de administrar los productos, recursos y ubicaciones de una bodega o centro de distribución pueden tener integración directa con algunos módulos del ERP que maneje la compañía como órdenes de compra, órdenes de pago y finanzas.

Los WMS siguen adquiriendo nuevas funcionalidades y se adaptan a las nuevas tecnologías vigentes en el mercado como:

- Administrar varias bodegas usando una sola instalación de base de datos
- Tecnología de reconocimiento de voz en los procesos de recolección (picking)
- Manejo de alertas cuando algún evento suceda.
- Publicación de información en internet.
- Integración con RFID (Radio Frequency IDentification)
- Integración con otros sistemas como CRM (Customer Relationship Management), sistemas de BI (Business Intelligence)

1.2 Diferencias tecnológicas

Existe una gran variedad de soluciones WMS en el mercado, cada una orientada a dar soluciones dependiendo del tamaño de la empresa, así encontramos soluciones pequeñas, sencillas y baratas hasta las grandes, complejas y costosas, sin embargo no hay que confundir aquellas aplicaciones (inclúyase algún módulo que venga en el ERP) catalogadas en el primer grupo mencionado como una solución WMS ya que un WMS como mínimo debe de tener ciertas características funcionales como:

- a) Administrar los movimientos de productos en las bodegas, sean estos egresos e ingresos de inventario por facturación, transferencias, devoluciones, ingresos y egresos varios.
- b) Manejo de ubicaciones de los productos de tal forma que se pueda saber en línea dónde está cada producto, no necesariamente la cantidad ya que para conocer y proporcionar esa información el WMS debe de interactuar en línea con el módulo de inventario del ERP que usa la compañía.
- c) Permita hacer un seguimiento de los pedidos u órdenes de trabajo
- d) Administrar al recurso humano de la bodega.

Debido al alcance y al tipo de empresa a la que está diseñado el WMS, se pueden usar distintas tecnologías para su desarrollo y utilización, así, se encuentran soluciones WMS desarrolladas en Access hasta Oracle como base de datos, Visual Basic y tecnología punto Net como lenguaje de programación, WMS que necesitan interfaz para comunicarse con el ERP o WMS que se conecten e interactúen directamente con el ERP, WMS que necesiten equipos handheld (equipos móviles) o simples estaciones de trabajo para su uso.

Para empresas con modelos de negocio y movimientos complejos en sus bodegas o centro de distribución se puede requerir el uso de tecnología adicional como:

- a) Estanterías motorizadas/dinámicas
- b) Tareas con Work flow (Flujo de trabajo)
- c) Uso de montacargas sencillos o sofisticados
- d) Uso de RFID (Radio Frequency IDentification)
- e) Optimizaciones de rutas a seguir de los operadores dentro de bodega.
- f) Rendimiento laboral del personal que trabaja en la bodega
- g) Trazabilidad de algún producto

1.3 Relación que existe entre el ERP y un WMS

Para entender cómo se relaciona un ERP y un WMS es importante primero conocer qué es un ERP y luego comparar las principales funcionalidades de estos con el WMS. Los sistemas ERP (Enterprise Resource Planning) se han definido como un sistema global de planificación de los recursos y de gestión de la información que de forma estructurada puede satisfacer la demanda de las necesidades de gestión de la empresa. Son paquetes de software que permiten a las empresas evaluar, implementar, automatizar, integrar y gestionar de forma eficiente las diferentes operaciones que se presentan en éstas.

“Estos paquetes de software disponen de módulos específicos para cubrir las exigencias de cada una de las áreas funcionales de la empresa, de tal manera que crean un flujo de trabajo entre los distintos usuarios. Este flujo permite evitar tareas repetitivas, y mejora la comunicación en

tiempo real entre todas las áreas que integran la empresa.” (Benvenuto, Angelo, 2006)

Un ERP está compuesto por varios módulos interdependientes, algunos de estos módulos son denominados básicos debido a que tienen que instalarse de manera obligatoria porque son parte fundamental del sistema.

Ejemplo de estos módulos son los módulos de seguridad, auditoría, contabilidad, finanzas. Otro grupo de módulos son los opcionales, aquellos que son agregados para incorporar una nueva funcionalidad al ERP, dentro de este grupo de módulos opcionales se encuentra el WMS.

Puede suceder que algunos ERP vengan con funcionalidades para el manejo de la bodega o centro de distribución, pero eso no significa que va a remplazar a un WMS, es importante hacer una comparación de las funcionalidades de un WMS con las de un ERP para determinar alcances y limitaciones entre ambos sistemas, a continuación se muestra una tabla donde se muestra dicha comparación:

| Funcionalidad | WMS | ERP |
|--|--|----------------------------|
| Administrador de Ubicaciones El administrador de Ubicaciones evalúa los datos del producto, estatus, lote, fechas, dimensiones, la ubicación, el área, la zona, la bodega, el responsable y datos del inventario. | La mayoría de las soluciones de WMS Determinan cuál es la mejor ubicación para almacenar el producto recién recibido en la bodega. | Limitada y/o No Soportada. |
| Optimización de Asignación de Ubicaciones Los administradores de centros de distribución frecuentemente realizan realmacenaje de su inventario para minimizar el tiempo de búsqueda y recorrido así como optimizar la utilización del espacio. | La mayoría de los WMS soportan el realmacenaje. | No Soportada. |
| Asignación automática de tareas Asignación automática de tareas a los trabajadores dentro de la bodega como por ejemplo ir a recoger un pedido para un despacho de una factura, hacer una recepción de una transferencia, etc. | El WMS automáticamente asigna y administra las tareas a realizar a los trabajadores dentro de la bodega de acuerdo a una serie de parámetros como disponibilidad del trabajador, tareas ejecutadas, tipos de transacción, etc. | Limitada y/o No Soportada. |

| Funcionalidad | WMS | ERP |
|--|--|---------------|
| Certificación del Empleado Luego de recibir una capacitación, a los empleados se les toma una prueba y si es que la aprueban obtienen una certificación para trabajar con equipos como montacargas, elevadores, etc y flujos de trabajo específicos en una bodega. | La mayoría de las soluciones de WMS permiten hacer esta evaluación y certificación del empleado. | No Soportada. |
| Rendimiento Laboral Determinar el rendimiento de los trabajadores de la | Muchas de las soluciones WMS tienen | No Soportada. |

| | | |
|--|---|-----------------------------------|
| <p>bodega en base a la tarea realizada y el tiempo que se tomó realizarla. Estos rendimientos dependerá mucho del tipo de productos y actividades de la bodega.</p> | <p>herramientas para generación de informes laborales.</p> | |
| <p>Historial de Transacciones Realizar un seguimiento de las transacciones de movimientos de los productos dentro de la bodega así como qué trabajadores intervinieron en dichas transacciones.</p> | <p>Completamente soportada.</p> | <p>Limitada y/o No Soportada</p> |
| <p>Herramientas a usarse en la Bodega Tener definido los equipos a usarse dentro de bodega como por ejemplo handhelds, montacargas y la asignación de permisos para el uso de los mismos por parte de los trabajadores.</p> | <p>El WMS asigna alguna tarea a los trabajadores con el permiso respectivo para que opere determinada máquina, y con esta máquina sea capaz de terminar sin ningún inconveniente la tarea asignada.</p> | <p>No Soportada y/o Limitada.</p> |
| <p>Manejo de Equipos especiales por medio de Interfaces Los equipos especiales dentro de la bodega como carruseles, elevadores, transportadores, etc pueden ser controlados automáticamente por medio de interfaces</p> | <p>Las instalaciones de WMS frecuentemente actúan como interfaz para el uso y manejo de equipos de bodega.</p> | <p>No Soportada y/o Limitada.</p> |

Tabla 1 Comparación de funcionalidades entre un ERP y un WMS

1.4 WMS en empresas PYMES del mercado ecuatoriano

En el mercado ecuatoriano la mayoría de las implementaciones de WMS ha sido realizada en empresas multinacionales como grandes distribuidoras y emparadoras, las mismas que han seguido la estandarización global de sus oficinas centrales, que usan WMS como SphereWMS, Accellos, Wise, Epicor.

Hay que aclarar las siguientes definiciones en el Ecuador de conformidad con la clasificación de MIPYMES (Micro, pequeñas y medianas empresas) de acuerdo al Sistema Estadístico Comunitario de la Comisión de la Comunidad Andina, CAN :

a) Micro empresa: Es aquella unidad productiva que tiene entre 1 a 9 trabajadores y un valor de ventas o ingresos brutos anuales iguales o menores de cien mil (US \$ 100.000,00) dólares de los Estados Unidos de América, y un monto de activos de hasta \$100,000.

b) Pequeña empresa: Es aquella unidad de producción que tiene de 10 a 49 trabajadores y un valor de ventas o ingresos brutos anuales entre cien mil uno (US \$ 100.001,00) y un millón (US \$ 1'000.000,00) de dólares de los Estados Unidos de América; y un monto de activos de \$100,001 hasta 750,000.

c) Mediana empresa: Es aquella unidad de producción que tiene de 50 a 199 trabajadores y un valor de ventas o ingresos brutos anuales entre un millón uno (USD 1'000.001,00) y cinco millones (USD 5'000.000,00) de dólares de los Estados Unidos de América y un monto de activos de \$750,001 hasta \$3'999,999. (Correa, Rafael;, 2011) .

Debido a los costos que involucra la implementación de un WMS y además del desorden interno y falta de procesos bien definidos (que ocurre poco con las multinacionales radicadas en el Ecuador) en sus

centros de distribución, a las PYMES en el mercado ecuatoriano se les hacía complicado iniciar un proyecto de este tipo, sin embargo en los últimos 4 años gracias a las exigencias competitivas del mercado estas empresas se han visto obligadas a mejorar de muchas formas tales como: planeación organizativa, obtención de certificaciones de calidad de distinta índole, asesorías especializadas en temas logísticos, inversión en tecnología y el punto más importante es la capacitación recibida de su recurso humano. Esto hace que gran parte de las PYMES en el mercado ecuatoriano estén en un buen momento para poder empezar con un proyecto de implementación como es un WMS; sin embargo hay que considerar si es que los beneficios para la empresa son los suficientemente grandes como para justificar los costos que se incurren en la implementación y capacitación del WMS.

1.5 Problema a resolver

En la PYME en el Ecuador, el manejo de los inventarios y la administración de los recursos en una bodega o centro de distribución generalmente es realizado de manera manual y/o con herramientas tan básicas como una hoja electrónica, como por ejemplo Excel.

La responsabilidad de la bodega muchas veces está en manos de una sola persona: el Jefe de bodega y en algunos casos con la ayuda de un asistente. Estas personas tienen la responsabilidad y las tareas de controlar el stock, los movimientos de entrada y salida de productos, ubicaciones de productos en la bodega, reubicación de productos, reposiciones, despachos, etc. actividades que por su complejidad son factibles a que se cometan errores, los mismos que afectan directamente a la gestión de la cadena logística y por ende a la atención al cliente.

Entre los principales problemas que se presentan en una PYME en relación a la bodega o centro de distribución tenemos:

1. Una mala administración del stock de los productos hace que se abastezca en exceso o con cantidades inferiores a la demanda real del mercado, esto es originado por una mala planificación de compra hacia los proveedores. Para que esto no suceda es necesario conocer cierta información la misma que tiene que ser completamente fiable, comprobada para poder determinar con exactitud qué productos y cuántos de los mismos se tiene y debe de pedir a los proveedores para abastecer el centro de distribución, y distribuir los productos del centro de distribución hacia las bodegas de tal forma que las bodegas estén abastecidas con las cantidades y con los productos adecuados para poder realizar su gestión comercial. Este inventario es el existente en las bodegas, las ventas confirmadas pero con estatus de pendiente por despachar por falta de stock (conocidas como ventas perdidas), las cantidades que están pendientes de recibir sean estas por la compra a un proveedor o por parte de alguna transferencia entre bodegas (conocidas como stock en tránsito), el tiempo transcurrido entre el momento en que se pone el pedido al proveedor y el momento en que se recibe dicho pedido (conocido como leadtime).
2. Por desconocimiento de la demanda del producto sea esta por región geográfica, temporada, etc. se adquieren productos que son innecesarios en algún momento, lo que ocasiona el uso innecesario del espacio de bodega, afectando a otros productos que si son necesarios y que no tienen espacio para ser almacenados.
3. Al no conocer de manera precisa el inventario disponible en las bodegas, no se puede determinar el costo de lo inventariado, y como consecuencia no se pueden determinar los estados financieros correctos, no se pueden conocer los valores para asegurar las bodegas, lo que eleva el costo de mantenimiento de la bodega.

4. No se puede contar con una programación eficiente de actividades y tiempos del personal para las actividades como: de recepción de productos y su respectivo almacenamiento, egreso de productos y su preparación para la entrega al cliente y distribución a otras bodegas.
5. El desconocimiento de las ubicaciones de los productos en las bodegas, ocasiona pérdidas significativas de tiempo a la hora de hacer un despacho debido a que no se puede determinar la ruta óptima para la preparación de un pedido, ocasionando que la persona encargada vaya a una ubicación en la bodega a buscar un producto y luego regrese a la misma ubicación o ubicación cercana a buscar otro producto, es decir el recorrido es un ida y vuelta innecesariamente. Ocurre exactamente lo mismo si los productos no se encuentran ordenados en la bodega de acuerdo a algún principio de ordenamiento que puede ser el almacenamiento ordenado o el almacenamiento caótico, ordenados por ABC el mismo que se basa en el principio de Pareto o la ley 80/20 (esta ley indica que el 20% de algo siempre es responsable del 80% de los resultados, estas cifras son aproximadas y pueden variar. Es aplicada en política, economía, ingeniería de software, logística, marketing, etc): Productos catalogados como A son aquellos que producen el 80 % de los movimientos o transacciones de la bodega, productos catalogados como B son los que producen el 15 % y productos catalogados como C son los que producen el 5% de los movimientos.
6. Despachos inadecuados hacia el cliente interno o externo por no contar con una herramienta que valide las transacciones en la bodega, es decir que si los productos son los que se deben de despachar o recibir y que las cantidades de dichos productos sean las correctas. Al no existir validaciones de este tipo, hace que se maximice el porcentaje de error en dichos despachos originando que la calidad de servicio de la empresa sea afectada

significativamente.

7. Uso ineficiente del recurso humano ya que no se asignan tareas adecuadas al personal en el momento preciso. Puede ocurrir que existe personal en bodega con poca o sin actividad mientras que al mismo tiempo existen cuellos de botella en otras áreas dentro de la bodega, es decir no existe un balance en la carga de trabajo en las bodegas o centro de distribución.

1.6 Alternativas de solución, solución del problema

Por lo descrito previamente se puede concluir que para una PYME llevar el control de la bodega de forma manual, por medio de hojas electrónicas o por medio de algún sistema administrativo financiero no es la manera óptima de administrar su bodega; se necesita la implementación de una solución WMS (Warehouse Management System), implementación que será realizada mediante una metodología como la Sure Step de Microsoft que sugiere una guía de mejores prácticas que podemos usar para administrar de una manera eficiente un proyecto a lo largo de toda su ciclo de vida, minimizando riesgos y costos. Esta metodología nos ayuda además para que el proyecto se implemente en el tiempo adecuado y de acuerdo a las especificaciones dadas. Al realizar un diagnóstico y análisis basado en recomendaciones y guías de formatos de evaluación de la organización departamental de la empresa, podemos determinar:

1. Flujo de procesos y datos, ERP existente
2. Administración de la bodega, tamaño físico y distribución de productos.
3. Hardware disponible
4. Lista de chequeo ("check lists") de requerimientos que se deben cumplir.

y así garantizar que se cumplan los siguientes puntos que serán convertidos en objetivos de la empresa con la implementación del WMS:

- Mejorar los procesos de la bodega tornándolos óptimos, eficientes y rápidos consiguiendo la reducción de los tiempos en los despachos de mercadería.
- Generar información para medir el desempeño de la bodega
- Mejorar la confiabilidad en la mercadería inventariada
- Aumentar los niveles de satisfacción al cliente tanto interno como externo.
- Optimización del recurso humano usado dentro y fuera de la bodega.

Dependiendo de la complejidad del modelo de negocio y del presupuesto económico con el que cuenta la empresa, se puede implementar un WMS desde uno muy completo y complejo (manejo de transacciones complejas dentro de la bodega) como los ya existentes de origen internacional hasta un WMS básico, que se puede encontrar en el mercado nacional o puede ser desarrollado a la medida o personalizado, dentro de la propia empresa.

Capítulo 2 Evaluación de Flujo de datos y documentos

Los flujos de datos y documentos que intervienen en el proceso del WMS se realizan dentro de las bodegas o almacenes. Antes de revisar estos flujos es importante definir logísticamente qué es una bodega, para qué sirve y cuántas clases de bodegas existen.

La bodega conocida también como almacén se la puede definir como un espacio de la compañía donde los productos reposan (Mikel Mauleón Torres). El reposo de los productos es temporal y dichos productos están a la espera para ser entregados a los clientes, ser transferidos a otros sitios o ser reabastecidos para satisfacer las necesidades comerciales y logísticas de la empresa. Entre las funciones generales de una bodega tenemos:

- Regular los flujos entre la oferta (fabricación o compra) y la demanda (los clientes).
- Recibir y dar custodia a los productos.
- Optimizar los costos de distribución.
- Destinar espacios para las tareas a realizar dentro de las mismas.

Logísticamente existen cuatro clasificaciones básicas para bodega o almacén de una empresa que comercializa productos terminados:

- **Bodega reguladora o Centro de distribución:** Bodega donde se realiza la recepción del inventario por motivo de las compras a los proveedores o importaciones, desde esta bodega se abastece el stock a las otras bodegas de la empresa (bodegas regionales), también sirve para atender los despachos de ventas al por mayor o volumen. Esta bodega es la más grande de todas las bodegas de la empresa. En relación a la categorización ABC debe de poseer todos los productos A y B, los productos C pueden estar únicamente en el resto de bodegas o en la bodega reguladora, si es que el mercado

de consumo es global y no localizada.

La administración de proveer stock al resto de bodegas, se centraliza en la bodega reguladora, consiguiendo una disminución en la inversión del almacenaje, se logra un mejor control y se gestiona de una mejor manera el stock. El abastecimiento a las bodegas regionales debe ser controlado y puede fundamentarse en 2 sistemas: el Push y el Pull.

El sistema Push, es cuando la necesidad de reabastecimiento nace del centro de distribución hacia las bodegas regionales, es decir la bodega regional recibe de manera "pasiva" lo que la bodega reguladora le envía por ejemplo en base a proyecciones estadísticas de la demanda en esa bodega.

El sistema Pull, es cuando la necesidad de reabastecimiento nace desde la bodega regional hacia la bodega reguladora, por que el producto llegó a su punto de re-orden (cantidad mínima que debe de poseer en stock). El uso del sistema Push o Pull dependerá de la política de gestión de stock y comercial de la empresa.

Al estar centralizada la administración del stock, se puede llegar a pensar en el caos que se armaría por un stock inadecuado en las bodegas regionales producto de una mala administración de los envíos, pero gracias a la automatización como es el uso coordinado entre el ERP y WMS en conjunto con una política de transporte adecuada estos problemas prácticamente desaparecen.

- **Bodega Regional:** Bodega ubicada en las regiones donde la empresa realiza despachos de sus productos a clientes, las regiones pueden ser las provincias o la ciudad. Por lo general están ubicadas en sitios estratégicos para abarcar la mayor cobertura geográfica.

Su principal objetivo es despachar productos a clientes que compren en esa región o zona. Dentro de esta categoría están las bodegas de los puntos de venta de mostrador o atención al cliente.

- **Bodega virtual, cuarentena o de control:** Espacio físico dentro de la bodega (que puede ser la bodega reguladora o regional) destinado a almacenar temporalmente a los productos que llegan por motivo de alguna compra, importación o transferencia y que necesiten ser verificados. Los productos quedarán ingresados en esta bodega virtual y no estarán disponibles para las transacciones de inventario hasta que sean liberados de dicha bodega.
- **Bodega en tránsito:** Una bodega en tránsito es donde se almacenan (por un corto periodo de tiempo) los productos mientras estos son movilizados y esperan ser entregados a su destino por concepto de algún egreso, transferencia o venta. Los camiones o medios de transporte de la mercadería están dentro de esta clasificación.

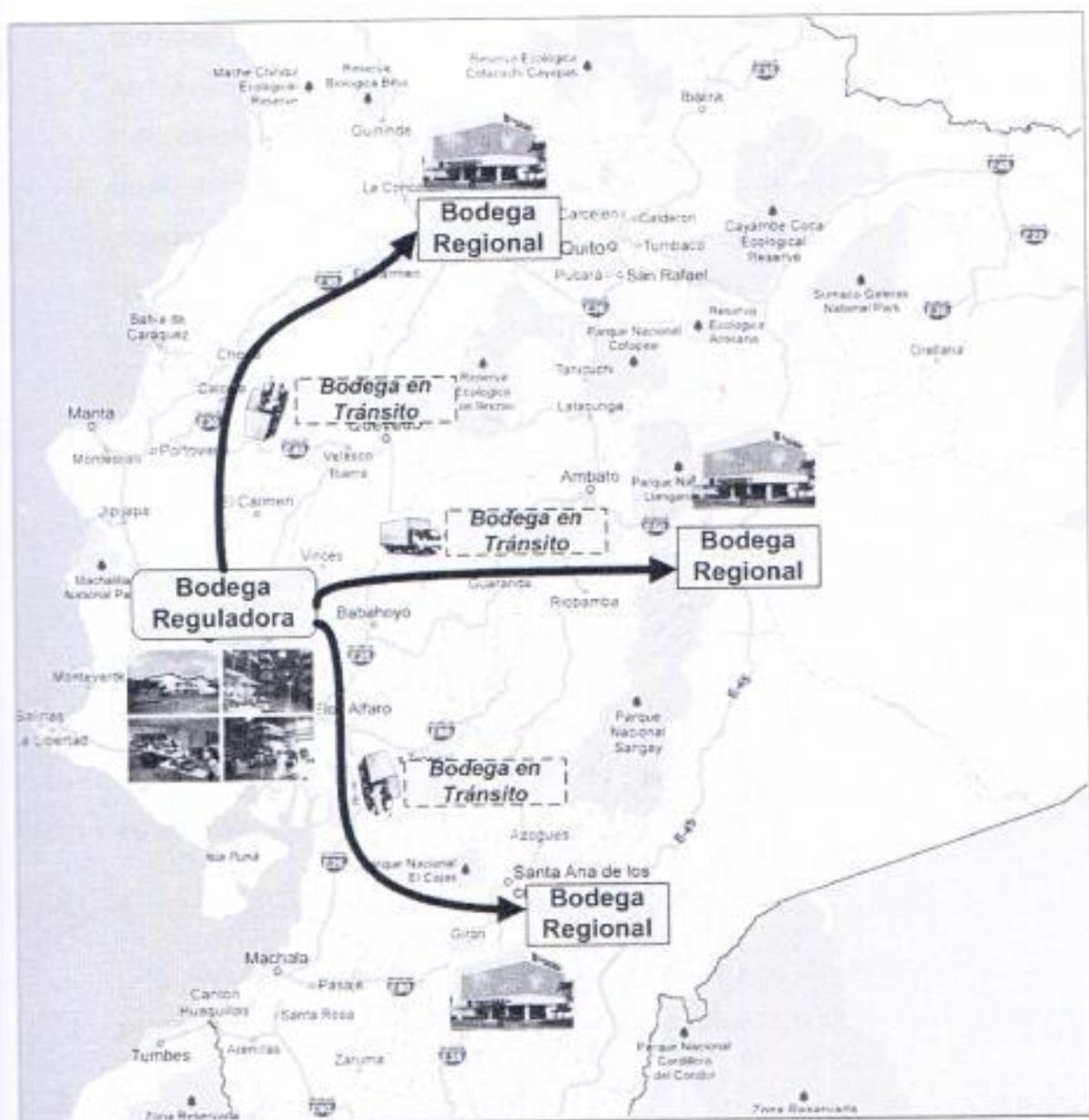


Figura 1 Bodegas de Logísticas

2.1 Diagnóstico de los flujos de trabajo existentes en bodega y su relación con las otras áreas de la empresa.

En la fase del levantamiento de información del proyecto, hay que realizar el diagnóstico de los flujos de trabajo vigentes, para esta actividad es importante que exista una documentación bien

detallada y precisa de cada una de las operaciones que se realizan en la empresa, es una parte esencial dentro de un sistema de información, de tal manera que al arranque del proyecto de implementación del WMS se cuente con dicha documentación y pueda ser consultada para entender los flujos de trabajos con los que se efectúan las operaciones y que estos sean la base para elaborar un documento del análisis y diagnóstico de los procesos dentro de la bodega.

Si no se cuenta con la documentación de flujos de trabajos vigentes se recomienda realizar por lo menos al departamentos de facturación e inventario, porque son áreas que están íntimamente relacionadas y tienen un alto impacto en la implementación de un WMS. Estos documentos deberán contar con su respectiva aprobación por las áreas destinadas a este fin dentro de la empresa.

Una vez realizado el documento de análisis y diagnóstico de los procesos de la bodega viene la fase de evaluación de los mismos.

2.2 Evaluación de flujos existentes

Existen varias metodologías ya definidas o propias de la empresa para la implementación de algún proyecto relacionado con tecnología, estas metodologías principalmente se basan en definir y seguir una serie de puntos claves para que el proyecto finalice con éxito, tanto para el proveedor como para el cliente.

La metodología conocida como "Sure Step" de Microsoft que es utilizada para la implementación del ERP Dynamics, es una guía al

momento de hacer el levantamiento de información y posterior evaluación sobre los flujos o procesos que la empresa está manejando. Esta metodología está basada en fases, las mismas que son: diagnóstico, análisis, diseño, desarrollo, implantación, operación, optimización y actualización.

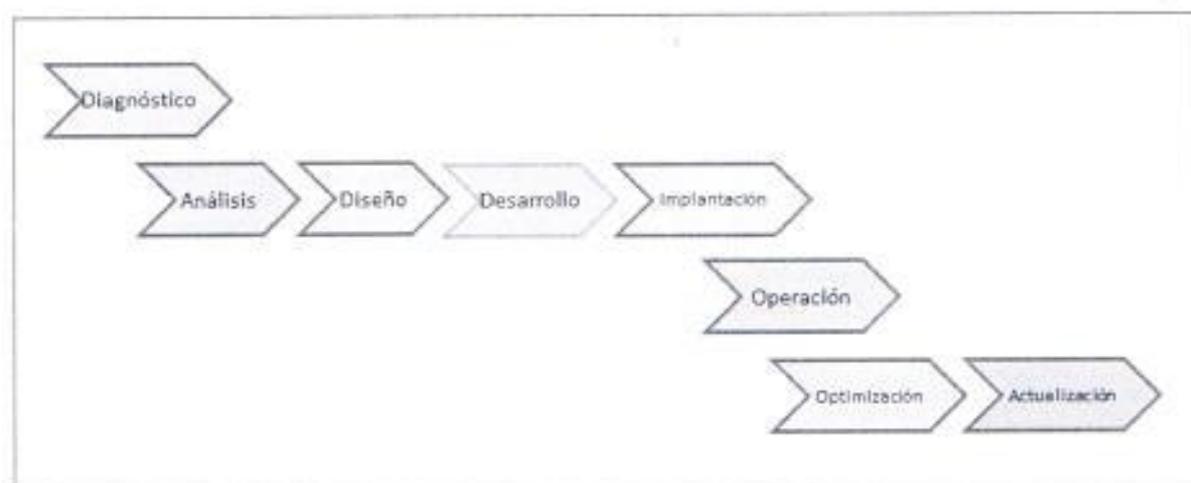


Figura 2 Fases de la metodología Sure Step

Cada una de estas fases contiene un amplio número de procesos detallados paso a paso, que no son motivo de análisis de esta tesis; sin embargo, se puede describir que dentro de la fase de diagnóstico, la metodología contiene una guía, la misma que consiste en una serie de preguntas que servirán de apoyo y ayuda para el entendimiento y requisitos del proyecto durante la fase inicial. Las preguntas se organizan por rol y su propósito es recopilar información del negocio, entrevistando al personal adecuado dentro de cada rol, cabe recalcar que en algunas empresas tipo PYMES, una misma persona puede desempeñar varios roles. Las preguntas orientadas al manejo del almacén o bodega son las siguientes: (Microsfot Corporation)

Sobre la Administración de almacén

- ¿Cuántos almacenes tiene? ¿Cómo clasifica los almacenes?
- ¿Cómo realiza el seguimiento de los artículos? (Por ejemplo, almacén, ubicación, id. de pallet, número de serie, número de lote) ¿Tiene áreas o zonas de almacenamiento?
- ¿Cómo se organiza su estructura logística?
- ¿Cuántas personas trabajan en el departamento de logística? ¿Y en el almacén? ¿Existen varios turnos?
- ¿Cómo se numeran o designan las ubicaciones?
- ¿Cómo se distribuyen las ubicaciones en el almacén?
- ¿Se utilizan ubicaciones principales y secundarias para los artículos? Describa el procesamiento del inventario en relación con la ubicación principal frente a la secundaria. ¿Hay información, como los costos, los códigos de notificación, los precios, etc., que no varíe en diferentes ubicaciones? ¿Los costos y los precios se van a mantener en el nivel del artículo, en el nivel de la sucursal de artículo o en el nivel de artículo/sucursal/ubicación?
- ¿Qué ubicaciones son válidas para el almacenamiento, la selección y el reabastecimiento? ¿Qué ubicaciones deben excluirse de estas funciones?
- ¿Cuál es el número máximo de artículos permitidos en una ubicación? ¿Se permite que se mezclen varias fechas de recepción o lotes en una ubicación de almacén?
- ¿Se utilizan ubicaciones de almacenamiento fijas?
- ¿Las ubicaciones deben prohibir automáticamente que se siga almacenando hasta que ya no queden artículos seleccionados?
- ¿Qué ubicaciones deben usarse si se produce un desbordamiento durante el almacenamiento?

- ¿Es necesario limitar la cantidad de artículos almacenados en las zonas?
- ¿Se utilizan contenedores para el almacenamiento en el almacén?
- ¿Cómo se asignan los números de piezas? ¿La numeración que se utiliza tiene algún significado?
- ¿Se utiliza el procesamiento por lotes? Si es así, ¿cómo se asignan los números de lote? ¿Cómo se reparten los números de lote? ¿Se tienen en cuenta consideraciones sobre la caducidad de los lotes? ¿Desea llevar un control avanzado de los lotes? ¿Necesita hacer un seguimiento de la calidad o eficacia de un artículo?
- ¿Se mantiene un seguimiento de los números de serie de entrada o salida?
- ¿Realiza emisiones de inventario en cantidades inferiores al total? Si es así, considere la posibilidad de utilizar la conversión decimal de cantidades.
- ¿Qué información impresa es necesaria para los maestros de artículos?
- ¿Qué unidades de medida utiliza cada artículo en un almacén?
- ¿Necesita que los artículos se almacenen con las medidas de longitud, ancho y alto de las ubicaciones? ¿El peso es importante a la hora de almacenar un artículo?
- ¿Cuántos tipos de documentos de pedido de compra y pedido de ventas se van a utilizar? ¿Listas de selección? ¿Listas de recepción?
- ¿Qué impresoras se van a utilizar para imprimir los documentos de almacén? ¿Utiliza impresoras específicas para determinados documentos?

- ¿En un resguardo de traslado debe aparecer un mensaje impreso con instrucciones específicas sobre cómo hay que embalar un artículo?
- En caso de que haya varios almacenes, ¿puede haber determinados artículos de inventario asignados de forma predeterminada a almacenes específicos?
- ¿Cómo se supervisa la llegada y envíos de productos?

Sobre Dispositivos y equipamiento

- ¿Se usan en el almacén lectores de códigos de barras?
- ¿Tiene dispositivos inalámbricos?
 - ¿Con qué sistemas operativos son compatibles?
 - ¿Cuántos dispositivos de radiofrecuencia (RF) tiene por área?
- ¿Utiliza la identificación por radiofrecuencia?
- ¿Utiliza montacargas en el almacén? ¿Cuántos?

Sobre Flujos de procesos

- Describa el proceso de reserva en relación con el almacén.
- ¿Se aplica una secuencia de reserva para determinar el almacén del que se reserva un artículo en primer lugar?
- ¿Cómo recibe los artículos? (Por ejemplo, de acuerdo con el pedido de compra, aviso de envío por adelantado)
- ¿Cuenta con un proceso de inspección de llegada?
- ¿Tiene un almacén de cuarentena para las funciones de inspección o aseguramiento de la calidad?
- ¿De qué forma almacena los artículos recibidos?
- ¿Cómo se transfieren los artículos entre los distintos almacenes? ¿Lo controla el usuario o el sistema?

- ¿Cómo reabastece las ubicaciones de picking desde las ubicaciones de almacenamiento? ¿Lo controla el usuario o el sistema?
- ¿Cómo selecciona los artículos para el envío?
- ¿Consolida pedidos para la selección?
- ¿Cómo genera la lista de selección?
- ¿Optimiza el proceso de selección?
- ¿Cómo empaqueta los artículos para el envío? ¿Qué tipo de documentación genera? (Por ejemplo, etiquetas de envío, conocimiento de embarque, etc.)
- ¿Qué reglas deben aplicarse al proceso de envío de salida?
- ¿Cómo enruta los envíos?
- ¿Cómo envía los productos?
- ¿Se aplican procesos de aprobación formales para la recepción o el envío de artículos?

Sobre Administración de la asignación de canales

- ¿Cuáles son ahora los principales informes que se utilizan para administrar los niveles y la actividad de inventario y para determinar la disponibilidad de los clientes?
- ¿Las solicitudes se generan cuando se registran los pedidos de ventas o se generan por lotes cuando los pedidos de ventas están listos para su envío?
- ¿Aplica la clasificación ABC?
- ¿Cómo se administran actualmente las solicitudes de almacén en materia de movimientos de stock?

Sobre Supervisión del rendimiento

- ¿Cómo busca un artículo el personal de control de inventario o el personal de almacén? Podrá utilizarse información de

referencia cruzada y descripciones de artículos para la búsqueda de artículos.

- ¿Se va a utilizar un programa de recuento de ciclos? ¿Cómo se identifican los ciclos y con qué frecuencia se realizará el recuento? ¿Lo controla el usuario o el sistema?
- ¿Se va a utilizar un inventario físico periódico?
- ¿Qué informes se utilizan para la conciliación con la contabilidad general?
- ¿Cuántos niveles de detalle se necesitan para analizar el uso?
- ¿En qué nivel de detalle se realiza un seguimiento del movimiento de artículos?
- ¿Se utilizan procedimientos secuenciales en el almacén para optimizar la eficacia de la ubicación, la selección y el reabastecimiento?
- ¿Se permite la mezcla de diferentes artículos en una ubicación? ¿Se permite la mezcla de determinados artículos con otros?
- ¿Qué método se utiliza para determinar las ubicaciones de recolección (picking), fijo o aleatorio?

Sobre Requisitos de informes

- ¿Qué consultas o informes se necesitan para la administración de almacén?

Con esta guía de preguntas y con el levantamiento apropiado de la información se consigue el entendimiento y evaluación de flujos existentes, evaluación que se realizará tomando como base las mejores prácticas definidas para un WMS. Estas mejores prácticas están reflejadas en los flujos y procesos que se analizan en el capítulo 2.3,

prácticas que son el resultado del estudio y el análisis realizado a los WMS Anywhere versión 2012, Microsoft Dynamics 2012 y Epicor ajustados a las PYMES del mercado ecuatoriano.

Es de suma importancia que se cuente con el apoyo de la alta gerencia para tomar decisiones de negocio que se requiera durante la implantación.

2.3 Flujo de datos en un sistema WMS

Se explica mediante 7 flujos las operaciones más importantes que intervienen en todo el proceso de un WMS. Hay que tener en cuenta, que en los flujos descritos se habla del uso de los dispositivos móviles o handheld, estos y demás dispositivos son descritos en el capítulo 4.5 donde se detalla el hardware necesario para la implementación de un WMS.

Cabe recalcar que existen empresas donde las actividades comerciales y de logística son más sencillas o complejas que otras, por lo tanto los flujos que analizaremos pueden variar de acuerdo a la complejidad de la PYME e inclusive a la complejidad de integración del WMS con el ERP.

Existen distintas áreas logísticas de la bodega que se hacen referencia en los flujos de datos del WMS. Se detalla a continuación cuales son estas áreas:

- a) Área de volumen o almacenamiento: Espacio físico dentro de la bodega destinado para el almacenaje de volumen de productos, desde aquí se irá abasteciendo a las áreas de recolección o

picking. Una vez que los productos son ingresados, están disponibles para que se puedan hacer transacciones de inventario.

- b) Bodega virtual o cuarentena: Espacio físico dentro de la bodega destinado a almacenar temporalmente a los productos que llegan por motivo de alguna compra, importación o transferencia. Los productos quedarán ingresados en esta bodega virtual y no estarán disponibles para las transacciones de inventario.
- c) Área de espera para entrega: Espacio físico dentro de la bodega destinado para hacer el despacho de mercadería sea a clientes u otras bodegas de la empresa.
- d) Área de Recolección o picking: áreas dentro de la bodega donde estarán los productos que serán seleccionados para atender los despachos por venta, transferencias, ingresos y egresos varios. Es decir es el área donde se hacen las transacciones de inventario del día a día.

Flujo No. 1 – Proceso de Despacho de ventas:

La parte que tiene que ver con la aprobación de la nota de pedido, controles de crédito y demás detalles comerciales, no forman parte del desarrollo de esta tesis.

El proceso que se describe a continuación tiene que ver con la preparación en bodega de los productos que intervienen en una venta realizada por un cliente. Se detalla en subprocesos, que empiezan con la toma del pedido y termina con la entrega de los productos al cliente.

Se indica además los estados por los que pasa el pedido en bodega, teniendo en cuenta, que entre el cambio de un estado a otro, debe quedar registrado el tiempo y el operador de bodega, que intervino en ese subproceso.

1. El proceso inicia con la toma de la nota de pedido de un cliente, el pedido puede ser por medio de una llamada telefónica, asesor de ventas, fax, e-mail, directamente por el cliente mediante alguna aplicación web o algún otro canal de comunicación con el cliente.
2. La nota de pedido se ingresará al sistema ERP o sistema de información por el personal de facturación o comercial para empezar el proceso de la venta/logística y posterior emisión de la factura. El estado con el que termina el pedido: "Registrado".
3. El sistema de ventas automáticamente notificará al WMS que hay un pedido pendiente por despachar, esta notificación puede ser mediante una alerta electrónica que deberá aparecer en un dispositivo sea este un terminal, un handheld o puede ser la impresión dentro del área de la bodega de un documento llamado "pedido de recolección", conocido también como el picking list. El estado con el que termina el pedido: "Recolectando".
4. El personal de bodega que esté disponible en ese momento y que sea designado a la recolección, tomará el "pedido de recolección" y procederá a buscar en bodega los productos que se indiquen en dicho pedido. En el "pedido de recolección" se deben de indicar los códigos de productos y sus cantidades así como las ubicaciones dentro de la bodega en donde se encuentran dichos productos. El listado deberá aparecer

ordenado de acuerdo a la ruta óptima, es decir a la ruta que tiene que seguir el recolector que implique menos desplazamientos dentro de la bodega para recolectar los productos.

Una vez que el recolector encuentra el producto dentro de la bodega, puede usar el dispositivo handheld para realizar la lectura del código de barras del producto e ingresar la cantidad que está tomando de dicha ubicación, esta ubicación deberá estar plenamente identificada con el código de barra respectivo (cada ubicación tendrá su identificación). Si el producto no cuenta con código de barra, se deberá ingresar manualmente dicho código.

Es de suma importancia que se ingrese la ubicación correcta de donde se está tomando el producto en la bodega, ya que en el sistema quedará actualizado y reflejado el stock disponible de ese ítem para esa ubicación.

Un WMS debe considerar hacer este subproceso individualmente por cada nota de pedido o por un grupo de notas de pedido. Hacerlo por un grupo de notas de pedido se optimiza el tiempo de recolección pero se retrasa la impresión de la factura, por lo general este esquema se lo empieza a usar una vez que el personal esté familiarizado con el proceso. El estado con el que termina el pedido: "Verificando".

5. Se traslada la mercadería a un área destinada para la verificación, se iniciará la fase de "Verificando" en la cual otro

despachador comprobará que la mercadería coincida con lo que indica el "pedido de recolección" para eso tiene que verificar la codificación del producto y sus cantidades e ingresarlas mediante el handheld. Si la cantidad despachada versus la información del pedido de recolección coinciden entonces le permitirá avanzar a la siguiente fase que es "Empacando" o packing, caso contrario solicitará una verificación. El estado del pedido queda como "Imprimiendo Factura".

6. Se emite la orden de impresión de la factura (formato fiscal del SRI) y es en este punto donde se genera la cuenta por cobrar al cliente y se da de baja del inventario (stock) en las bodegas. El estado del pedido queda como "Empacando".
7. Se procederá al embalaje de los productos que no es otra cosa que empacar los productos recolectados y dejarlos listos para ser enviados o retirados por los clientes. Los productos empacados pasan a otra área que es el área de espera para la entrega. El estado del pedido queda como "En espera para entrega".
8. Si la mercadería es retirada por el cliente, entonces pasa directamente del área de espera para entrega al medio de transporte del cliente. Si la mercadería es entregada por los camiones de la empresa, entonces esta mercadería quedará en espera hasta que los camiones estén disponibles para dicho fin. El estado del pedido termina en "Entregado".

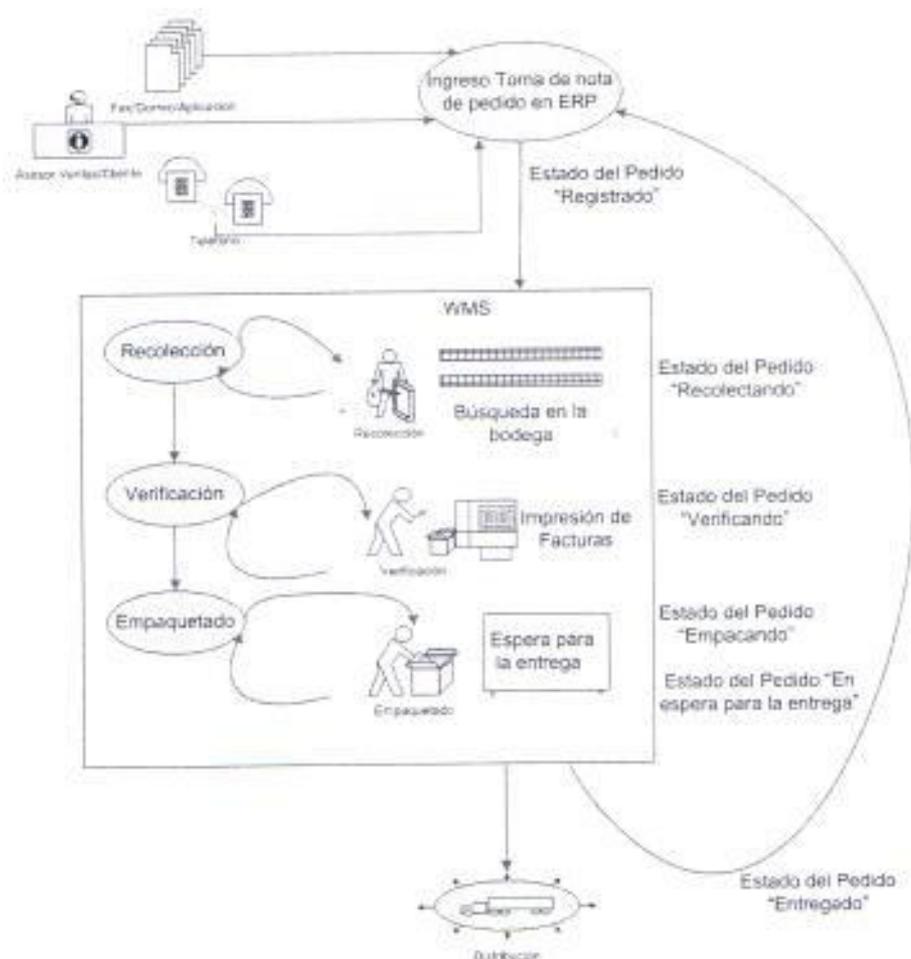


Figura 3 Diagrama de Caso de Uso del Flujo 1

Flujo No. 2 – Ingreso de mercadería a la bodega por concepto de compra.

El proceso descrito a continuación se refiere a la recepción de los productos en la bodega reguladora o centro de distribución originada por la compra a un proveedor, compra que puede ser a un proveedor local o extranjero. Lo que se analizará en este flujo es el control y la recepción de dichos productos así como su almacenaje en la bodega reguladora.

En primera instancia de este proceso, la orden de compra aún no se encuentra liquidada, por lo tanto no se conoce el costo real de los productos, se conocerá una vez que se verifiquen las cantidades recibidas y se liquide totalmente dicha orden de compra.

1. Una vez que el contenedor o medio de transporte llegue con la mercadería del proveedor a la bodega reguladora, el personal responsable se encargará de realizar el conteo y registro de cada uno de los productos, para dicho objetivo se basarán en una "lista ciega" que deberá contener el listado de productos que se esperan recibir pero no sus cantidades, esta lista ciega no necesariamente es un documento impreso también puede ser electrónico. La lista ciega debe ser proporcionada por el departamento de compras de la empresa. El estado del ingreso es "Recibiendo".

Cuando el producto es contado y registrado, se puede hacer el ingreso en las siguientes áreas definidas en el WMS:

- a) Área de volumen o almacenamiento
- b) Bodega virtual o cuarentena
- c) Área de espera para entrega
- d) Área de Recolección o picking

La empresa deberá tomar la decisión en qué área va a registrar y ubicar los productos que se están recibiendo en el proceso de compras e importaciones, todo dependerá de cómo se quiera manejar comercial y financieramente la disponibilidad de dichos productos.

La ventaja de ubicarlos en las áreas de: volumen, espera para entrega y en recolección o picking, es que el producto, ya aparecerá en el sistema ERP como disponible, logrando con esta disponibilidad el compromiso para alguna negociación con algún cliente o alguna otra actividad de inventario. La desventaja es que se puede volver engorroso en algún momento el control operativo de las cantidades que se están recibiendo debido a que las cantidades pueden estar en constante movimiento transaccional. Otra desventaja tiene que ver con la parte financiera: si se utiliza costos promedios entonces al hacer el ingreso de los productos a un costo que no es el real se afectará el costo de los productos existentes y los márgenes de las ventas se verán afectados, no se podrá saber el valor real del inventario hasta que se re liquiden los costos. Hay ciertos ERPS como por ejemplo Dynamics Ax que permite hacer un recálculo de costos sobre las transacciones ya realizadas, corrigiendo con esto el tema de los márgenes, declaraciones de costos y datos para el balance.

La ventaja de ubicarlos y registrarlos en la bodega virtual o cuarentena, es que se facilita el control operativo de la recepción de los productos. No se dispondrá de ese stock hasta que se haga una transferencia después de la liquidación de la orden de compra, esta transferencia debe hacerse desde la bodega virtual hacia las áreas de: volumen, espera para entrega, recolección o picking, se asegura con esto que los costos con los que se realizan las transacciones posteriores son los correctos. La desventaja es que se minimiza la disponibilidad de los productos, causando un malestar en la parte comercial por el hecho de tener la mercadería en la bodega y no poder facturarla.

2. El conteo realizado en el paso 1 se comparará con las cantidades que se encuentran en la factura del proveedor y se hará una conciliación de cuentas entre las cantidades facturadas y las recibidas, de preferencia de manera automática y electrónica en el ERP o en el sistema de información y deberá alertar al departamento de compras en caso de que existan discrepancias.

3. La ubicación de los productos será sugerida por el WMS dependiendo de cómo se haya configurado las áreas para la recepción de los mismos. Si el área de recepción fue configurada con:

Área de volumen o almacenamiento: El sistema sugerirá al operador que los productos deben ser ubicados en el área destinada para almacenar masivamente los productos, es decir en volumen.

Bodega virtual: El sistema sugerirá al operador que los productos deben ser ubicados en algún área previamente establecida para el uso de la bodega virtual, por lo general esta área no cuenta con estanterías, sino que es un solo espacio físico.

Área de espera para entrega: Si es que en el momento del registro no existe disponibilidad de dichos productos en el área de recolección o picking y además existe un pedido pendiente por despachar sea para la entrega a un cliente o un pedido de transferencia a otra bodega, el sistema automáticamente debería sugerir las cantidades a ubicarse directamente en el área de "Espera para entrega" y el resto al área de volumen y al área de recolección o picking.

Área de Recolección o picking: El operador ubica los productos directamente en el área de picking. Cuando se utilizan Pallets el sistema puede sugerir al operador qué cantidades de los productos

deben ser ubicados en el área de recolección o picking basados en el tamaño de las localizaciones y volumen de cada producto, pero esto añade complejidad en el diseño y manejo del WMS. El estado del ingreso termina en "Recibido".

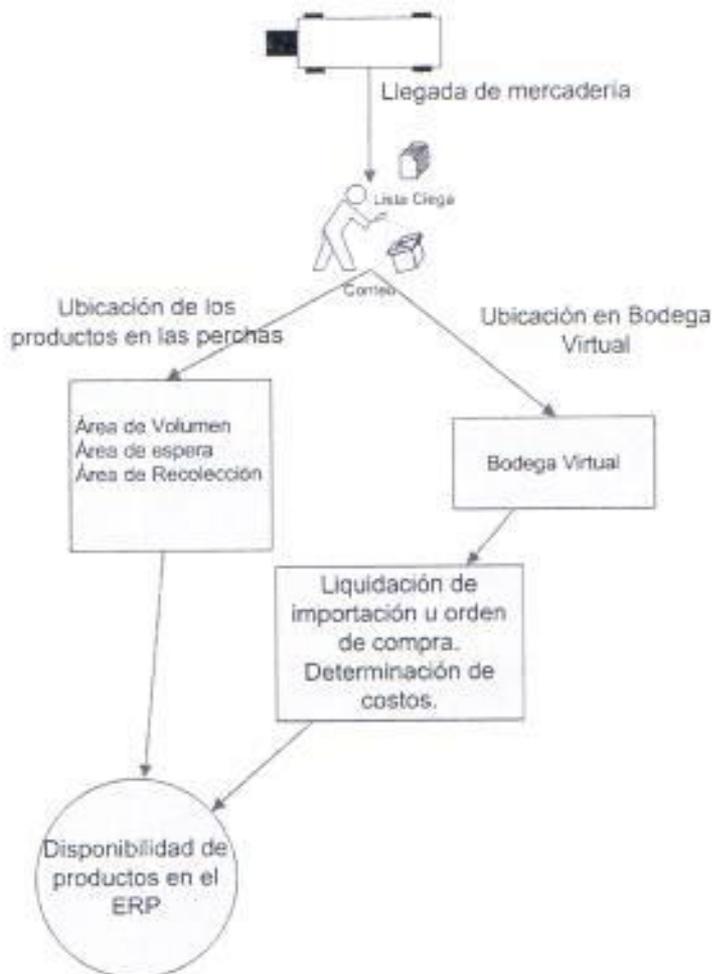


Figura 4 Diagrama de Caso de Uso del Flujo 2

Flujo No. 3 – Egreso de mercadería por concepto de transferencia entre bodegas

El proceso que se describe a continuación, tiene que ver con los egresos de productos, por motivo de transferencias entre bodegas

de la empresa, se detallan las actividades a realizar en la bodega origen de donde se realiza el egreso.

1. En el ERP se realiza la transacción de transferencia. El estado de la transferencia es "Registrado".
2. El ERP notifica al WMS que hay un egreso de mercadería pendiente para realizar por motivo de una transferencia, esta notificación puede ser mediante una alerta electrónica que deberá aparecer en un dispositivo sea este un terminal, un handheld o puede ser la impresión dentro del área de la bodega de un documento llamado "pedido de recolección", conocido también como el picking list. El estado de la transferencia es: "Recolectando".
3. El personal de bodega designado a la recolección de productos y que se encuentre disponible en ese momento tomará el "pedido de recolección" y procederá a buscar en bodega los productos que se indiquen en dicho pedido. En el "pedido de recolección" se deben mostrar los códigos de productos y sus cantidades así como en las ubicaciones dentro de la bodega donde se encuentran dichos productos. El listado debe aparecer ordenado de acuerdo a la ruta óptima, es decir a la ruta con menos desplazamientos dentro de la bodega que tiene que seguir el recolector para separar los productos.

Una vez que el recolector encuentra el producto dentro de la bodega, puede usar el dispositivo handheld para realizar la lectura del código de barras del producto e ingresar la cantidad que está sacando de dicha ubicación, esta ubicación deberá estar plenamente identificada con el código de barra respectivo (cada

ubicación tendrá su identificación). Si el producto no cuenta con código de barra, se deberá ingresar manualmente dicho código. El estado con el que termina la transferencia es: "Verificando".

4. Se traslada la mercadería a un área destinada para la verificación, se iniciará la fase de "Verificando" en la cual otro despachador comprobará que la mercadería coincida con lo que indica el "pedido de recolección" para eso tiene que verificar la codificación del producto y sus cantidades e ingresarlas mediante el handheld. Si la cantidad despachada versus la información del pedido de recolección coinciden entonces le permitirá avanzar a la siguiente fase que es "Empacando" o packing, caso contrario solicitará una verificación. El estado con el que termina la transferencia es: "Empacando".

5. Se procederá al embalaje de los productos que no es otra cosa que empacar si es necesario los productos recolectados y dejarlos listos para ser enviados por transporte a la bodega destino. Los productos empacados pasan a otra área que es el área de espera para la entrega. El estado de la transferencia es "En espera para entrega".

Una vez que la mercadería sale de la bodega origen hacia la bodega destino, los productos que se están transfiriendo deberán aparecer con un estado de "En tránsito"

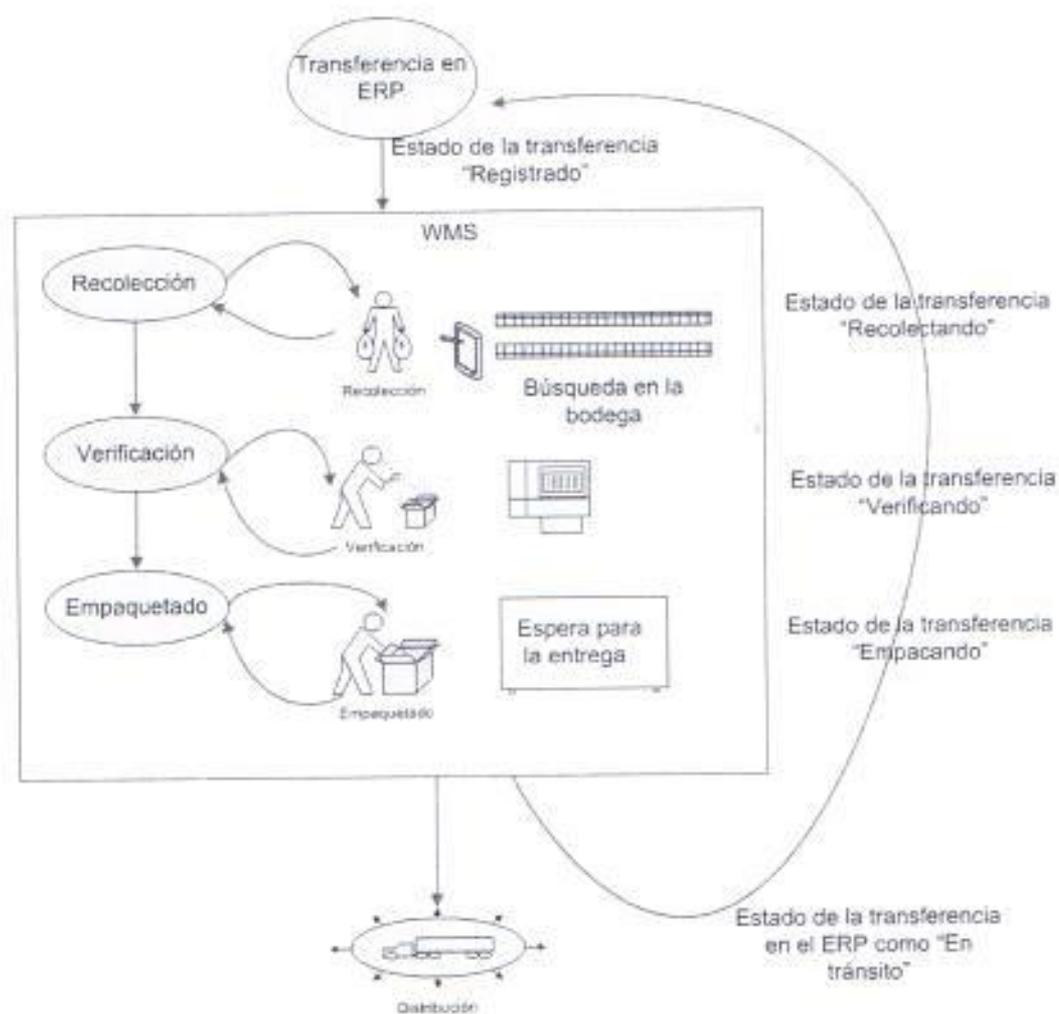


Figura 5 Diagrama de Caso de Uso del Flujo 3

Flujo No. 4 – Ingreso de mercadería por concepto de transferencia entre bodegas

El proceso que se describe a continuación tiene que ver con los ingresos de productos por motivo de transferencias entre bodegas de la empresa, se detallan las actividades a realizar en la bodega destino en donde se realiza el ingreso. Este flujo es una continuación del flujo 3, es decir el estado de la mercadería empieza con "En tránsito".

1. Una vez que el contenedor o medio de transporte llegue con la mercadería a la bodega destino, el personal responsable se encargará de realizar el conteo y registro de cada uno de los artículos, para dicho objetivo se basarán en una "lista ciega" que deberá contener el listado de productos que se esperan recibir pero no sus cantidades, la lista ciega no necesariamente es un documento impreso también puede ser electrónico. Esta lista ciega debe ser proporcionada por el departamento de inventarios de la empresa.

Cuando el producto es contado y registrado, se puede hacer el ingreso en las siguientes ubicaciones definidas en el WMS:

- a) Área de volumen o almacenamiento.
- b) Bodega virtual o cuarentena.
- c) Área de espera para entrega.
- d) Área de Recolección o picking.

La empresa deberá tomar la decisión en qué área va a registrar y ubicar los productos que se están recibiendo en el proceso de transferencias, todo dependerá de cómo quiera llevar el control.

La ventaja de ubicarlos en las áreas de: volumen, espera para entrega y en recolección o picking es que el producto aparecerá en el ERP como disponible, logrando con esto el compromiso para alguna negociación con algún cliente o alguna otra actividad de inventario. La desventaja es que se puede volver engorroso en algún momento el control operativo de las cantidades que se están recibiendo debido a que dichas cantidades pueden estar en constante movimiento transaccional.

La ventaja de ubicarlos y registrarlos en la bodega virtual o cuarentena, es que se facilita el control operativo de la recepción de los productos, no se dispondrá de ese stock hasta que se realice una transferencia desde la ubicación virtual hacia las áreas de: volumen, espera para entrega, recolección o picking. La desventaja es que se minimiza la disponibilidad de los productos, causando un malestar en la parte comercial por el hecho de tener la mercadería en la bodega y no poder facturarla.

2. El conteo descrito en el paso 1 se comparará con las cantidades que se encuentran en la transferencia y se realizará un cruce de datos entre las cantidades transferidas y cantidades recibidas.

El cruce se debe hacer preferiblemente de manera automática y electrónica en el ERP o en el sistema de información y deberá alertar al departamento de inventarios cuando existan discrepancias.

3. La ubicación de los productos será sugerida por el WMS dependiendo de cómo se haya configurado la recepción de los mismos. Si el área de recepción fue configurada con:

Área de volumen o almacenamiento: El sistema sugerirá al operador que los productos deben ser ubicados en el área destinada para almacenar masivamente los productos, es decir en volumen.

Bodega virtual o cuarentena: El sistema sugerirá al operador que los productos deben ser ubicados en algún área previamente establecida para el uso de la bodega virtual, por lo general esta área no cuenta con estanterías, sino que es un solo espacio físico.

Área de espera para entrega: Si es que en el momento del registro no existe disponibilidad de dichos productos en el área de recolección o picking y además existe un pedido pendiente por despachar sea para la entrega a un cliente o un pedido de transferencia a otra bodega, el sistema automáticamente debería sugerir las cantidades a ubicarse directamente en el área de "Espera para entrega" y el resto al área de volumen y al área de recolección o picking.

Área de Recolección o picking: El operador ubica los productos directamente en el área de picking. Cuando se utilizan Pallets el sistema puede sugerir al operador qué cantidades de los productos deben ser ubicados en el área de recolección o picking basados en el tamaño de las localizaciones y volumen de cada producto, pero esto añade complejidad en el diseño y manejo del WMS.

Una vez realizada el ingreso de la mercadería la transferencia queda con el estado de "Recibida".

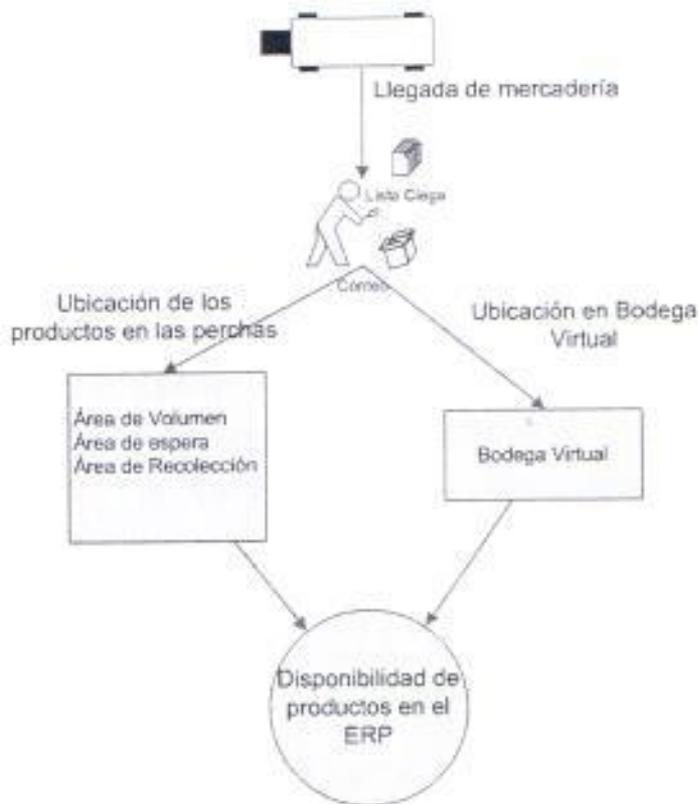


Figura 6 Diagrama de Caso de Uso del Flujo 4

Flujo No. 5 – Ingresos/Egresos varios de mercadería a la bodega

El proceso descrito a continuación se refiere al ingreso o egreso de los productos en la bodega originado por una devolución de alguna factura, un egreso por préstamo, ingresos/egresos varios. Lo que se analizará en estos 2 flujos es el control y la recepción de dichos productos así como su almacenaje en la bodega.

a. Ingresos:

1. En el ERP o sistema de información se deberá realizar la transacción del ingreso y se notificará al WMS que hay

mercadería pendiente por recibir, esta notificación puede ser mediante una alerta electrónica que deberá aparecer en un dispositivo sea este un terminal. El estado del ingreso es: "Registrado".

2. Una vez que el contenedor o medio de transporte llegue con la mercadería a la bodega, el personal responsable se encargará de realizar el conteo y registro de cada uno de los artículos, para dicho objetivo se basarán en una "lista ciega" que deberá contener el listado de productos que se esperan recibir pero no sus cantidades, la lista ciega no necesariamente es un documento impreso también puede ser electrónico. Esta lista ciega debe ser proporcionada por el departamento de inventarios de la empresa. El estado del ingreso es "Recibiendo".

Cuando el producto es contado y registrado, se puede hacer el ingreso en las siguientes ubicaciones definidas en el WMS:

- a) Área de volumen o almacenamiento.
- b) Área de espera para entrega.
- c) Área de Recolección o picking.

Cuando son ingresos que no signifiquen gran cantidad de productos, se recomienda ingresarlos en el área de Recolección, sin embargo la empresa deberá tomar la decisión en qué área va a registrar y ubicar los productos que se están recibiendo, todo dependerá de cómo quiera llevar el control.

3. El conteo realizado en el paso 1 se comparará con las cantidades que se encuentran en el documento de ingreso y se hará un

cruce de datos o información, entre esas cantidades y las cantidades recibidas. El cruce se debe hacer preferiblemente de manera automática y electrónica en el ERP o en el sistema de información y deberá alertar al departamento de inventarios en caso de que existan discrepancias.

4. La ubicación de los productos será sugerida por el WMS dependiendo de cómo se haya configurado las áreas para la recepción de los mismos. Si el área de recepción fue configurada con:

Área de volumen o almacenamiento: El sistema sugerirá al operador que los productos deben ser ubicados en el área destinada para almacenar masivamente los productos, es decir en volumen.

Área de espera para entrega: Si es que en el momento del registro no existe disponibilidad de dichos productos en el área de recolección o picking y además existe un pedido pendiente por despachar sea para la entrega a un cliente o un pedido de transferencia a otra bodega, el sistema automáticamente debería sugerir las cantidades a ubicarse directamente en el área de "Espera para entrega" y el resto al área de volumen y al área de recolección o picking.

Área de Recolección o picking: El operador ubica los productos directamente en el área de picking. Cuando se utilizan Pallets el sistema puede sugerir al operador qué cantidades de los productos deben ser ubicados en el área de recolección o picking basados en el tamaño de las localizaciones y volumen de cada producto, pero esto añade complejidad en el diseño y manejo del WMS.

El estado del ingreso termina en "Recibido".

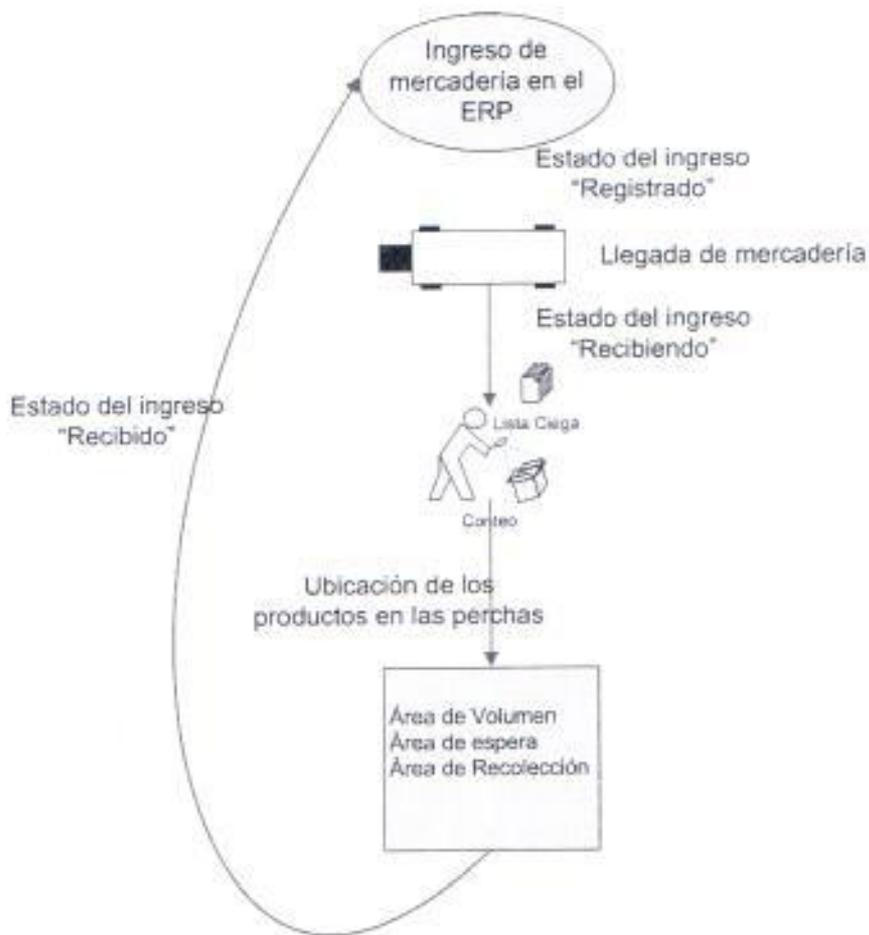


Figura 7 Diagrama de Caso de Uso del Flujo 5 - Ingresos

b. Egresos:

1. En el ERP o sistema de información se deberá realizar la transacción de egreso. El estado del egreso es "Registrado"
2. El ERP notifica al WMS que hay mercadería pendiente por egresar, esta notificación puede ser mediante una alerta

electrónica que deberá aparecer en un dispositivo sea este un terminal, un handheld o puede ser la impresión dentro del área de la bodega de un documento llamado "pedido de recolección", conocido también como el picking list. El estado del egreso es: "Recolectando".

3. El personal de bodega designado a la recolección de productos y que se encuentre disponible en ese momento tomará el "pedido de recolección" y procederá a buscar en bodega los productos que se indiquen en dicho pedido. En el "pedido de recolección" se deben de indicar los códigos de productos y sus cantidades así como las ubicaciones dentro de la bodega donde se encuentran dichos productos. El listado debe aparecer ordenado de acuerdo a la ruta óptima, es decir a la ruta con menos desplazamientos dentro de la bodega que tiene que seguir el recolector para separar los productos.

Una vez que el recolector encuentra el producto dentro de la bodega, puede usar el dispositivo handheld para realizar la lectura del código de barras del producto e ingresar la cantidad que está sacando de dicha ubicación, esta ubicación deberá estar plenamente identificada con el código de barra respectivo (cada ubicación tendrá su identificación). Si el producto no cuenta con código de barra, se deberá ingresar manualmente dicho código. Estado con el que termina el egreso es: "Verificando".

4. Se traslada la mercadería a un área destinada para la verificación, se iniciará la fase de "Verificando" en la cual otro despachador comprobará que la mercadería coincida con lo que indica el "pedido de recolección" para eso tiene que verificar la

codificación del producto y sus cantidades e ingresarlas mediante el handheld. Si la cantidad despachada versus la información del pedido de recolección coinciden entonces le permitirá avanzar a la siguiente fase que es "Empacando" o packing, caso contrario solicitará una verificación. El estado con el que termina la transferencia es: "Empacando".

5. Se procederá al embalaje de los productos que no es otra cosa que empacar si es necesario los productos recolectados y dejarlos listos para entregarlos o para ser enviados por transporte. Los productos empacados pasan a otra área que es el área de espera para la entrega. El estado del egreso es "En espera para entrega".

Una vez que la mercadería sale de la bodega porque fue entregada o despachada en el transporte el estado del egreso es "Entregado".

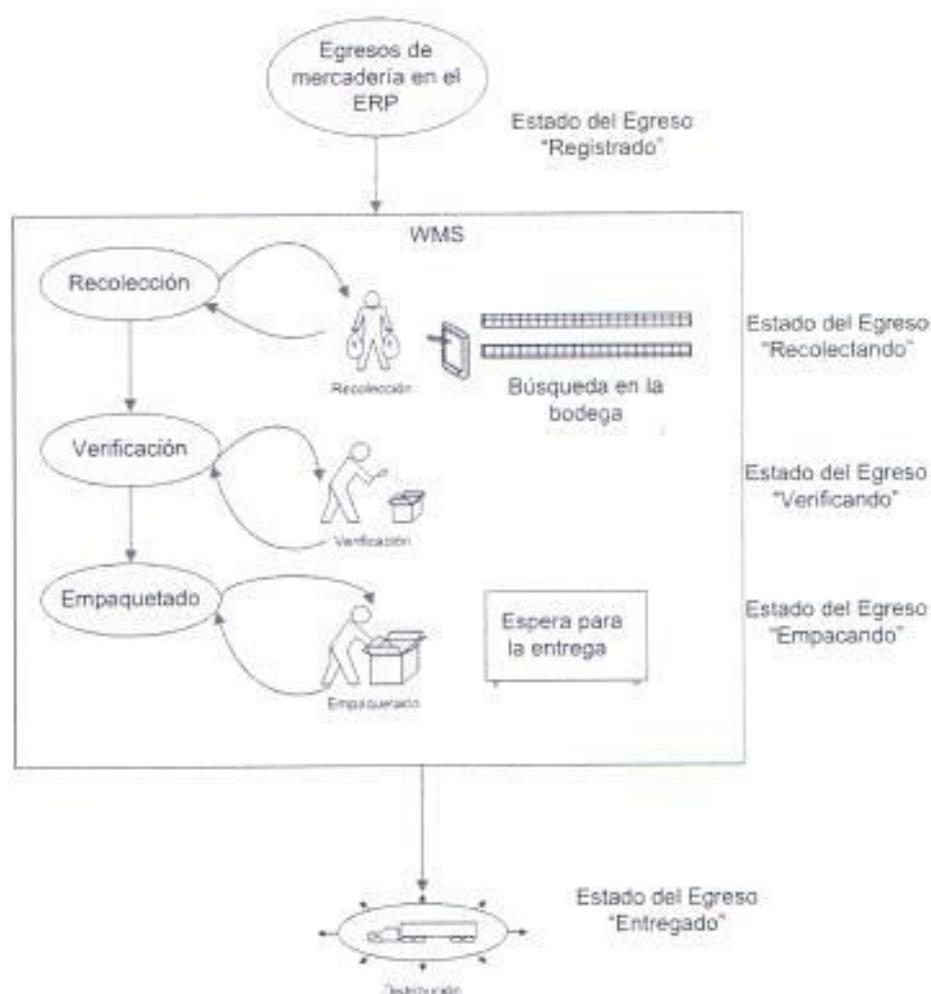


Figura 8 Diagrama de Caso de Uso del Flujo 5 - Egresos

Flujo No. 6 – Movimiento de la mercadería dentro de bodega

El proceso descrito a continuación se refiere al movimiento de un producto de una ubicación a otra dentro de la bodega. Básicamente consta de 4 pasos:

1. Buscar físicamente el producto que se quiere mover de ubicación, leer el código de barras de la ubicación donde se encuentra el producto.
2. Ingresar la cantidad que se está sacando desde esa ubicación.
3. Buscar físicamente la ubicación destino, leer el código de esta ubicación mediante código de barras.

4. Ingresar la cantidad que del producto que se está poniendo en la nueva ubicación.

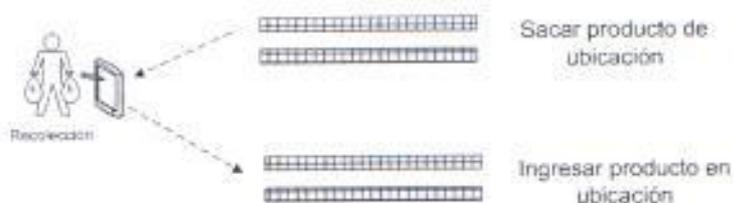


Figura 9 Diagrama de Caso de Uso del Flujo 6

Flujo No. 7 – Conteo físico de la mercadería

El flujo de conteo físico tiene que ver con el proceso de contar físicamente la mercadería existente en la bodega y compararla con el stock que se encuentra registrado en el ERP o sistema integrado. El WMS debe permitir realizar el conteo en toda la bodega, por una ubicación específica, por una familia de productos o por productos específicos. Un nivel de error o de tolerancia aceptado es de un +- 5% , sin embargo este porcentaje deberá ser definido por la empresa de acuerdo a su modelo de negocio y a los costos del inventario, inclusive se puede definir una tolerancia por familia de productos.

El ERP en conjunto con el WMS utiliza de manera adecuada y siguiendo los procedimientos y controles respectivos, se debería esperar que las diferencias que resulten del conteo físico en relación al stock registrado en el ERP estén dentro del rango aceptado. Sin embargo se dan casos que pueden haber diferencias originadas por:

- a. Hurtos dentro de bodega que no pueden ser detectados sino hasta que exista un faltante de stock y no se pueda atender alguna necesidad de despacho.

- b. Robos ocasionados a las bodegas.
- c. Cruce de productos como por ejemplo: se despachó mercadería con códigos cambiados.
- d. Ingresos y egresos de productos realizados con ubicaciones incorrectas.
- e. Productos almacenados en distintas unidades de medida.
- f. Productos mal identificados

Para el caso de los robos, debe de realizarse la respectiva denuncia a la autoridad competente y con esto obtener la justificación correspondiente para la baja de la mercadería robada.

Para el resto de casos, estas diferencias son determinados y corregidas en el proceso de conteo físico haciendo un ingreso o egreso de la mercadería dependiendo si hay un faltante o un sobrante, que debe ser plenamente justificado a nivel contable, es decir el movimiento de ingreso/egreso en el inventario debe generar su sustento contable mediante un asiento de diario. Es recomendable realizar conteos periódicos para lograr una mejora continua del sistema: asignando responsabilidades, hallando errores, identificar la causa de los errores y eliminando dichas causas que producen los errores.

Se pueden realizar conteos periódicos o cíclicos sean estos mensuales, trimestrales, semestrales de una parte del inventario, así como el conocido conteo anual (generalmente a fin de año) que involucra al 100% del inventario. Muchas empresas al ejecutar los conteos periódicos trimestrales y que obtienen una tolerancia

dentro del rango aceptable, se evitan realizar el conteo de fin de año del inventario.

Existe básicamente un solo procedimiento para el conteo físico con algunas variantes que tienen que ver con la muestra del inventario, el número de conteos y los niveles de aprobación.

Características de la muestra: Para los procesos periódicos o cíclicos donde los productos que se van a contar son por alguna ubicación específica dentro de la bodega o por alguna familia de productos, hay que tomar del tamaño de la muestra representativa del grupo de inventarios, una muestra aleatoria, basado en la muestra, en la cual se utiliza el 5 % como margen de error, para que sea considerada una muestra adecuada, y confiable, lo que permite que los resultados obtenidos del muestreo en los productos seleccionados se aproximen a la población y se puedan encontrar los posibles errores , para identificar sus causas y determinar soluciones.

Existen algunas fórmulas estadísticas para determinar el tamaño de la muestra basadas en la distribución muestral de la media que es un modelo teórico de distribución con una desviación típica.

La variedad de los productos que conforman la muestra debería ser seleccionada aleatoriamente, sin embargo para casos específicos como por ejemplo temas de auditoría y costos de los productos, la muestra también puede ser seleccionada de la siguiente forma:

- a. Productos ABC
- b. Pequeños y grandes

- c. Livianos y pesados
- d. Costosos y baratos
- e. De menudeo

Número de conteos: El número de conteos es el número de veces que se cuenta un producto que tiene variaciones (encontradas físicamente vs ERP) dentro del proceso de conteo de inventario. Puede ser 2 o máximo 3. Una bodega con un nivel de tolerancia menor al 5 % basta con realizar dos conteos. Para familias de productos con un alto costo se pueden realizar 3 conteos.

Niveles de Aprobación: Es la aprobación para registrar el stock de un producto en el ERP después de haber concluido el proceso de conteo físico, está ligado con el número de conteos definidos en el proceso.

Para el conteo físico se tienen que definir grupos de trabajo, cada grupo de trabajo será responsable de los productos a ellos asignados para el conteo y será dirigido por un "líder de grupo". También deberá existir un "coordinador del conteo" que será el responsable del proceso en general y uno o varios verificadores cuyo trabajo es comparar y aprobar las cantidades que necesiten hacerse algún ajuste. Tanto el líder como el coordinador del conteo se recomienda que tengan un perfil logístico y los verificadores un perfil contable/auditor preferiblemente.

El flujo es el siguiente:

1. Se seleccionan en el WMS los productos que van a intervenir en la toma física, esto hace que los ítems seleccionados se bloqueen y pasen a un estado de "En conteo físico", luego se genera un listado electrónico que contiene las ubicaciones dentro de la bodega en donde se encuentran los productos. El listado es asignado a un grupo de trabajo y opcionalmente se lo puede imprimir para que sirva como guía para la toma del inventario.

En el WMS la consulta del stock queda deshabilitada para el personal que interviene en el proceso y así prevenir la tentación de evitar el conteo.

2. Los miembros del equipo trabajo cuentan y registran las cantidades encontradas en las localizaciones que les indica el listado.
3. Una vez que terminan de realizar el conteo del listado, se da por terminado el primer conteo e intervienen ahora los verificadores, si es que existen productos con diferencias entre lo contado y lo que está registrado en el ERP se solicita que se vuelvan a contar dichos productos.
4. Después de que se termina el segundo conteo, los verificadores vuelven a intervenir y se repite el paso 3 siempre y cuando existan 3 conteos definidos; si existen solo 2 conteos definidos entonces ir al paso 5.
5. Los verificadores aprueban el stock contado, luego de revisar y si es preciso auditar las diferencias encontradas, determinan qué cantidad va a quedar finalmente y lo dan por aceptado, quedando listo para realizar automáticamente el ingreso o egreso de los productos y de esta manera ajustarlos a la realidad física.
6. Una vez que se realiza el ajuste, los productos quedan liberados y nuevamente disponibles.

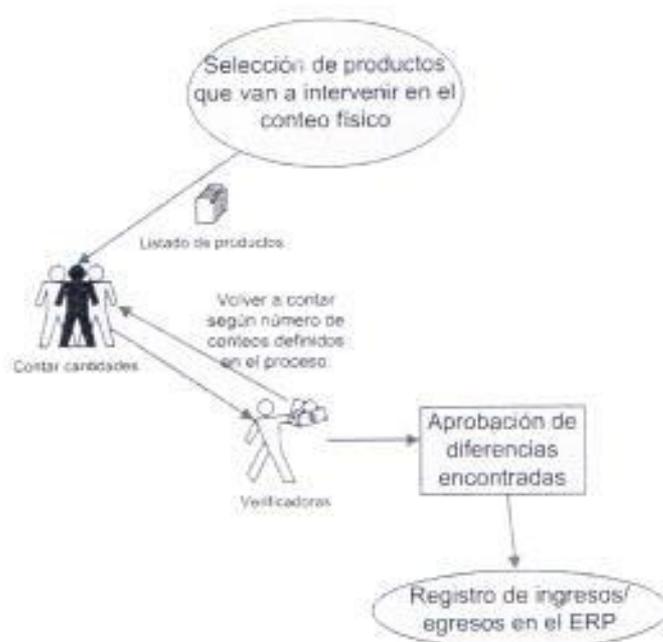


Figura 10 Diagrama de Caso de Uso del Flujo 7

2.4 Flujo de documentos en un sistema WMS

Los flujos de documentos están íntimamente relacionados con los flujos de datos analizados en el capítulo 2.3, a continuación veremos los documentos que intervienen en cada uno de estos flujos.

Cuando nos referimos a documentos, no necesariamente estamos hablando de documentos físicos sino que también pueden ser documentos electrónicos.

Flujo No. 1 – Proceso de Despacho de ventas

Documentos de Entrada:

- Pedido de recolección o picking list: Originado por una venta y da inicio al proceso logístico dentro de la bodega. Le indica

al operador de bodega que tiene una orden pendiente de ir a recolectar productos para luego ser despachados a un cliente.

Documentos de Salida:

- Listado de discrepancias entre lo solicitado y recolectado: Se genera en la fase de verificación, contiene un listado de productos con cantidades recolectadas distintas a las solicitadas.
- Factura: Documento fiscal generado e impreso una vez que se termina el proceso logístico de recolección de productos en bodega.
- Guía de remisión: Documento fiscal generado e impreso una vez que se termina el proceso logístico de recolección de productos en bodega.
- Orden de Anulación: Documento que ordena la cancelación parcial o total del despacho cuando se determina en bodega que no hay stock para el producto o no está apto para la venta. Esta orden de anulación llega al ERP.

Flujo No. 2 – Ingreso de mercadería a la bodega por concepto de compra.

Documentos de Entrada:

- Factura de proveedor: Factura emitida por el proveedor, contiene los productos y las cantidades que se esperan recibir.
- Lista ciega: Listado de productos que se esperan recibir, no contiene la cantidad, generado por el departamento de compras.

Documentos de Salida:

- Listado de recepción de productos: Contiene los productos y cantidades respectivas que se recibieron físicamente.
- Listado de discrepancias en cantidades recibidas: Contiene los productos cuyas cantidades que se recibieron físicamente son distintas a las cantidades que se esperaban recibir (de la factura del proveedor).

Flujo No. 3 – Egreso de mercadería por concepto de transferencia entre bodegas.

Documentos de Entrada:

- Documento de Transferencia: Documento que contiene los productos que se tienen que transferir desde una bodega a otra.
- Pedido de Recolección o picking: Originado por una transferencia. Le indica al operador de bodega que tiene una orden de ir a recolectar productos para luego ser enviados a otra bodega.

Documentos de Salida:

- Listado de discrepancias entre lo solicitado y recolectado: Contiene los productos cuyas cantidades que se recolectaron son distintas a las cantidades que se esperan enviar (del documento de transferencia).
- Guía de remisión: Documento fiscal generado e impreso una vez que se termina el proceso logístico de recolección de productos en bodega.

Flujo No. 4 – Ingreso de mercadería por concepto de transferencia entre bodegas.

Documentos de Entrada:

- Documento de Transferencia: Documento que contiene los productos que se tienen que transferir desde una bodega a otra.
- Lista ciega: Listado de productos que se esperan recibir, no contiene la cantidad.

Documentos de Salida:

- Listado de recepción de productos: Contiene los productos y cantidades respectivas que se recibieron físicamente.
- Listado de discrepancias entre lo solicitado y recolectado: Contiene los productos cuyas cantidades que se recibieron físicamente son distintas a las cantidades que se esperaban recibir (del documento de transferencia).

Flujo No. 5 – Ingresos/Egresos varios de mercadería a la bodega

Documentos de Entrada:

- Documento de Ingreso/Egreso: Documento que contiene los productos y cantidades que intervienen en el ingreso o egreso.

Documentos de Salida:

- Listado de recepción de productos: Contiene los productos y cantidades respectivas que se recibieron físicamente.
- Listado de salida de productos: Contiene los productos y

cantidades respectivas que se están egresando de la bodega.

Flujo No. 6 – Movimiento de la mercadería dentro de bodega

Documentos de Entrada:

- Documento de Egreso: Contiene los productos y cantidades respectivas que se están sacando de una ubicación específica de la bodega.

Documentos de Salida:

- Documento de Ingreso: Contiene los productos y cantidades respectivas que se están ingresando en una ubicación específica de la bodega.

Flujo No. 7 – Conteo físico de la mercadería

Documentos de Entrada:

- Listado de productos que se van a contar: Generado al seleccionar los ítems que van a intervenir en el conteo físico del inventario.

Documentos de Salida:

- Listado de productos con sus ubicaciones dentro de la bodega: Contiene los productos y las ubicaciones donde estos se encuentran dentro de la bodega, sirve para guiar al equipo de trabajo en la búsqueda de los productos a contar y al registro las cantidades encontradas. Este listado no

contiene el stock disponible en el ERP.

- Listado de discrepancias encontradas: Contiene los productos que al ser contados resultaron que las cantidades físicas son distintas a las que están registradas en el ERP.
- Documento de Ingreso/Egreso: Documento que contiene los productos y cantidades de los que hay que hacer el ingreso o egreso respectivo para hacer el cuadro del inventario físico en relación al registrado en el ERP.

2.5 Modificaciones y/o alteraciones de flujos de trabajo en el ERP

Los flujos de datos y documentos analizados en los capítulos 2.3 y 2.4 son basados en las mejores prácticas para implementar un WMS en una PYME con su centro de distribución y sus respectivas bodegas. Sin embargo muchas empresas en el mercado ecuatoriano tienen ciertos subprocesos y controles muy específicos para su modelo de negocio y que no pueden ser omitidos, y ahí nace la necesidad de las modificaciones a los flujos de trabajo recomendados así como también las modificaciones que se necesiten hacer en los procedimientos y controles de la empresa.

Para las empresas que ya tienen procedimientos establecidos para las operaciones de sus bodegas, tendrán que adaptarse y estar predispuestas al cambio operativo y organizacional que involucra la implementación del WMS, por lo general los cambios que se presentan está relacionado con los siguientes puntos:

- Emisión de documentos como por ejemplo la factura: ¿antes

o después de la recolección de los productos en bodega? Se recomienda imprimir la factura después de la recolección de los productos en bodega debido a que el proceso logístico de recolección garantiza la disponibilidad del stock de los productos y si estos están aptos para la venta, de tal forma que se minimizan las anulaciones de facturas por falta de stock en el inventario (cuando hay discrepancias entre lo que está registrado en el ERP vs lo que hay físicamente) o porque el producto se lo encontró dañado.

- Niveles de aprobación: Los niveles de aprobación y/o verificación que existen en los procesos narrados en los flujos deberán definirse si serán obligatorios u opcionales, al inicio del proyecto por lo general la mayoría son considerados obligatorios y a medida que el proyecto WMS logre una madurez operativa ciertos niveles de aprobación y/o verificación pueden llegar a ser opcionales.
- Recurso humano: Es necesario la reorganización del personal dentro de bodega para cubrir las fases de cada uno de los flujos descritos en este capítulo. Hay que considerar también el número de operadores que se necesitan y si existe la necesidad de contratar más personal, el hecho de no contar con un WMS del que podamos generar alguna estadística sobre la productividad, horas invertidas y cumplimientos del personal de bodega hace que ese análisis sea basado en la carga de trabajo estimada y experiencia del personal. Una vez que el WMS esté implementado se podrán emitir índices de cumplimiento para medir la productividad de la bodega y así determinar si el recurso humano es el adecuado.
- Organización física de la bodega: Definición de las áreas para cada uno de los flujos descritos en este capítulo, distribución de pasillos, estanterías y codificaciones,

iluminación, seguridades, etc. Es una decisión estratégica que afecta de una manera decisiva y permanente la operación logística de la empresa y que no puede cambiarse fácilmente debido al nivel de inversión monetaria y del tiempo que se requiere.

- Integración con el ERP: Todas las ventajas de un WMS no pueden ser explotadas si es que no existe una alta integración con el ERP, es por eso la importancia de poder comunicar ambos sistemas en línea, por lo general los ERPS y WMS de categoría mundial vienen preparados para integrarse mutuamente de forma natural, en WMS hechos a la medida o de desarrollo local es un poco complicada dicha integración ya que se necesitarían interfaces para lograr la interconexión con el WMS y las consecuencias son el no poder trabajar en línea ni contar con toda la funcionalidad que brinda el WMS.

Para aquellas empresas que no tienen procesos establecidos dentro de la bodega, con la implementación de un WMS es un buen momento para organizarse, se recomienda partir de una documentación tal como se mencionó en el capítulo 2.1.

2.6 Consideraciones a tomar en cuenta para un sistema WMS

Más allá de las características técnicas y funcionales que debe facilitar un WMS está el tema de la calidad, la misma que puede basarse en la norma ISO 9001:2008 elaborada por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO): "requisitos para un Sistema de Gestión de la Calidad que pueden utilizarse para su aplicación interna por las organizaciones, sin

importar si el producto o servicio lo brinda una organización pública o empresa privada, cualquiera sea su tamaño" (ISO 9001, 2008).

Basado en la norma mencionada es importante tomar en cuenta las siguientes consideraciones relacionadas con el WMS en:

La calidad en la que interviene la alta gerencia de la empresa, la misma que deberá:

- Participar tomando decisiones de negocio y comunicando al personal la importancia de satisfacer las necesidades de los clientes, transmitiéndoles que con un servicio de calidad ganan los clientes, la empresa y por lo tanto sus colaboradores.
- Definir y aprobar las políticas de calidad asegurando que está alineada a la misión y visión de la empresa. Se debe de comprometer a cumplir las políticas de calidad y mejorarla continuamente.
- Asegurar que las responsabilidades y autoridades de la bodega están definidas.
- Aprobar los objetivos de mejoramiento de las bodegas a corto, mediano y largo plazo, siendo estos objetivos medibles para su posterior evaluación.

Gestión del recurso humano, para lo cual la empresa debe:

- Determinar la competencia del personal y proporcionarle capacitación continua relacionada a las actividades del

empleado.

- Mantener registrada las capacitaciones recibidas.
- Evaluar la eficacia de la capacitación.
- Asegurar que el personal se involucre y sea participativo.

Infraestructura, para lo cual la empresa debe:

- Proporcionar y mantener en buen estado el centro de distribución y bodegas.
- Asegurar que el espacio de trabajo del personal es el adecuado.
- Proporcionar y mantener la tecnología en lo posible actualizada dentro de la bodega.
- Debe preocuparse por la salud ocupacional del personal.

Comunicación con el cliente, para lo cual la empresa debe:

- Implementar mecanismos de comunicación eficaces con los clientes.
- Prestar un adecuado servicio al cliente, atendiéndolo ante toda consulta relacionada al proceso comercial/logístico como por ejemplo si ya fue despachado el pedido, en qué tiempo, si hubo todo lo solicitado, etc.
- Manejar y administrar las quejas y darle solución a las mismas, implementando por ejemplo una mesa de ayuda o HELPDESK, una administración basada en las relaciones con los clientes o CRM.

Medir, analizar y mejorar, para lo cual la empresa debe:

- Usar las políticas de calidad, analizar estadísticas y resultados de auditorías para evaluar la gestión de la bodega.
- Tomar acciones correctivas y preventivas para mejorar la gestión de la bodega.
- Buscar la satisfacción del cliente.

2.7 Identificación de posibles eventos no previstos y accionar sobre ellos

Los flujos analizados en el capítulo 2.3 contemplan y asumen situaciones que podrían considerarse ideales, pero pueden existir ciertos requerimientos de negocio que no pueden ser cubiertas con el WMS o pueden presentarse eventos no previstos como por ejemplo falta de stock físico de productos o productos que se encuentran en mal estado, estas situaciones hacen que se deba de tomar alguna acción al respecto para que el flujo continúe y no se paralice la gestión dentro de la bodega. Es importante determinar la mayoría de estos eventos antes de la implementación del WMS, si se presentase un evento nuevo después de la implementación habrá que documentarlo correctamente. Este capítulo trata sobre esas acciones que se deben tomar cuando un evento de esa naturaleza ocurra.

En los manuales de usuarios y de procedimientos deben de quedar reflejadas estas acciones para que los usuarios puedan consultar y sepan qué medidas tomar. Los eventos que puedan acontecer por fallas de equipos, en las bases de datos, servidores, terminales, handhelds no se analizan en esta sección, en el capítulo 4.5 se hace referencia al hardware requerido para un WMS y se trata el tema de la contingencia de los mismos.

A continuación detallaremos los posibles eventos que pueden suceder en cada uno de los flujos:

Flujo No. 1 – Proceso de Despacho de ventas

| Evento presentado | Acción |
|---|--|
| La cantidad de productos solicitada no se encuentran en bodega | El operador registrará en el sistema únicamente la cantidad que se encuentra físicamente y emite comunicado o alarma electrónica al departamento de facturación. En caso de no poder emitir alguna alarma electrónica por falta de integración entre el WMS y el ERP, entonces se deberá comunicar al supervisor de bodega para que éste de aviso al departamento de facturación. Paso seguido se deberá realizar lo más pronto posible el ajuste en el ERP. |
| Productos no están aptos para la venta | El operador registrará en el sistema únicamente la cantidad que se encuentra apta para venta y emite comunicado o alarma electrónica al departamento de facturación. En caso de no poder emitir alguna alarma electrónica por falta de integración entre el WMS y el ERP, entonces deberá comunicar al supervisor de bodega para que éste de aviso al departamento de facturación. Los productos que no están aptos para la venta deberán ser dados de baja de acuerdo a los procedimientos respectivos lo más pronto posible. |
| Venta se cancela | El departamento de ventas comunica al supervisor de bodega que la |

| | |
|---|---|
| | <p>venta se cancela, si es que el proceso logístico ya empezó entonces deberá cancelarse revertiendo todo lo realizado hasta el momento que puede ser lo sacado de las perchas y empacado, entonces los productos deben de volver a sus localizaciones originales preferiblemente. Con esto el stock queda nuevamente disponible.</p> |
| <p>Código de barra del producto o de la ubicación no se puede leer</p> | <p>Deberá ingresarse manualmente el código del producto y/o ubicación para seguir con el flujo, dependiendo de los niveles de autorización que tenga el operador el mismo podrá ingresar dichos códigos y dejarlos registrados en el WMS, sino cuenta con los permisos respectivos entonces tendrá que comunicar a la persona encargada para ese fin.</p> |
| <p>La impresión de la factura se daña</p> | <p>Reimprimir una factura es un tema muy delicado debido a los controles fiscales, por eso es necesario asegurarse que efectivamente la factura física se dañó por algún atasco en el papel, algún daño de la misma después de haberse impreso o porque la impresora falló. Se deberá ordenar la reimpresión en el sistema ERP siguiendo el procedimiento establecido para dicho fin.</p> |

Tabla 2 Proceso de Despacho de Venta

Flujo No. 2 – Ingreso de mercadería a la bodega por concepto de compra.

| Evento presentado | Acción |
|---------------------------------------|---|
| Productos llegaron incompletos | El operador de bodega ingresará las cantidades recibidas físicamente, se alarmará electrónicamente al departamento de compras indicando que existen discrepancias. En caso de no poder emitir alguna alarma electrónica por falta de integración entre el WMS y el ERP, entonces deberá comunicar al supervisor de bodega para que éste de aviso al departamento de compras. El departamento de compras realizará la liquidación completa del pedido (es decir considerando las cantidades faltantes). Luego del ingreso y luego de la liquidación de la compra se deberá hacer un egreso del inventario por las cantidades no recibidas. Dependiendo cómo se quiera manejar contablemente, estos egresos pueden ir al gasto. |
| Productos llegaron demás | El operador de bodega ingresará las cantidades recibidas físicamente, se alarmará electrónicamente al departamento de compras indicando que existen discrepancias. En caso de no poder emitir alguna alarma electrónica por falta de integración entre el WMS y el ERP, entonces |

| | |
|---------------------------------|--|
| | deberá comunicar al supervisor de bodega para que éste de aviso al departamento de compras. El departamento de compras liquidará el pedido considerando también los productos cuyas cantidades llegaron demás. |
| Llegaron otros productos | El operador de bodega ingresará todos los productos con las cantidades recibidas físicamente, se alarmará electrónicamente al departamento de compras indicando que existen discrepancias. En caso de no poder emitir alguna alarma electrónica por falta de integración entre el WMS y el ERP, entonces deberá comunicar al supervisor de bodega para que éste de aviso al departamento de compras. El departamento de compras liquidará el pedido considerando también los otros productos que llegaron demás. |

Tabla 3 Ingreso de mercadería a la bodega por concepto de compra

Flujo No. 3 – Egreso de mercadería por concepto de transferencia entre bodegas

| Evento presentado | Acción |
|---|---|
| Productos no se encuentran en bodega | El operador registrará en el sistema únicamente la cantidad que se encuentra físicamente y emite un comunicado o alarma electrónica al departamento encargado de los inventarios. En caso de no poder emitir alguna alarma electrónica por falta de integración entre el WMS y el ERP, entonces se deberá comunicar al supervisor de bodega para que éste de aviso al departamento respectivo. Paso seguido se deberá realizar lo más pronto posible el ajuste en el ERP. |
| Productos no están aptos para el uso | El operador registrará en el sistema únicamente la cantidad que se encuentra en buenas condiciones y emite un comunicado o alarma electrónica al departamento encargado de los inventarios. En caso de no poder emitir alguna alarma electrónica por falta de integración entre el WMS y el ERP, entonces se deberá comunicar al supervisor de bodega para que éste de aviso al departamento respectivo. Paso seguido se deberá realizar lo más pronto posible el ajuste en el ERP. |
| Transferencia se cancela | El departamento encargado de los inventarios comunica al supervisor de bodega que la transferencia se cancela, si es que el proceso |

| | |
|---|---|
| | <p>logístico ya empezó entonces deberá cancelarse revertiendo todo lo realizado hasta el momento que puede ser lo sacado de las perchas y empacado, entonces los productos deben de volver a sus localizaciones originales preferiblemente. Con esto el stock queda nuevamente disponible.</p> |
| <p>Código de barra del producto o de la ubicación no se puede leer</p> | <p>Deberá ingresarse manualmente el código del producto y/o ubicación para seguir con el flujo, dependiendo de los niveles de autorización que tenga el operador podrá el mismo ingresar dichos códigos y dejarlos registrados en el WMS, sino cuenta con los permisos respectivos entonces tendrá que comunicar a la persona encargada para ese fin.</p> |

Tabla 4 Egreso de mercadería por concepto de transferencia entre bodegas

Flujo No. 4 – Ingreso de mercadería por concepto de transferencia entre bodegas

| Evento presentado | Acción |
|---------------------------------------|---|
| Productos llegaron incompletos | El operador de bodega ingresará las cantidades recibidas físicamente, se alarmará electrónicamente al departamento de inventarios indicando que existen discrepancias. En caso de no poder emitir alguna alarma electrónica por falta de integración entre el WMS y el ERP, entonces deberá comunicar al supervisor de bodega para que éste de aviso al departamento de inventarios. La transferencia quedará como pendiente por recibir. Se quedará en ese estado hasta que se determine qué es lo que pasó, luego se cierra y se da por terminada la transferencia. |
| Productos llegaron demás | El operador de bodega ingresará las cantidades recibidas físicamente, se alarmará electrónicamente al departamento de inventarios indicando que existen discrepancias. En caso de no poder emitir alguna alarma electrónica por falta de integración entre el WMS y el ERP, entonces deberá comunicar al supervisor de bodega para que éste de aviso al departamento de inventarios. |
| Llegaron otros productos | El operador de bodega ingresará las cantidades recibidas físicamente, se alarmará electrónicamente al departamento de inventarios indicando que existen discrepancias. En caso de no poder emitir alguna |

| | |
|--|---|
| | alarma electrónica por falta de integración entre el WMS y el ERP, entonces deberá comunicar al supervisor de bodega para que éste de aviso al departamento de inventarios. |
|--|---|

Tabla 5 Ingreso de mercadería por concepto de transferencia entre bodegas

Flujo No. 5 – Ingresos/Egresos varios de mercadería a la bodega

| Evento presentado | Acción |
|---|--|
| Productos no se encuentran en bodega | El operador registrará en el sistema únicamente la cantidad que se encuentra físicamente y emite un comunicado o alarma electrónica al departamento encargado de los inventarios. En caso de no poder emitir alguna alarma electrónica por falta de integración entre el WMS y el ERP, entonces se deberá comunicar al supervisor de bodega para que éste de aviso al departamento respectivo. Paso seguido se deberá realizar lo más pronto posible el ajuste en el ERP. |
| Productos no están aptos para el uso | El Operador registrará en el sistema únicamente la cantidad que se encuentra apta para venta y emite comunicado o alarma electrónica al departamento de inventarios. En caso de no poder emitir alguna alarma electrónica por falta de integración entre el WMS y el ERP, entonces deberá comunicar al supervisor de bodega para que éste de aviso al departamento de inventarios. Los productos que no están aptos para la venta deberán ser dados de baja de acuerdo a los procedimientos respectivos lo más pronto posible. |

| | |
|---|---|
| <p>Egreso se cancela</p> | <p>El departamento encargado de los inventarios comunica al supervisor de bodega que el egreso se cancela, si es que el proceso logístico ya empezó entonces deberá cancelarse revertiendo todo lo realizado hasta el momento que puede ser lo sacado de las perchas y empacado, entonces los productos deben de volver a sus localizaciones originales preferiblemente. Con esto el stock queda nuevamente disponible.</p> |
| <p>Código de barra del producto o de la ubicación no se puede leer</p> | <p>Deberá ingresarse manualmente el código del producto y/o ubicación para seguir con el flujo, dependiendo de los niveles de autorización que tenga el operador podrá el mismo ingresar dichos códigos y dejarlos registrados en el WMS, sino cuenta con los permisos respectivos entonces tendrá que comunicar a la persona encargada para ese fin.</p> |

Tabla 6 Ingresos/Egresos varios de mercadería a la bodega

Flujo No. 6 – Movimiento de la mercadería dentro de bodega

| Evento presentado | Acción |
|---|---|
| Productos no se encuentran en bodega | El operador registrará en el sistema únicamente la cantidad que se encuentra físicamente y emite un comunicado o alarma electrónica al departamento encargado de los inventarios. En caso de no poder emitir alguna alarma electrónica por falta de integración entre el WMS y el ERP, entonces se deberá comunicar al supervisor de bodega para que éste de aviso al departamento respectivo. Paso seguido se deberá realizar lo más pronto posible el ajuste en el ERP. |
| Productos no están aptos para el uso | El Operador registrará en el sistema únicamente la cantidad que se encuentra apta para el uso y emite comunicado o alarma electrónica al departamento de inventarios. En caso de no poder emitir alguna alarma electrónica por falta de integración entre el WMS y el ERP, entonces deberá comunicar al supervisor de bodega para que éste de aviso al departamento de inventarios. Los productos que no están aptos para la venta deberán ser dados de baja de acuerdo a los procedimientos respectivos lo más pronto posible. |

| | |
|---|---|
| <p>Movimiento se cancela</p> | <p>El departamento encargado de los inventarios comunica al supervisor de bodega que el movimiento se cancela, si es que el proceso logístico ya empezó entonces deberá cancelarse revertiendo todo lo realizado hasta el momento que puede ser lo sacado de las perchas y empacado, entonces los productos deben de volver a sus localizaciones originales preferiblemente. Con esto el stock queda nuevamente disponible.</p> |
| <p>Código de barra del producto o de la ubicación no se puede leer</p> | <p>Deberá ingresarse manualmente el código del producto y/o ubicación para seguir con el flujo, dependiendo de los niveles de autorización que tenga el operador podrá el mismo ingresar dichos códigos y dejarlos registrados en el WMS, sino cuenta con los permisos respectivos entonces tendrá que comunicar a la persona encargada para ese fin.</p> |

Tabla 7 Movimiento de la mercadería dentro de bodega

Flujo No. 7 – Conteo físico de la mercadería

| Evento presentado | Acción |
|--|--|
| Productos no se encuentran en bodega | El operador registrará como cero la cantidad contada. |
| Productos no están aptos para el uso | El Operador registrará en el sistema la cantidad contada físicamente y pondrá como observación que existen tantas cantidades que no se encuentran aptas para el uso. El objetivo es depurar y sanear la información del ERP vs lo que se encuentra físicamente en las bodegas. |
| Productos están en otra ubicación | El operador registra como observación que se encontraron tantos productos en otras ubicaciones, y con la debida autorización del coordinador del conteo físico moverá dichos productos a la ubicación correcta. |
| Código de barra del producto o de la ubicación no se puede leer | Deberá ingresarse manualmente el código del producto y/o ubicación para seguir con el flujo, dependiendo de los niveles de autorización que tenga el operador podrá el mismo ingresar dichos códigos y dejarlos registrados en el WMS, sino cuenta con los permisos respectivos entonces tendrá que comunicar a la persona encargada para ese fin. |

Tabla 8 Conteo físico de la mercadería

Capítulo 3: Requisitos y especificaciones que debe tener un WMS

3.1 Requisitos de Software y hardware

Para que un WMS funcione con un rendimiento satisfactorio es importante dimensionar de una manera adecuada el hardware y software, los que tendrán que estar diseñados para soportar la demanda requerida del WMS con respecto a: sistema operativo en el que se ejecutará, requerimientos de red, arquitectura del WMS, base de datos, volumen de transacciones, concurrencia, reportería, contingencia frente a fallas de equipos, proyección de crecimiento a mediano y largo plazo. Estos puntos se los puede resumir en:

- Servidores
- Equipos de RED
- Bases de datos
- Sistemas de almacenamiento
- Equipos móviles o handhelds

Es complicado determinar con exactitud cuáles son los requisitos de software y hardware para una empresa PYME de Ecuador debido que no se puede generalizar la complejidad y requerimientos del modelo de negocio, lo que si se puede mencionar es una guía de acuerdo a los requisitos que se necesitan para los sistemas operativos mas comunes en el medio como son Windows 2008 Standard Server, Linux, Microsoft SQL 2008, Oracle e inclusive MYSQL. En conjunto con lo mencionado hay que considerar además los requerimientos mínimos exigidos por el proveedor del WMS.

Servidores

Es altamente recomendable que el servidor en donde se instale el aplicativo WMS sea destinado únicamente para ese fin, el servidor puede ser un servidor virtual siempre y cuando se le asigne el procesador, memoria y disco adecuado en la configuración.

| Sistema Operativo | Procesador | Memoria Ram | Disco Duro |
|----------------------------|-----------------------------|-------------|------------|
| Windows 2008/2012 Estándar | 2Ghz , Quad Core o superior | 8 GB | 80 Gb |
| Linux | 2Ghz , Dual Core o superior | 4 GB | 50 GB |

Tabla 9 Sistema operativo en el que se ejecutará el wms

La combinación y configuración del Procesador y memoria Ram juegan un papel importante en el desempeño que tendrá el servidor, la tabla 10 es solo una guía y por lo tanto el procesador y memoria Ram deben estar de acorde a la carga de trabajo y exigencias que demande el WMS.

Adicionalmente se recomienda tener un servidor de pruebas/desarrollo independiente del servidor de producción del WMS. El objetivo de este servidor es realizar pruebas de nuevas funcionalidades, pruebas de comportamiento del WMS bajo ciertas condiciones, capacitación, depuraciones, etc y hacer modificaciones en caso de que la empresa cuente con los fuentes del WMS.

Equipos de Red

En la actualidad una red de área local debe estar soportada con los organismos y normas como la TIA/EIA 568, ISO/IEC 11801, TIA 569, ANSI 568, EIA569-606, EIA/TIA TSB 67, EIA/TIA, TSB 72-75-95, EIA/TIA 570, ISO/IEC 147631-2-3 (American National Standards Institute, 2002) , normas que se refieren al cableado estructurado: El cableado estructurado es el sistema de cableado de telecomunicaciones que se extiende del área de trabajo al cuarto de telecomunicaciones o viceversa, utiliza paneles, conectores, rutas y espacios basados en estándares para proporcionar una infraestructura integrada de transporte para la transmisión de voz y datos. Proporciona una infraestructura con un rendimiento superior y flexible, permitiendo una administración fácil y segura. El cableado estructurado posee diversas categorías:

- Categoría 1: Usada para comunicaciones telefónicas
- Categoría 2: Usada para transmitir datos de hasta 4 Mbps
- Categoría 3: Usada para transmitir datos de hasta 10 Mbps
- Categoría 4: Usada para transmitir datos de hasta 16 Mbps
- Categoría 5: Usada para transmitir datos de hasta 100 Mbps
- Categoría 6: Usada para transmitir datos de hasta 1Gbps
- Categoría 6A (7 en norma ISO/IEC) : Usada para transmitir a más de 1 Gbps

Las categorías del 1 al 4 son consideradas obsoletas, la categoría común en Ecuador en los actuales momentos es la categoría 6 con un alto porcentaje de migración hacia la categoría 6A, sin embargo en nuestro medio de PYMES aún se puede encontrar cableado con categoría 5.

Si la empresa ya dispone de un cableado estructurado con categoría 5, en la medida de lo que es posible se debe de realizar el cableado por lo menos de categoría 6 para los nuevos servidores y equipos de acceso inalámbricos o Access Point requeridos para el WMS.

El cableado estructurado en conjunto con la adquisición de buenos equipos de red como por ejemplo Switchs con soporte VLAN (Red de área local virtual: segmentación de la red física en redes lógicas para reducir el tamaño del dominio de colisión de una red y mejorar su rendimiento) se asegura una buena transmisión de datos en la red sin entorpecer ni causar algún efecto negativo a las aplicaciones que actualmente se están ejecutando en la empresa. Esta combinación de cableado y equipos de red (inclúyase también tarjetas de red de los computadores y equipos inalámbricos que utilice el aplicativo WMS) deben de proporcionar una latencia pequeña, entiéndase por latencia al tiempo que le toma a un paquete de datos viajar de un punto en la red a otro punto, la latencia es producto de todos los procesos que intervienen en las comunicaciones como: procesamiento, transmisión, propagación, encolamiento, protocolos de comunicación y pérdidas de paquetes.

Se recomienda que la red tenga una latencia de por lo menos:

| Tipo de Enlace | Latencia |
|---------------------------|-----------------|
| Enlace LAN | 5 ms |
| Enlace con puntos remotos | 30 ms |

Tabla 10 Latencia recomendada

Bases de datos y sistemas de almacenamiento

De igual importancia que el procesador y la memoria es la capacidad y tipo de almacenamiento que se use en las bases de datos. El tamaño de los bloques de lecturas (consultas) y escrituras (grabaciones) y la frecuencia con la que se realizan, tienen un impacto en el rendimiento de la base de datos y por lo tanto el tiempo de respuesta de la aplicación se ve afectado. Los diferentes tipos de aplicaciones de bases de datos incluidos los WMS tienen varios métodos para la recuperación de datos y escritura de los mismos, la comprensión de esos métodos de trabajo nos facilita y ayuda poder dimensionar adecuadamente lo requerido para la Base de datos del WMS. A continuación se analiza cómo lo hace un WMS.

Un WMS realiza su procesamiento basado en transacciones en línea conocido como OLTP (OnLine Transaction Processing), esta forma de procesamiento hace que las cargas de trabajo tiendan a procesar un pequeño número de registros al mismo tiempo, esas transacciones son pequeñas en tamaño y por lo general son de 8K y 64K. Un WMS también puede usar grandes transacciones para lectura, típicamente para las consultas y análisis de información. Además de las lecturas y escrituras emitidas en las bases de datos por temas transaccionales de la aplicación también existe el log el mismo que genera de igual manera instrucciones de lectura/ escritura. Estas lecturas/ escrituras del log (en su mayoría escritura) son muy secuenciales y se requiere que tengan una baja latencia para altas cargas de trabajo de la aplicación.

Por lo explicado, un parámetro clave para la medición del rendimiento de las bases de datos es el número de lecturas/escrituras por segundo que se pueden lograr con un buen tiempo de respuesta es decir, una baja latencia, esto se logra con un sistema de almacenamiento con varios discos duros usando lo que se conoce como RAID (Redundant Array of Independent Disks) o Conjunto redundante de discos independientes. Un

RAID sirve para distribuir o replicar datos en varios discos duros físicos logrando mejorar la seguridad, velocidad, capacidad y rendimiento. Existen varios niveles de RAID como RAID0, RAID1, RAID5, niveles anidados como el RAID0+1, RAID1+0, etc cada una de estos niveles ofrece una combinación específica de rendimiento, tolerancia a fallos (redundancia) y costo para el almacenamiento y acceso de la información. La configuración RAID1+0 es ampliamente usada en sistemas OLTP que requieran agilidad en la escritura, lectura y que necesiten que la información se encuentre siempre en línea y disponible y es ahí donde se aprovecha la redundancia que ofrece el RAID1+0. EL RAID1+0 es básicamente una combinación del RAID0 y el RAID1, a continuación se describe y explica el RAID0, RAID1 y RAID1+0 según la SNIA (Storage Networking Industry Association) o Asociación de la industria de redes de almacenamiento:

RAID 0: Consiste en un conjunto o arreglo de una serie de unidades de discos conectados en paralelo, los datos se graban distribuidos y no replicados en las demás unidades lo que permite una transferencia simultánea de datos a todos ellos, obteniéndose una gran velocidad en las operaciones de lectura y escritura. Proporciona un mejor rendimiento y almacenamiento pero sin tolerancia a fallos por no poseer redundancia. La velocidad de transferencia de datos es proporcional al número de discos, es decir hay un mejor rendimiento si hay más discos configurados en el conjunto.

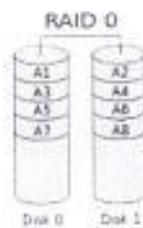


Figura 11 RAID 0

RAID 1: Los datos se graban de forma idéntica en dos unidades, lo que produce un "conjunto de espejo", la solicitud de lectura es atendida por uno de los dos discos que contienen los datos solicitados, lo que implica un menor tiempo de búsqueda. Ofrece una excelente disponibilidad de los datos mediante la redundancia total de los mismos, para ello se duplican todos los datos de una unidad en otra. De esta manera se asegura la integridad de los datos y la tolerancia al fallo, pues en caso de avería, la controladora sigue trabajando con los discos no dañados sin detener el sistema. RAID 1 es una alternativa costosa para los grandes sistemas, ya que las unidades se deben añadir en pares para aumentar la capacidad de almacenamiento. Sin embargo, RAID 1 es una buena solución para las aplicaciones que requieren redundancia cuando hay sólo dos unidades disponibles. Los servidores de archivos pequeños son un buen ejemplo. Se necesita un mínimo de dos unidades para implementar una solución RAID 1

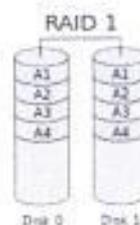


Figura 12 RAID 1

RAID 1+0: Se espejan varios RAID 1 y un disco de segmentación RAID 0 sobre estos. Una configuración RAID 1+0 tiene los mejores conceptos de RAID 0 y RAID 1 y los combina para ofrecer un mejor rendimiento. Cada bloque es una copia exacta del otro, de ahí RAID 1, y dentro de cada bloque la escritura de datos se realiza en modo de bloques alternos, el sistema RAID 0. RAID 1+0 es una excelente solución para cualquier uso que requiera gran rendimiento y tolerancia a fallos, pero no una gran capacidad

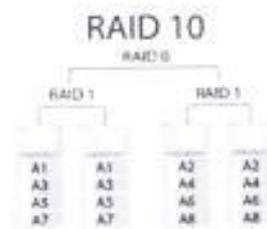


Figura 13 RAID 10

A pesar de que algunos proveedores ya tienen sus recomendaciones de cuántos discos duros y configuración de estos se necesitan para el WMS que representan, se recomienda hacer una simulación de los movimientos del WMS para determinar las tasas de lectura/ escritura a lo largo de algunas horas o días dependiendo del negocio y en conjunto con las herramientas de monitoreo precisar y dimensionar los discos duros a usar. Para poder determinar el número de discos y configuraciones de los mismos se necesita saber la tasa mencionada de lecturas/ escrituras por segundo, para ello existen varias herramientas como el monitor de MS SQL Server el mismo que tiene una serie de contadores para el análisis mencionado.

La capacidad de los discos duros dependerá del estimado en crecimiento de las tablas del WMS por lo menos a 3 años y con una holgura del 25%, más allá del espacio de almacenamiento lo más importante es el número

de discos duros ya que este número está directamente relacionado con el desempeño.

Equipos móviles o handhelds

Las tareas logísticas del inventario de la empresa se las realiza dentro de las bodegas y la herramienta de trabajo principal para estas tareas son los equipos móviles o handheld.

En el mercado hay varias marcas de estos equipos cada una con sus ventajas/desventajas, costosas y otras más económicas, lo que hay que tener muy en cuenta es que los equipos sean ergonómicos, durables, resistentes y ofrezcan agilidad cuando se los utilice, estas 4 características físicas hacen que el equipo sea aceptado con agrado por el operador de bodega. A continuación un detalle de las 4 especificaciones físicas ideales de un equipo handheld para el WMS:

| | Características deseadas |
|--------------------|---|
| Ergonomía | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Diseño ergonómico para que al ser utilizado no cause rigidez en las manos del operador. ✓ Peso ligero, se considera que un peso de alrededor de 400 g incluida la batería es aceptable. ✓ Pantalla de un tamaño adecuado, se recomienda 3.5" (de diagonal) y que tenga luz de fondo la que permite ver con claridad en cualquier ambiente sin importar las condiciones de luminosidad existente. ✓ Pantalla con una buena nitidez. |
| Durabilidad | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Un buen equipo handheld tiene que tener sus componentes como teclado, pantalla y estuches durables, además debe permitir el cambio individual de estas partes. Existen equipos que son |

| | |
|--------------------|---|
| | <p>"todo en uno", si una parte se daña, prácticamente se daña todo el equipo, esto hay que evitar para proteger la inversión.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Baterías de larga duración para evitar cambiarlas o recargarlas varias veces durante el día, se deben de tener baterías de backup y 100 % cargadas para eso se requieren las bases de cargas. |
| Resistencia | <p>En vista de que los handheld se usan en un ambiente externo como es la bodega y son usados por personal que puede manipular los equipos con cierto "maltrato" debido a la naturaleza del trabajo, es importante que estos equipos deban ser diseñados para soportar:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Presiones fuertes en la pantalla y teclado ✓ Trabajar en temperaturas bajas y altas (equipos de calidad soportan -30°C a 60°C) ✓ Trabajar en ambientes húmedos ✓ Resistentes al sudor/grasa/suciedad de las manos ✓ Soportar caídas superiores a 1.2 metros de altura sobre concreto. |
| Agilidad | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Pantalla táctil para facilitar la operatividad en el ingreso de datos y selección de opciones del aplicativo WMS. ✓ Pantalla a color para identificar de manera rápida ciertas alarmas visuales de colores generadas por el WMS. ✓ Teclado QWERTY físico, es decir que tenga todas las teclas físicas del abecedario y números (más signos), para el operador de bodega es más fácil digitar pulsando las teclas directamente sin tener |

| | |
|--|--|
| | <p>que previamente usar una tecla como la ALT. También puede ser un teclado touch o táctil aunque en estos se necesita más maniobrabilidad para digitar.</p> <p>✓ Reconocimiento de voz para WMS que pueden recibir órdenes vía voz.</p> |
|--|--|

Tabla 11 Características físicas ideales de un handheld

También hay que considerar características técnicas tales como:

| | Característica requerida |
|--------------------------|--|
| Sistema Operativo | <p>✓ Sistema operativo compatible con el WMS, los más populares son el Windows CE y el Windows Mobile, estos dos sistemas se destacan por su alto desempeño y buen uso de recursos del Handheld. Hay que considerar también que el sistema operativo permita una conexión remota por ejemplo a un servidor Citrix o un Servidor Terminal Services en caso de que el WMS corra en un ambiente de escritorio de Windows (es ahí donde se utiliza este tipo de conexiones remotas), tanto Windows CE y Windows Mobile son compatibles con Citrix y Terminal Services.</p> |
| Conectividad | <p>✓ La conectividad vía Wireless es el medio por el cual se debe comunicar un Handheld y el aplicativo WMS, para tal objetivo el equipo debe tener una buena conexión inalámbrica con los Access Point o puntos de acceso que permitirán la conexión con la LAN o red alámbrica en donde se encuentren los servidores del WMS. Estos Access Point deben estar configurados con toda la</p> |

| | |
|---------------------------------|---|
| | <p>seguridad del caso como encriptamiento y clave de acceso e incluso únicamente permitir las conexiones de los handheld de la empresa por medio de sus direcciones físicas o Mac Address de tal manera que se prevengan ataques o accesos maliciosos y no autorizados a la red.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Access point distribuidos estratégicamente en la bodega para proporcionar una cobertura del 100% en las áreas donde sea necesario el acceso mediante los handhelds. ✓ Los handheld deberán estar configurados de tal forma que si la señal del access point se ve disminuida, entonces de forma automática se conecte a otro access point que esté emitiendo una mejor señal, con esto se garantiza una buena conectividad. |
| Procesamiento y memoria | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Procesadores superiores a los 500 Mhz se los consideran recomendables para la operación del handheld en conjunto con una memoria Ram de 256 Mb, sin embargo dependerá de las recomendaciones y requisitos del proveedor del WMS. Una buena combinación de procesador y memoria hace que el rendimiento del equipo sea superior. |
| Lectura Códigos de Barra | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Tener incorporado la lectura de códigos de barra para ayudar a agilizar la lectura e ingreso de codificaciones sean estas de productos, ubicaciones y cantidades, evitando errores por mala digitación. ✓ Leer distintos formatos de códigos de barra sean estos lineales, bidimensionales, matrices tales |

| | |
|--------------------------------------|--|
| | como el code 128, 39, 93, codebar, PDF417, QR, etc. |
| Impresora de códigos de Barra | ✓ Necesaria para imprimir códigos de barra para etiquetar productos, cajas, ubicaciones. |

Tabla 12 Características requeridas de un handheld

3.2 Especificaciones de un WMS

Se encuentran en el mercado WMSs que pueden poseer diversas funcionalidades que han sido diseñadas para ser aplicadas a ciertos tipos de negocios, tamaño de la empresa, integración con los ERPs, uso e integración con herramientas como handhelds, periféricos, reconocimiento de voz, etc y dependiendo de dichas especificaciones puede ser que su precio se eleve. Un WMS también puede ser desarrollado internamente por la empresa o mediante un servicio de outsourcing para que sea personalizado y ajustado lo más posible a los requerimientos logísticos del negocio de la empresa. Independientemente si es que se compra o se desarrolla un WMS, hay que considerar ciertas especificaciones que se las considera indispensables y que debe poseer el WMS, estas son:

- ✓ Administrar los movimientos de productos en las bodegas mediante la atención de órdenes de ventas, egresos e ingresos de inventario por facturación, transferencias, devoluciones y varios.
- ✓ Debe poseer el reaprovisionamiento del stock en las áreas de recolección o picking de cada uno de los productos dentro de la bodega para asegurar de que existe el stock suficiente para atender las necesidades de egresos (ventas, transferencias, egresos varios), este reaprovisionamiento se lo puede realizar de forma automática

mediante órdenes que se envían al operador de bodega a medida que el stock alcance la cantidad mínima requerida para alguna ubicación, también se la puede realizar mediante un proceso general de reaprovisionamiento al inicio o al final de la jornada de trabajo.

- ✓ Debe existir una validación de las cantidades y productos que se ordenan ingresar o egresar (en los pedidos de recolección, pedidos de transferencias, pedidos de ingresos/egresos descritos en el capítulo 2) versus las cantidades que físicamente se están manipulando para dichos ingresos o egresos.
- ✓ El WMS deberá indicar al operador en qué ubicaciones y en qué área (área de volumen, cuarentena, espera para entrega, recolección o picking), debe de hacer el registro e ingreso físico de los productos a la bodega.
- ✓ Debe contar con la facilidad de realizar conteos físicos del inventario, conteos que pueden ser por todos los productos, por familia de productos, por una ubicación específica.
- ✓ Si el ERP lo permite, el WMS debe manejar los modos FIFO (First In, First Out: Primero en entrar , primero en salir) y LIFO (Last In, First Out: último en entrar, primero en salir) para poder realizar egresos de los productos en el mismo orden que fueron ingresados o en el orden inverso, dependiendo del tipo de productos que se esté comercializando.
- ✓ Manejar distintas unidades de medida para la conversión respectiva en unidades de almacenamiento, venta y compra de productos.
- ✓ Manejar ubicaciones de los productos

- ✓ Permitir hacer un seguimiento de las órdenes de trabajo de tal manera que se pueda saber en qué estado y en qué fase o etapa se encuentran dichas órdenes de trabajo, saber qué operadores intervinieron y cuánto tiempo se tomaron en la gestión.
- ✓ Administrar al recurso humano de la bodega de manera óptima asegurando que las tareas sean asignadas adecuadamente al personal de acuerdo a la disponibilidad de estos. Algunos WMSs pueden asignar las tareas al personal de forma equitativa, rotacional o aleatoria.

Para empresas con modelos de negocio y movimientos complejos en sus bodegas o centro de distribución se puede requerir el uso de tecnología y herramientas adicionales como:

- ✓ Nanotecnología, RFID (Radio Frequency IDentification) o identificación por radiofrecuencia para la automatización de procesos de recepción de productos, búsqueda y selección, consiguiendo una reducción de tiempo y posibles errores. Ayuda además en la trazabilidad de los productos. Aún es una tecnología costosa en nuestro medio.
- ✓ Optimizaciones de rutas a seguir de los operadores dentro de bodega.
- ✓ Rendimiento y productividad del personal que trabaja en la bodega determinado mediante la información de fecha, hora inicio y hora fin de los procesos en los que interviene el personal.

Capítulo 4: Implementación de un WMS

4.1 Impacto producido en el ERP al implementar un WMS

Implementar un WMS implica tener otro sistema que funciona en el entorno operativo de la empresa en conjunto con otras aplicaciones existentes y entre ellas la más importante es el ERP.

Debe de existir una comunicación lo más natural y sencilla posible entre el ERP y WMS debido a que estos dos sistemas intercambian información mutuamente, en el primero de ellos se manejan y administran los recursos de la empresa como presupuestos económicos, disponibilidad de productos, costos, órdenes de compra y pagos a proveedores y en el WMS se utiliza toda esa información, se la procesa, se gestiona, se genera nueva información y se graba en la base de datos del propio WMS como también en la base del ERP.

Esta comunicación entre el ERP y el WMS se la puede realizar mediante el uso de herramientas de bases de datos como son la replicación y disparadores (triggers) siempre y cuando las bases de datos de ambos sistemas lo permitan, es la forma más recomendada de integración, porque la comunicación la realizan los mismos motores de bases de datos y la información está actualizada considerándosela "en línea".

Otra forma de comunicación es mediante el uso de Interfaces, es decir cada uno de los sistemas genera información en uno o varios formatos y los graba en archivos o inclusive tablas, para que el otro sistema lea y procese la información, estos formatos dependerán de lo que se quiera transmitir al otro sistema. En lo

posible, se tienen que generar el menor número de formatos y únicamente con los campos necesarios para no congestionar el tráfico de la red ni a las bases de datos, a continuación se muestra un ejemplo de un solo formato que le envía el ERP al WMS indicando en el campo "Acción" qué debe realizarse: Inicio de una orden de recolección por motivo de ventas, un egreso o un ingreso:

| Campo | Descripción |
|-----------------------|---|
| Número de Transacción | Número del pedido de venta, egreso o ingreso |
| Código de Cliente | Código del cliente al que se le está haciendo el pedido/En Blanco si es egreso o ingreso |
| Acción | Acción a realizar en el WMS: "P" para realizar un pedido de recolección "E" egreso de inventario "I" ingreso de inventario |
| Código de producto | Código de producto del que se va a realizar la acción |
| Cantidad | Cantidad del producto |
| Código de Bodega | Bodega en donde se realiza la acción |

Tabla 13 Ejemplo de formato de comunicación entre ERP y WMS

Una desventaja del uso de interfaces es que existirá un tiempo entre que un sistema genere la información y que el otro sistema lo lea y viceversa, es decir la información no es considerada en línea. Por lo general se necesitan realizar ambos procesos: el que envía la información y el que la recibe, ambos procesos se los deja configurados en tareas del sistema operativo o de la base de datos para que sean ejecutados automáticamente cada cierto tiempo. Cabe recalcar que ese tiempo dependerá del tipo de modelo de negocio y de las actividades de la bodega, para unos

casos este tiempo puede ser de segundos y en otros casos minutos, el tiempo tiene que ser evaluado y verificado de tal manera que no retrase a la gestión logística ni a la gestión del ERP.

Independientemente de la forma de comunicación que se implemente entre el ERP y el WMS, el rendimiento del ERP se va a ver afectado porque se están incrementando las tareas de lectura/escritura y se agregan cargas de procesos al servidor, esta afectación al rendimiento en algunos casos va a ser imperceptible y en otros casos no. Se necesita entonces evaluar el antes y el después de la implementación del WMS y para eso los sistemas operativos y algunas bases de datos cuentan con herramientas necesarias para ese fin; se pueden usar herramientas externas para estas evaluaciones como Application Performance Management de Hewlett Packard, para precisar si se requiere nuevo Hardware o ampliar y cambiar configuraciones existentes.

4.2 Determinar la compra o desarrollo de un sistema WMS

Un sistema WMS puede conseguirse mediante la compra a un proveedor (inclusive alquilando el software, modalidad conocida como SAASS: Software As A Services) ó desarrollarlo internamente en la empresa (incluye contratación externa ó outsourcing para el desarrollo). A pesar de que existen WMS ya desarrollados y disponibles a la venta en el mercado ecuatoriano, en el momento en que se contempla la necesidad de incorporar un WMS en la empresa surge la siguiente pregunta: ¿se compra o se desarrolla? pregunta que muchas veces se la plantea la alta gerencia pensando que el departamento de tecnología o sistemas

puede cubrir dicha necesidad cuando en muchas ocasiones el personal de aquel departamento está conformado por pocas personas que tienen sus actividades definidas, y el desarrollo de este tipo de sistemas, no está contemplado.

Para una PYME del mercado ecuatoriano dedicada a la comercialización de productos, es probable que el desarrollo de software, de las dimensiones de un sistema WMS, no esté dentro de sus objetivos ni posibilidades porque no es la especialidad de la empresa; por eso, es preferible y recomendable que se opte por la compra del WMS y no por su desarrollo. De todas maneras, esto es una decisión que debe tomar la empresa, decisión que deberá tener un respaldo basado en argumentos técnicos y financieros debidamente comprobables. A continuación se mencionan unos puntos importantes que sirven para ayudar a tomar esta decisión:

- Existen proveedores de élite que se dedican al desarrollo de software y comercialización de WMS que han sido contruidos y diseñados con funcionalidades genéricas basadas en las mejores prácticas, para empresas que tienen actividades comerciales y logísticas de bodegas, estos proveedores tienen personal especializado en sistemas, consultores capacitados en el área logística y cuentan con la inversión de nueva tecnología para mantener actualizado el software que representan, haciendo que dicho software cuente con el soporte y respaldo de un proveedor especializado en el tema, cosa que no necesariamente puede suceder con un desarrollo interno en la empresa, sobre este tema se derivan las siguientes preguntas:

- ¿El personal que conforma el departamento de tecnología o sistemas tiene las destrezas necesarias para afrontar este tipo de proyectos? Estas destrezas tienen que ver con el análisis, diseño, programación, pruebas y documentación de sistemas, conocimientos de bases de datos, seguridades, lenguajes de programación. ¿Se requiere entrenamiento adicional para el personal?
 - ¿Existe una estructura organizacional para el desarrollo de software o hay que armar una nueva ? esto implica revisar áreas físicas, cargos, responsabilidades e inclusive revisiones salariales, adquisición de nuevo hardware y licenciamiento de software de desarrollo y todo lo que este tipo de proyectos implica como control de versiones, bases de datos, etc.
 - Si se crea un área de desarrollo, ¿es necesario contratar nuevo personal o bastaría con el personal existente sin que esto afecte al departamento?
 - ¿La empresa invierte en investigación sobre nuevas tecnologías de tal forma de mantener el software desarrollado actualizado y mejorado acorde a los últimos avances tecnológicos?
 - Conviene más desarrollarlo internamente o mediante un outsourcing o externalización, es decir contratar externamente a una compañía para que realice el desarrollo.
- Si existen procesos logísticos que son muy particulares de la empresa y que no puedan configurarse o parametrizarse en un WMS ya existente, entonces debe de considerarse algún WMS que permita realizar estas personalizaciones en alguna capa de su aplicación sin que afecte a el núcleo del sistema y de esta manera se pueda seguir recibiendo mejoras y actualizaciones por parte del proveedor sin interferir con las personalizaciones hechas para la empresa.

- Asumiendo que la empresa tiene un departamento de programación y personal de desarrollo de software capacitado y apto para emprender un proyecto de elaboración de un WMS, importante es conocer la fecha en la que se desea que esté funcionando el WMS, los días que falten para llegar a esa fecha, influyen en decidir si se compra o se desarrolla; si la necesidad es tenerlo operativo a corto plazo, entonces la mejor alternativa es comprarlo, porque hay que considerar que el desarrollo tomará su tiempo en construir la solución, probarla y luego madurarla. Hay que considerar adicionalmente que para la compra existe una inversión de tiempo para las actividades de búsqueda de proveedores, evaluación de sistemas, llegar acuerdos comerciales, etc., e implementación en si del WMS.
- Hay que considerar el tiempo y por lo tanto el costo, con que incurriría la empresa, si se decide a desarrollar internamente el WMS, a largo plazo puede ser que sea conveniente comprar e inclusive personalizar un WMS y no desarrollarlo.

Por lo explicado podemos concluir, que la compra y desarrollo de un WMS son proyectos totalmente distintos, con tareas o actividades comunes, pero los proyectos como tal tienen costos, formas de administración, seguimiento, control y objetivos muy particulares y que es distinto el uno del otro.

4.3 Compra de un Sistema WMS

En el mercado ecuatoriano existen proveedores tanto de origen nacional como extranjeros que ofrecen sus soluciones WMS, para el proceso de compra se necesita buscar a estos proveedores y

contactarlos para tener un primer acercamiento con la PYME y puedan ofertar su producto. Para esto, la PYME debe de tener preparado y conocer muy claramente los siguientes puntos:

- Requerimientos que demanda la PYME en el área logística: Se recomienda elaborar un listado con cada uno de los requerimientos y ponerles una prioridad a los mismos, para poder medir y evaluar el grado de cumplimiento del WMS que se está ofertando respecto a los requerimientos de la empresa. Esta prioridad por ejemplo puede ser: Indispensable, Importante, Deseable.
- Presupuesto asignado y aprobado por parte del departamento o persona responsable para la compra del WMS, de tal forma que se pueda ir descartando momentáneamente soluciones que sobrepasen dicho presupuesto. Puede darse el caso que se apruebe el aumento del presupuesto después de evaluar algunos WMS si es que estos no satisfacen las necesidades de la empresa.
- Fecha en la que se desea tener la solución implementada para poder determinar la factibilidad de dicha implementación con el proveedor, ya que este puede tener compromisos ya establecidos con otros clientes. Muchas veces se desea una fecha a corto plazo que no es realista y en el momento en que el proveedor hace un primer acercamiento y levantamiento de información; de manera muy general, se puede determinar en ese instante si es o no posible la implementación en el tiempo que la empresa lo desea. Para los proyectos tipo WMS donde intervienen áreas críticas del negocio como es la logística de la bodega, no es aconsejable aventurarse y tomar a la ligera los tiempos, tareas y compromisos que conforman el cronograma, para eso se sugiere a

alguien de la PYME con la experiencia necesaria en este tipo de implementaciones, para que administre el proyecto.

- Si el WMS que se está ofertando es reconocido y líder en el mercado mundial y si el ERP es también de la misma categoría, es muy probable que ya exista la integración entre ambos, esto es una gran ventaja porque ya existe la experiencia sobre la coexistencia entre ambos sistemas.

Estos puntos van a servir para poder preparar las primeras reuniones con los proveedores y contestar a las inquietudes y preguntas que típicamente estos plantean en el primer acercamiento con su cliente. La PYME puede esperar que luego de esa reunión inicial, el proveedor esté preparado para la entrega de una propuesta económica, sin embargo, muchos proveedores optan por ofertar, luego de realizar un levantamiento de información un poco más profundo para poder determinar tiempos y costos más ajustados a la realidad, otros en cambio facilitan su oferta económica con cierta instalación "estándar" asumiendo muchas configuraciones y procesos.

Dependerá de la forma de negociación que se establezca y cómo se la quiera manejar con el proveedor para determinar si es o no conveniente hacerle conocer el presupuesto con el que cuenta la empresa para la inversión del WMS.

La búsqueda de los proveedores

La búsqueda de los proveedores puede parecer una tarea fácil al inicio, pero cuando llega el momento de realizar dicha búsqueda

pueden surgir las preguntas: ¿a quién llamo y en dónde busco?, pues bien, se deben buscar proveedores reconocidos en el medio, con experiencia comprobada basado en el nivel de satisfacción de sus clientes, y demostrar esa experticia en la implementación, se recomienda buscar en bases de datos confiables como empresas que pertenezcan a la AESOFT (Asociación de Software del Ecuador) (La Asociación Ecuatoriana de Software), empresas nombradas en artículos o boletines publicados por revistas tecnológicas, en sitios web que sean reconocidos por su seriedad o simplemente, pedir referencias en empresas similares y que ya hayan pasado o estén cursando por la experiencia de la implementación de un WMS. Si la PYME decide seleccionar un WMS de una empresa líder en el mercado mundial, debe realizar su proceso de búsqueda en sitios de análisis y publicaciones de "tops" de productos realizados por empresas de investigación de tecnología y consultoría como es Garter, Inc (www.gartner.com) (Gartner, 2009)

para después buscar, si existe, una empresa que lo represente en el Ecuador.

Con la tecnología actual cada vez es más común el uso de videoconferencias y soporte remoto, por lo que la ubicación geográfica del proveedor no debería ser un impedimento, sin embargo esto no se puede aplicar siempre y en todo momento en la implementación de un sistema WMS puesto que este tipo de solución afecta a un área tan sensible de la empresa como es la logística. Hay casos donde se puede llegar a una negociación, en la cual se indique el compromiso presencial del proveedor en las instalaciones del cliente en las fases críticas del proyecto, como son el levantamiento analítico de la información y la puesta en marcha, en la producción del WMS.

Otros puntos que hay que tener en cuenta en la búsqueda y selección del proveedor y WMS es el tipo de soporte técnico que ofrece y cuál es el compromiso en horas en responder dicho soporte, si el soporte es remoto o presencial, cuál es el costo de los soportes?, cuántas horas de capacitación tiene derecho la PYME a recibir? cómo es dicha capacitación?, qué tipo de actualizaciones de mejoras y/o corrección de errores (conocidos como services pack) tiene derecho la PYME a recibir y por cuánto tiempo?.

Revisar si existe un "contrato de mantenimiento anual" que es un contrato adicional al de la negociación del WMS, el cual se establece entre el cliente y el proveedor. El objetivo principal de este contrato, es tener el soporte del proveedor en cuanto a consultas, actualización de nuevas versiones, accesos a artículos técnicos, acceso a bases de conocimientos del software, documentación actualizada, reporte de incidentes y corrección de errores. A pesar de que no es obligación el contrato de mantenimiento anual, es altamente recomendable por todo lo que cubre, su valor por lo general fluctúa, entre un 10% y 15% del contrato de implementación del software.

Análisis de propuestas

El tomar una decisión de software como es el WMS, es considerado una decisión de alto impacto, ya que se ve afectada un área delicada de la empresa como es la logística. Independientemente del modelo de toma de decisiones que se use, hay que tener en cuenta algunos puntos que no tienen que

ver con la parte técnica pero que inciden en esta decisión como son:

- ¿A futuro, como se verá afectada la decisión de elegir determinado WMS, este está preparado para ir de la mano con la misión y visión de la empresa?
- La persona o el equipo que va a tomar la decisión debe tener experiencia, buen juicio, creatividad, poseer conocimiento y hacer uso de técnicas para la toma de decisiones, capacidad de análisis.
- No focalizarse en una sola solución o proveedor, se debe conseguir al menos 4 opciones con sus propuestas o cotizaciones proporcionadas por los proveedores.
- No sobrestimar ni subestimar la información proveniente de las cotizaciones, referencias de clientes, comentarios en general.
- Se debe permitir que participen en la toma de decisión a todo el equipo encargado, escuchar sus comentarios y sugerencias.

Considerado estas variables, y una vez que se cuente con las cotizaciones de los proveedores, la PYME deberá tomar la decisión de con qué WMS y proveedor, seleccionarlo como ganador de la oferta.

4.4 Desarrollo de un Sistema WMS

Si después de haber analizado los puntos que se describieron en el capítulo 4.2 la PYME decide optar por el desarrollo del WMS hay que considerar, si es que se lo realiza mediante el desarrollo interno o mediante outsourcing.

Desarrollo Interno

La PYME tendrá que realizar todo el ciclo que implica el desarrollo de un software, existen varios modelos de ciclo de vida como el de la cascada, espiral y el del prototipo; no es objetivo de esta tesis el análisis de dichos modelos. Estos modelos tienen algunas cosas en común, sus diferencias radican en las relaciones que existen entre cada una de las fases que conforman el modelo. Básicamente las fases son las siguientes:

- **Definición de requerimientos u objetivos:** Es el alcance del software que se obtendrá al final del desarrollo. Aquí se deben identificar riesgos y determinar posibles alternativas de solución.
- **Análisis de los requisitos y su viabilidad:** Recopilar requisitos que se necesitan, tomando en cuenta alguna restricción que pueda existir.
- **Diseño general:** Diseñar la solución de software que permita satisfacer los requerimientos y objetivos institucionales.
- **Definición de la base de datos y lenguajes de programación** que se van a utilizar.
- **Diseño detallado:** Diseñar cada subaplicación o módulos que conformarán el sistema.
- **Programación:** Hacer uso de los lenguajes de programación aprobados para crear los códigos fuentes del software.

- Pruebas: Realizar pruebas individuales de cada módulo, determinar si cumple con las especificaciones requeridas.
- Pruebas de integración: Realizar pruebas del funcionamiento de los módulos comunicándose unos con otros.
- Documentación: Desarrollar manuales técnicos y manuales de usuarios.
- Implementación: Implantar la solución
- Mantenimiento de la solución.

Outsourcing

El outsourcing o externalización consiste en la relación por la cual una empresa contrata a un proveedor especializado para la realización de determinadas funciones, las cuales no son especialidad de la empresa, es decir delega esa especialidad a un tercero.

Según un estudio realizado por Govindarajan Ramu (Govindarajan, 2008) hay seis áreas que se debe de considerar cuando se realiza un outsourcing: la gestión de la cadena de suministro, las comunicaciones, el equipo de trabajo, el proyecto, el conocimiento y de la calidad. Relacionando esas áreas en un outsourcing de desarrollo de software se debe de tener en cuenta (Garzás Javier, 2010)

1. Calidad del nivel del servicio recibido: Los acuerdos de nivel de servicio es una parte esencial para el éxito del outsourcing, por lo general están basados en métricas que ayudan a determinar y evaluar de la manera más objetiva y cuantitativa el servicio

recibido por parte de la empresa que está desarrollando el software. Estas métricas deben definirse antes de llegar a algún acuerdo contractual entre la empresa y el proveedor del outsourcing. Se puede incluir un modelo de penalización al proveedor dependiendo si es que los niveles de servicio recibidos están por debajo de cierto valor, para estos casos y en general para la revisión de todo el contrato, siempre es aconsejable que sea revisado por la parte legal de la PYME.

2. El proceso de Outsourcing: Hay que definir cómo se va a trabajar con el proveedor que está proporcionando el outsourcing, los roles de las personas involucradas, las herramientas a usar, flujos y escalabilidades para la comunicación. Existen varios modelos y normas como la ISO 20000 (ISO 20000, 2005), ISO/IEC 12207 (ISO/IEC 12207, 2009), CMMI (CMMI, 2012) los cuales se pueden tomar como base y guía para implementarlas en el proyecto de outsourcing del WMS.
3. Requerimientos que debe cumplir el proveedor: Se debe exigir al proveedor de outsourcing, un mínimo de requerimientos sobre la calidad de sus procesos de software, normalmente estos requerimientos se refieren al cumplimiento de modelos de madurez del software como el CMMI o normas como ISO 15504 (ISO 15504, 2009), el hecho de cumpla con aquellos modelos es una condición necesaria pero no suficiente para que se garantice que el desarrollo del software sea de calidad.
4. Especificaciones del trabajo a desarrollar: Los requisitos y objetivos del proyecto deben estar totalmente claros y descritos en el contrato del outsourcing o adendum, mientras más se detallan estos requisitos, es mucho mejor, ya que de esta manera se facilita la fase de entrega del software con satisfacción del cliente y se evitan discusiones sobre

entregables incumplidos porque se asumía cierta funcionalidad que no estaba detallada.

5. La recepción del producto y su calidad: Hay que definir cómo se va a realizar la recepción del WMS y cómo se va a validar el cumplimiento del desarrollo contratado. Existen dos consideraciones para evaluar en la recepción del software:
 - a) Analizar y evaluar únicamente la parte funcional basada en los requerimientos contemplados y que se espera que el WMS cumpla, para estas evaluaciones por lo general se les da la responsabilidad a los usuarios finales los mismos que no tienen conocimientos de cómo evaluar y por lo tanto únicamente pueden realizar pruebas básicas de ingreso de información y seguimiento de flujos y reportes. Se recomienda que adicional a los usuarios finales, las pruebas también las realice el personal del área de tecnología de la PYME con conocimiento sobre metodologías y estándares de evaluación de software, para que añada pruebas relacionadas a seguridades, compatibilidad, concurrencia de usuarios, rendimiento, portabilidad, escalabilidad, etc.
 - b) Evaluar el diseño de la aplicación, estandarización de la codificación, estructuras y diseño de la base de datos, código reutilizable, etc. Aunque este punto se use poco en nuestro medio, es importante tenerlo en cuenta, porque una aplicación mal diseñada tendrá problemas en el rendimiento, se hará costosa su modificación y se complicará al agregar nuevos requerimientos que la empresa pueda necesitar en un futuro.

4.5 Hardware y herramientas necesarias para la implementación

El hardware requerido para el funcionamiento de un WMS fue explicado en el capítulo 3. Adicional a servidores, equipos de comunicación, handheld y equipos wireless, es importante considerar que también se requiere el uso de las siguientes herramientas de trabajo:

- Montacargas para la movillización vertical y horizontal de la mercadería dentro de las estanterías de la bodega o áreas de embarque y desembarque conocidas como muelles. Los montacargas deben de contar con luz estroboscópica y alarmas sonoras que indican al personal su proximidad.
- Guantes y cascos resistentes a golpes para el personal de la bodega y visitantes.
- Zapatos con punta de acero para el personal que labora en la bodega.
- Carro de recolección de mercadería, de acuerdo al tipo de productos que se comercialice, se deberá escoger entre los que son fabricados con materiales como plásticos, metálicos y plásticos mezclados con partes metálicas.
- Pallet Jack conocidos como mula hidráulica, paleta hidráulica, o transportador de pallets que sirve para el traslado por tierra de pallets.
- Triángulos y conos de seguridad para delimitar el área en la que se esté realizando algún trabajo especial y que se requiera precaución o alertar algún sector como zona de peligro.
- Extintores de incendio debidamente ubicados.

4.6 Pruebas de las comunicaciones

Para los equipos de comunicaciones inalámbricas que se utilizarán con los handhelds, es necesario tener en cuenta algunos puntos

importantes sobre su instalación y sobre las pruebas que se tienen que realizar.

Los equipos conocidos como Access Point (puntos de acceso) deben estar ubicados estratégicamente de tal manera que la señal transmitida por estos posea la potencia necesaria para que los handhelds la reciban y puedan comunicarse sin problemas, en este punto juega un papel importante el tipo de antena o antenas que van conectadas a cada Access Point.

Existen distintos tipos de antena que se pueden usar, cada tipo está diseñado dependiendo del área en la que se desea transmitir la señal inalámbrica. Cuando se tenga que elegir la antena hay que consultar cuál es su ganancia, por ganancia se entiende a la potencia de amplificación de la señal, cuanto mayor es la ganancia mejor es la antena. A continuación se detallan los tipos de antenas y explicación para su uso en bodega:

| Tipo de antena | Explicación/Usó |
|----------------------------------|---|
| Antenas omnidireccionales | Emiten la señal en forma de óvalo. Se las utiliza cuando se quiere emitir la señal en todas las direcciones en donde el área es un espacio abierto libre de obstáculos. Se las usa también en espacios pequeños con obstáculos. Son antenas económicas, fáciles de instalar y duran mucho tiempo. La ganancia de estas antenas está |

| | |
|------------------------------|--|
| | alrededor de los 15 dBi. |
| Antenas Direccionales | Conocidas como Yagui, tienen forma de tubo, emiten la señal de manera direccional. Se las usa para cubrir áreas como pasillos o secciones longitudinales que tienen obstáculos a sus alrededores. La ganancia de estas antenas está entre los 15 y 21 dBi. |
| Antenas de sector | Son antenas parecidas a las omnidireccionales pero emiten la señal con un radio de cobertura entre los 60 y 180°. Son usadas para áreas medianas. La ganancia de estas antenas está en los 22 dBi. |
| Antenas Parabólicas | Son antenas muy potentes, destinadas a cubrir grandes distancias, la ganancia de este tipo de antenas es de 27 dBi. |
| Antenas Dipolo | Son antenas destinadas para lugares pequeños, su potencia es de 2 a 5 dBi. Este tipo de antenas son las que por lo general vienen en los Access Point. |

Tabla 14 Tipos de antena y su uso

La elección del tipo de antenas que se desee usar va a depender del área de la bodega y los obstáculos que se encuentren en esta como la distribución de estanterías, perchas, rejillas, mallas, paredes, movimientos de montacarga. Se puede hacer una combinación de antenas por ejemplo usar las antenas tipo direccionales para cubrir un pasillo y antenas omnidireccionales

para cubrir áreas específicas como muelles de embarque o desembarque.

Para la ubicación de los Access Point hay que tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Ubicar los Access Point y antenas distantes del suelo, ventanas, muros, accesorios metálicos, ya que causan interferencia y como resultado de esto, se da origen a la reflexión de las ondas causando tiempos bajos de respuesta.
- Ubicar los Access Point lejos de microondas y dispositivos electrónicos inalámbricos tales como bases telefónicas y equipos Bluetooth, debido a que esos aparatos pueden trabajar a la misma frecuencia del Access Point originando la degradación o inclusive la inhibición de la señal.
- Los conectores deben quedar con cinta impermeable a pesar de que el equipo quede dentro de bodega.
- Las antenas deben estar fijas y seguras, evitando que se muevan con el viento.
- Existen modelos de Access Point que permite conectar dos antenas y trabajar en forma alternada dependiendo de qué antena esté receptando mejor la señal en ese momento.
- Algunos modelos de Access Point permiten trabajar con lo que se conoce como Power Over Ethernet (PoE), significa que se alimentan eléctricamente del cable de Red que conecta al equipo con la red local, si se desea trabajar con PoE el Switch debe soportar PoE.
- El cable de red que va desde el Switch hasta AccessPoint debe estar debidamente protegido por tubería.
- Los cables que conectan la antena con el Access Point no

deben ser muy largos, máximo deben medir 15 metros.

- Hacer un lazo de goteo en los cables de antena y cable de red, para que en caso de caída de agua, esta fluya hacia abajo por efecto de la gravedad y con la ayuda del lazo, evitando que el agua entre a los conectores.

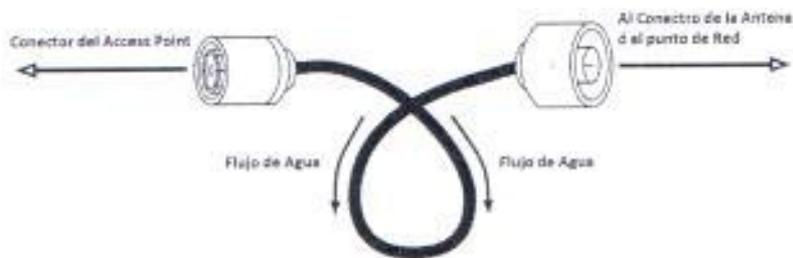


Figura 14 Lazo de Goteo

- Se recomienda que por seguridad, los Access Point queden dentro de cajas de protección con llave, hay inclusive estándares para dichas cajas como el NEMA (NEMA) y el IEC (IEC, 2013), estas cajas deben ir bien fijadas a la pared o alguna estructura inmóvil.
- Si la bodega tiene varios pasillos separados por estanterías ubicar un Access Point al inicio del primer pasillo, otro Access Point al final del segundo pasillo, otro Access Point al inicio del tercer pasillo, etc y para cada Access Point usar una antena del tipo direccional. Con esta configuración cada Access Point cubre un pasillo y sirve como respaldo al pasillo contiguo en caso de que la señal de este último pierda potencia.

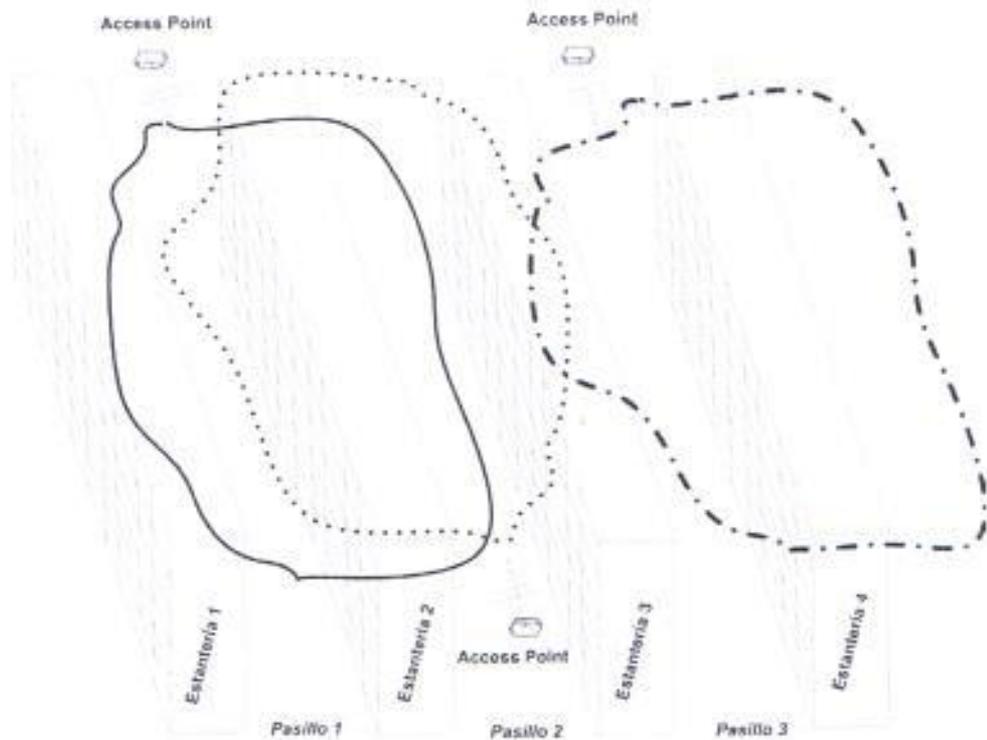


Figura 15 Ubicación alternada de Access Point

- En áreas abiertas como los muelles de embarque o desembarque se puede ubicar el Access Point en el centro del área usando una antena omnidireccional.
- En grandes áreas abiertas, se pueden combinar antenas omnidireccionales para cubrir el área central y antenas de sector en los extremos para cubrir las áreas laterales.
- Documentar y dejar bien identificado la ubicación dentro de la bodega de cada Access Point son su respectiva dirección IP, usuario y clave de acceso.

Una vez que está montada la infraestructura de los Access Point con sus antenas llega el momento de hacer las pruebas para evaluar la conectividad inalámbrica de la bodega, para estas pruebas se requiere:

- ✓ Un computador portátil o laptop, con la configuración inalámbrica de la bodega.
- ✓ Una herramienta de monitoreo como por ejemplo observer y wirelessmon, que nos permiten ver la señal de la red inalámbrica y su nivel de señal, interferencias, velocidad.
- ✓ Handhelds
- ✓ Movimiento dentro de la bodega, sea el de un día promedio, que incluya tráfico de personal a pie, tráfico de montacargas (eléctricos y no eléctricos).
- ✓ Diagrama de la bodega con ubicación de los Access Point
- ✓ Persona que monitorea la señal
- ✓ Montacarga o escalera y personal que suba para reubicar el ángulo de las antenas y/o apagar equipos para las pruebas.

Set y secuencia de pruebas recomendada:

| Prueba | Descripción de la prueba |
|---|---|
| 1. Probar seguridad | Verificar que la red inalámbrica esté configurada con las seguridades respectivas y que no permita conectarse a menos que se ponga la clave de acceso. |
| 2. Probar laptop con todos los Access Point encendidos. | Con todos los Access Point encendidos, conectar la laptop a la red inalámbrica y desde un sitio fijo realizar un ping (comando en Windows y Linux para medir la latencia entre un punto de red a otro) a cada uno de los Access Point. Verificar que todos respondan al ping con un tiempo de respuesta no mayor a 30 ms. Si un Access Point no responde al ping verificar que: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Se encuentre conectado y encendido. |

| | |
|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Verificar que la antena esté debidamente conectada. ✓ Bajar el Access Point, conectarlo directamente a la laptop y verificar que se encuentre configurado en el mismo segmento de red de la red inalámbrica. ✓ Verificar opciones de seguridad. |
| <p>3. Movilizarse con la laptop en todos los Access Point encendidos.</p> | <p>Movilizarse por toda la bodega con la laptop e ir monitoreando los niveles de la señal inalámbrica. Si en alguna área donde se necesite que haya señal la señal es demasiado baja o hay intermitencia entonces revisar al o a los Access Point que deberían cubrir dicha área. Puede suceder que esta área se encuentre fuera del alcance de todos los Access Point porque está ubicada entre muchos obstáculos o está físicamente refundida en la bodega, para este caso es probable que se requiera instalar un nuevo Access Point únicamente para dicha área.</p> |
| <p>4. Probar Señal en pasillos</p> | <p>Desconectar el primer Access Point ubicado en los pasillos y probar si la señal inalámbrica llega del Access Point contiguo. Hacer lo mismo con el resto de equipos que están en cada pasillo. Con esto se está probando la conectividad de respaldo en caso de que algún Access Point se dañe o tenga interferencias al momento de emitir la señal y se verifica si el pasillo cuenta con cobertura de la red inalámbrica. Si el pasillo no cuenta con dicha cobertura, hay que pensar en cambiar las antenas direccionales por otras que tengan un mayor ángulo de transmisión o ubicar</p> |

| | |
|---|--|
| | Access Point a lo largo del pasillo (solución mas costosa) |
| 5.Pruebas con Handhelds | Realizar las pruebas 2,3 y 4 con los equipos handhelds. |
| 6.Pruebas de handhelds con montacargas eléctricos | En caso de que la bodega cuente con montacargas que funcionan con motores eléctricos, probar la conectividad Wireless con estos equipos en movimiento. Puede existir interferencia en la señal cuando el montacarga esté pasando cerca del equipo handheld. |
| 7.Pruebas con el movimiento promedio en bodega | Probar la conectividad con todos los handhelds en horas picos de la bodega donde exista un alto número de movimiento tanto de personal a pie como de montacargas en tierra subiendo y bajando estanterías. El objetivo es determinar si la red inalámbrica tiene la suficiente cobertura y capacidad para soportar la demanda que tendrá que manejar cuando empiece a trabajar el WMS. |

Tabla 15 Pruebas para la conectividad inalámbrica

Elegir bien los Access Point con sus respectivas antenas y siguiendo las recomendaciones mencionadas hacen que se tenga una buena comunicación inalámbrica en la bodega, lo que va a facilitar una buena velocidad de transmisión que se resume en un buen desempeño de los handhelds usados para el WMS.

4.7 Diseño físico de la bodega y su relación con el WMS

Los flujos de trabajo que se analizaron en el capítulo 2 en conjunto con el WMS tienen un alto impacto en el éxito o fracaso

del proceso de la cadena logística, estos flujos y el WMS deben estar complementados con el diseño físico y logístico (conocido como layout) de las bodegas reguladoras (centros de distribución) y bodegas regionales. Estos diseños deben estar basados de acuerdo a la naturaleza y tipo de productos que comercialice la empresa. Para el caso de estudio de esta tesis, que es para una PYME ecuatoriana dedicada a la comercialización de productos, se analiza y proponen tres modelos de diseños que servirán para los tipos de bodegas mencionados.

Si la PYME ya tiene sus bodegas diseñadas y en funcionamiento hay que analizar si esta cumple con el layout recomendado, de no ser así hay que considerar los costos, trabajos extras, paralización de las actividades y demás tareas que se deban incurrir para hacer las adecuaciones físicas respectivas de la bodega, estos costos pueden ser considerablemente altos y hay que saber transmitir su importancia a la alta gerencia para obtener la aprobación respectiva.

El diseño físico de la bodega tiene que ver con varios aspectos:

- Bodegas propias o alquiladas
- Número de pisos de la bodega
- Instalaciones eléctricas, cumplimiento de normas de seguridad, medio ambiente, ventilación, cámaras de vigilancia, alarmas contra inundaciones e incendios.
- Tipos de pisos que soporten movimientos de equipos de transporte como los montacargas, pisos antideslizantes.
- Diseño logístico o layout.

Sin menospreciar a ninguno de los puntos mencionados, el diseño logístico o layout es el que tiene mayor importancia y es el que se analizará a continuación.

El diseño se refiere a la organización y ubicación de los elementos que conforman la bodega tanto interna como externamente, el objetivo de tener un buen diseño de layout es asegurar la manera más eficiente para administrar los productos que se encuentran en la bodega. Hay que considerar las entradas y salidas de la bodega, principios de ordenamiento (principio organizado por ejemplo el ABC , principio caótico), formas de transportación que utiliza la PYME, rotación de los productos, stock de seguridad de los productos, volumen de productos a almacenar, áreas destinadas a los muelles y fases de recepción y despacho de mercadería.

La PYME deberá tomar como una de las primeras decisiones el principio del ordenamiento a utilizar, basado en la organización física de la mercadería, este orden puede ser el organizado o el caótico. El ordenamiento llamado organizado está basado en el hecho de que a cada uno de los productos se le pre-assigna una o varias ubicaciones específicas dentro de la bodega, exista o no exista stock. El principio llamado caótico está basado en que no se les pre-assignan las ubicaciones a los productos, se almacenan de acuerdo a la disponibilidad del espacio de la bodega, o según criterio de la persona que está almacenando, la ventaja principal es que se optimiza el espacio disponible en la bodega, el almacenamiento de la mercadería es más rápido, pero también es de vital importancia registrar en el WMS la ubicación en donde se está ingresando la mercadería.

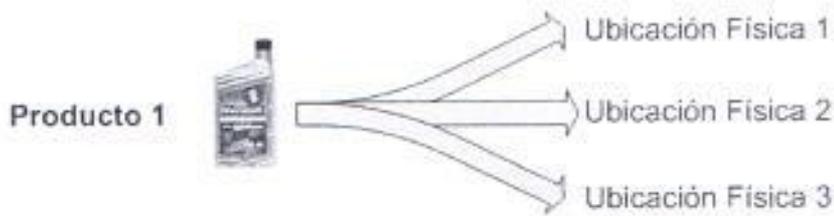


Figura 16 Ordenamiento Organizado

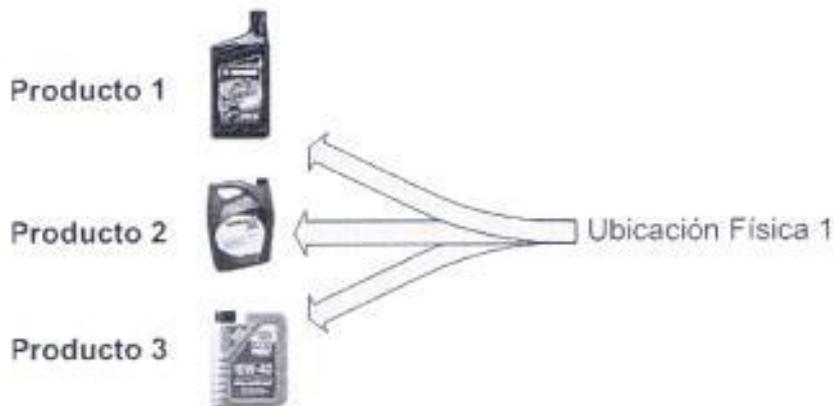


Figura 17 Ordenamiento Caótico

A continuación se definen las áreas que conforman una bodega y se explica cada una de ellas:

Áreas de acceso: Es el área por donde ingresan y salen de la bodega, tanto el personal como los vehículos tales como los contenedores o camiones de carga. El diseño de esta área debe evitar todo tipo de interferencias ocasionadas entre vehículos y las personas, las puertas por donde ingresan las personas deben ser distintas a las puertas por donde ingresan los vehículos. Un diseño en forma de "Y" es el más recomendable, debido que los vehículos que entran, pueden salir rápidamente del camino sin

bloquear el tráfico y los vehículos que salen, pueden incorporarse al tráfico fácilmente.

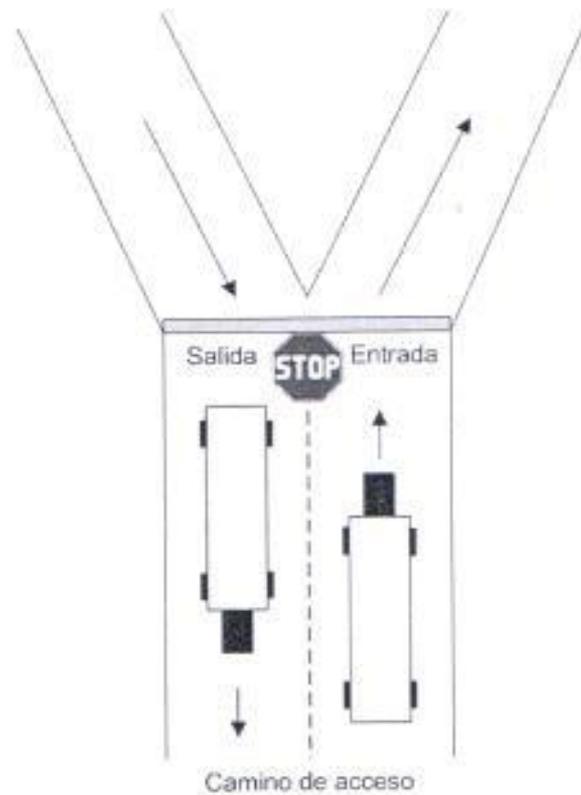


Figura 18 Área de acceso

El camino de acceso preferiblemente deberá ser recto de doble vía con 8 metros de ancho, mínimo hay que dejar 4 metros para cada vía debido a que el ancho de un contenedor es de 2.35 metros. La longitud del camino debe de ser por lo menos de 24 metros que es el equivalente al doble de la longitud máxima de los contenedores que más se utilizan según las especificaciones y normas internacionales ISO 6346 (ISO 6346, 2013).

El área de acceso debe estar diseñada y construida para soportar el peso de los contenedores y la mercadería que llevan dentro, para un contenedor de 6 metros la carga máxima es de 20

toneladas, para un contenedor de 12 metros la carga máxima es de 30 toneladas aproximadamente.

El tráfico de vehículos debe ordenarse en sentido contrario a las manecillas del reloj, esto se hace con el fin de facilitar la maniobrabilidad del conductor al momento de dar retroceso, ya que este se sienta en el lado izquierdo, de la cabina del contenedor.

Muelles: Área de la bodega donde se cargan y descargan los camiones o contenedores con mercadería. Hay algunas opciones para la construcción de los muelles, estos pueden ser exteriores, al ras con el piso o lo que se usa regularmente en nuestro medio es un pozo inclinado con una pendiente lo suficientemente pronunciada para que el contenedor descienda y quede al mismo nivel del piso de la bodega. Considerando las medidas de los contenedores este tipo de muelles debe tener una profundidad de 1.3 metros y una longitud de 24 metros, además debe considerarse el control de inundación con sistemas de drenaje para el agua.

La construcción de los muelles puede ser en los laterales opuestos de la bodega, este esquema es conocido como ubicación "U" en donde en un lateral se lo usa para el ingreso y el otro lateral para el egreso de mercadería. En un mismo lado de la bodega ingresa y sale la mercadería.

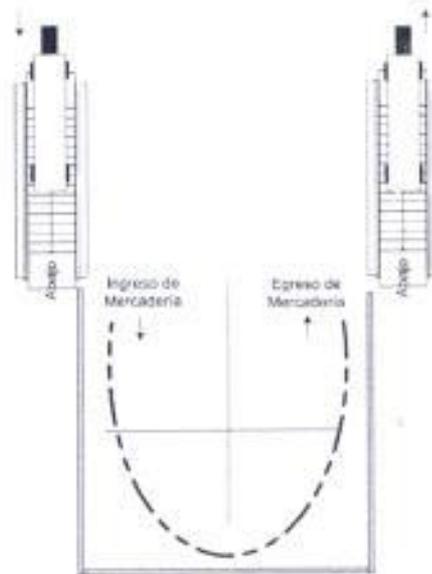


Figura 19 Muelle "U"

Otro esquema usado es el conocido como "T", aquí los muelles se construyen en los laterales opuestos de la bodega, los muelles de entrada y el de salida están cercanos a las esquinas de la bodega y por un lateral ingresa la mercadería y por el otro opuesto sale la mercadería.

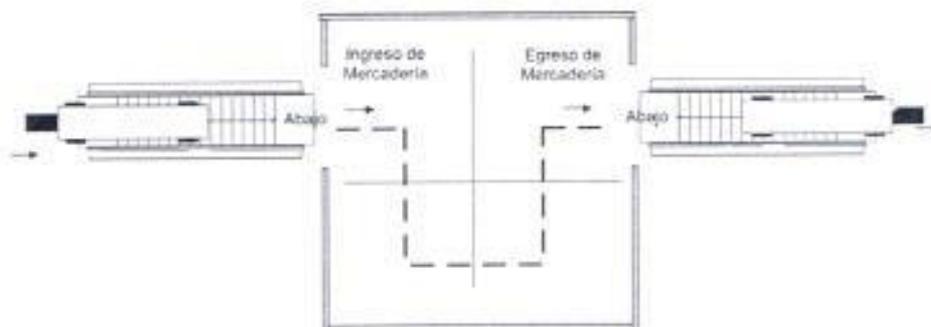


Figura 20 Muelle "T"

Por último tenemos el esquema en "Línea Recta", aquí los muelles son construidos en la parte frontal y posterior de la bodega.

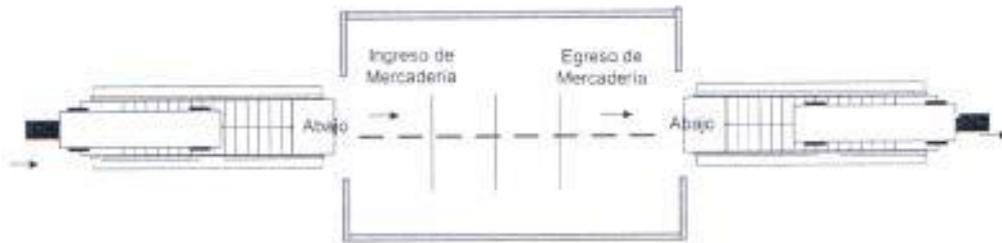


Figura 21 Muelle "En línea recta"

El tipo de muelle va a depender del flujo que se le quiera dar a la mercadería de acuerdo a las ubicaciones de las estanterías y áreas de recepción, empaqueo y despacho.

Surge una pregunta: ¿cuántos muelles construir? La respuesta va a depender del tamaño de la bodega, volumen de mercadería que se maneja en la bodega y el tiempo en que se tarda en despacharla o ingresarla. El número de muelles entrantes depende del flujo de mercadería que ingresa a la bodega, por lo general el mayor volumen de este flujo es producto de los contenedores que lleguen por alguna importación. El número de muelles de salida debe ser igual al número máximo de contenedores o camiones que se despachan al mismo tiempo, para esto hay que considerar los horarios de despachos para la transportación de volumen (distribución de mercadería a las otras bodegas) y horarios de despacho establecidos para la promesa de servicio que tiene la empresa hacia sus clientes.

Hay que considerar además el crecimiento proyectado del flujo de la bodega y dejar listo los espacios si así lo amerita para la

construcción de futuros muelles que satisfagan la demanda del flujo entrante y saliente.

Área de Recepción: Debe estar contigua a los muelles de entrada, en esta área, es donde se descarga la mercadería desde los contenedores o camiones hacia la bodega, es un área de almacenamiento temporal dentro de la bodega. El siguiente destino de los productos, que se encuentran en esta área es el área de volumen o almacenamiento y área de recolección o picking.

Área de volumen o almacenamiento: Área que está destinada para el almacenamiento de volumen de productos, desde aquí se irá abasteciendo a las áreas de recolección o picking y es por eso que se recomienda que estas áreas estén contiguas. Para bodegas de tamaño muy grande y de altos movimientos de inventarios, el área de volumen puede estar distante del área de picking si es que se quiere dar prioridad en tamaño a esta última, recordando que se debe manejar un stock mínimo en las ubicaciones para cada uno de los productos.

Área de recolección o picking: Áreas dentro de la bodega donde estarán los productos que serán seleccionados para atender los despachos por venta, transferencias, ingresos y egresos varios. En esta área juega un papel muy importante la ubicación física de los productos de acuerdo al principio de ordenamiento elegido por la PYME: el organizado o el caótico. Las metas que se desean conseguir con el ordenamiento es el aprovechar el espacio disponible de una manera eficiente,

acceder y controlar fácilmente la mercadería almacenada, lograr maximizar el índice de rotación de la mercadería y ubicar a los productos de una manera ágil y flexible. A continuación se mencionan algunas recomendaciones a tomar en cuenta al momento de la planificación de ubicaciones de los productos:

- ✓ Se debe de definir una codificación para las ubicaciones que se van a utilizar en la bodega, no existe una estandarización al respecto y realmente depende de cómo la empresa quiera utilizarlo y de cómo el WMS lo permite. Estas ubicaciones deben de ser únicas en toda la bodega, algunos WMS utilizan una secuencia automática, sin embargo se recomienda manejar una estructura para las ubicaciones por ejemplo:

UBICACIÓN GEOGRAFICA-AREA-ESTANTERIA-COLUMNA-FILA

En donde:

UBICACIÓN GEOGRAFICA: Ciudad

G1 : Guayaquil Norte

Q1: Quito

C1: Cuenca , etc

AREA: área dentro de la bodega

P: Picking

V: volumen

ESTANTERÍA: número de estantería

01,

02,

etc

COLUMNA: número de columna de la estantería

01,

02,

etc

FILA: número de fila de la estantería

01,

02,

etc

G1-P-05-03-02 indica que es de la bodega de Guayaquil Norte, en el área de picking, estantería #5, en la columna #3 y fila #2

- ✓ Los productos más pesados deben localizarse en ubicaciones inferiores cerca del suelo de tal manera que el trabajo de desplazamiento y almacenamiento no sea costoso en tiempo ni esfuerzo.
- ✓ Los espacios superiores deben usarse para productos de poco peso o que requieran cierta protección.
- ✓ Los productos de más movimiento deben ubicarse cerca de la salida para disminuir el tiempo de desplazamiento del personal dentro de la bodega. Hay que tener en cuenta que mientras mayor sea la unidad de manipulación menor será el costo del trabajo empleado sobre el producto al momento de una transacción, por ejemplo si un producto se lo almacena en cajas de 12 unidades y se pide un despacho de 36 unidades bastaría con tomar 3 cajas, en cambio sí al producto se lo

almacena en cajas de 4 unidades se debería tomar 9 cajas para atender el despacho de 36 unidades.

- ✓ Los materiales inflamables y peligrosos deben almacenarse en áreas despejadas y ventiladas, inclusive en el exterior del edificio de la bodega.
 - ✓ De contar con productos altamente costosos, se recomienda que estos estén bajo supervisión, bajo llave ó cajas de seguridad.
 - ✓ Los dispositivos de seguridad y contra incendios deben estar ubicados adecuadamente en relación a los materiales almacenados.
-
- ✓ En todo momento se debe de registrar en el WMS qué ubicaciones ingresaron y salieron los productos, de nada sirve tener todo físicamente ordenado si al WMS no se lo alimenta con dicha información. Lo crítico de este punto es que si el WMS no está actualizado con lo que existe físicamente en la bodega se arma un verdadero caos al momento de validar stocks, solicitar reabastecimiento de stocks y generar rutas óptimas. Como ruta óptima se entiende a la ruta con menos desplazamientos que debe seguir el personal de bodega al momento de atender un pedido de recolección o picking, esta ruta la debe de generar el WMS.

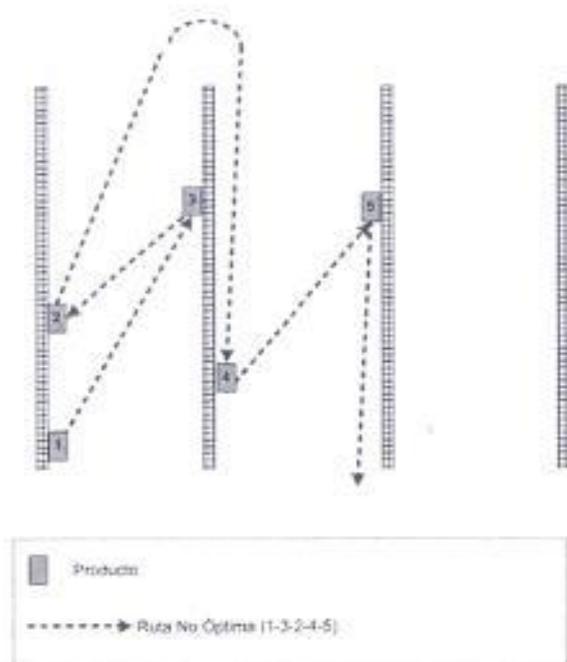


Figura 22 Ruta No Óptima

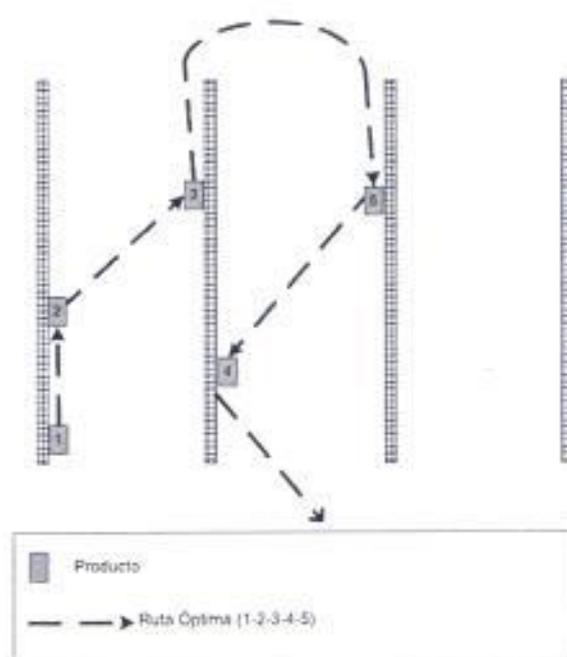


Figura 23 Ruta Óptima

Área de espera para entrega: Espacio físico dentro de la bodega destinado para hacer el despacho de mercadería sea a clientes u otras bodegas de la empresa, debe estar contigua al muelle de salida.

Área de oficinas (administración, call center, jefatura de bodega): Se recomienda que estén cerca de la puerta de entrada o salida de la bodega para facilitar alguna evacuación por un posible riesgo en la seguridad física del personal.

Áreas de Tecnología (servidores, equipos de comunicación y redes): Debe estar separada de las áreas que involucran movimientos de bodega, es una zona restringida solo para personal autorizado.

Se recomienda que las áreas de recepción, volumen o almacenamiento, recolección o picking y de espera, para entrega, sean lo más simétricas y regulares posibles, intentando mantener la forma rectangular para facilitar la visualización de dichas áreas tanto para la gestión como para su operación.

Layouts propuestos:

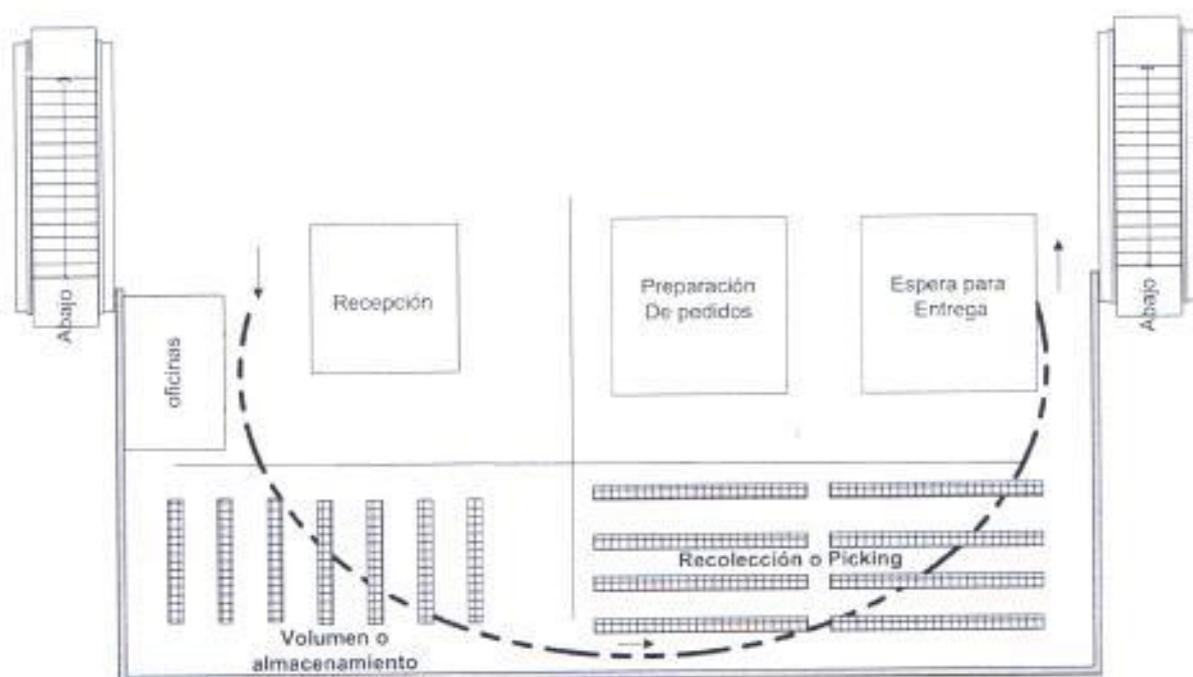


Figura 24 Propuesta 1 Layout (en U)

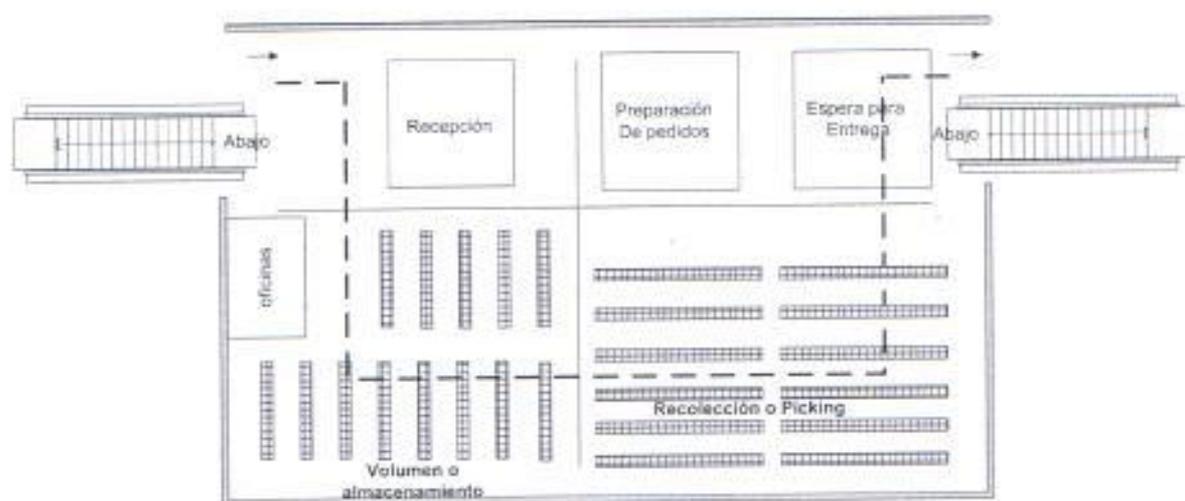


Figura 25 Propuesta 2 Layout (en T)

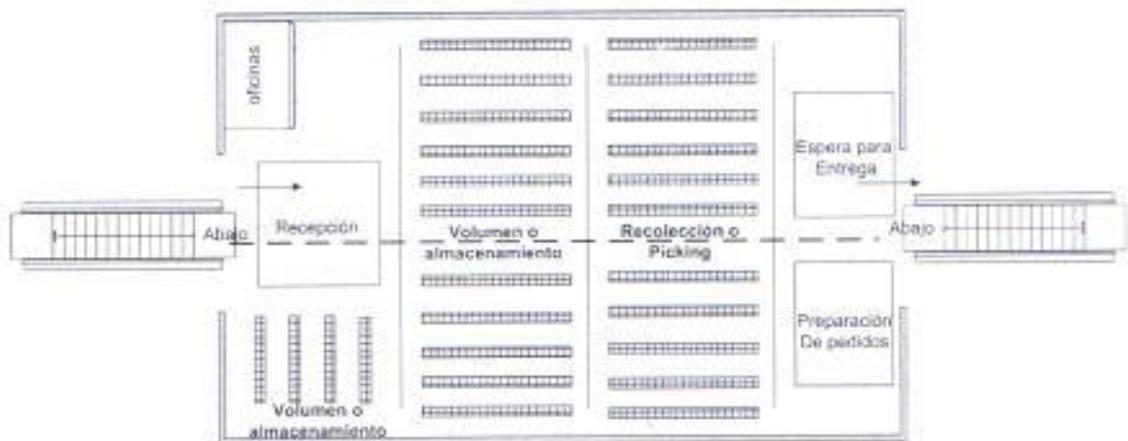


Figura 26 Propuesta 3 Layout (Lineal)

4.8 Implementación de la solución

Se indicó en el capítulo 2.2 que existen algunas metodologías de implementación de Software y se hace referencia a una en particular que es la metodología de Microsoft conocida como "Sure Step" que se describe a continuación.

Para la ejecución del proyecto se debe armar una estructura conformada por personal de la PYME y del proveedor del WMS quienes en conjunto, se encargarán de ejecutar las actividades de implementación.



Figura 27 Estructura del Proyecto

Comité Ejecutivo: Conformado por los principales niveles ejecutivos de la PYME, a más del Líder de Implementación del proveedor del WMS. Este comité se reúne regularmente y tiene la responsabilidad de velar por el avance del proyecto de acuerdo al cronograma establecido, y de tomar las decisiones de negocio que se requieran durante la implementación.

Equipo de proyecto de la PYME: Este equipo es liderado por el Gerente de Proyecto, el objetivo de este equipo es lograr el trabajo en el tiempo requerido y bajo el presupuesto establecido, asegurando que se cumplan las expectativas de la PYME. El equipo de proyecto deberá estar integrado por personas que representen a las áreas que van a participar de la implementación como las jefaturas de bodegas y centros de distribución, jefes de logística, personal de inventario y bodega. Las responsabilidades del equipo de proyecto son:

- Apoyar a los asesores del proveedor del WMS a la construcción de la solución en las etapas de Análisis y Diseño.

- Ejecutar las tareas definidas en el Plan de Proyecto, cumpliendo los tiempos y estándares requeridos
- Hacer el vínculo entre la PYME y el nuevo sistema para encontrar las mejores alternativas de manejo de los procesos de la empresa.
- Conocer con profundidad el modelo diseñado en el nuevo sistema.
- Liderar a los grupos de trabajo de la PYME que se formen para la ejecución de tareas específicas que se requieran como parte del proceso de implementación.
- Proponer sugerencias de manejo o mejora de los procesos al Gerente del Proyecto.
- Liderar procesos de optimización y mejoramiento continuo posteriores al proyecto de implementación
- Dedicar al Proyecto el tiempo que se asigne según el cronograma y actividades acordadas. Estos funcionarios deben tener experiencia en las distintas áreas de negocio que se cubrirán en cada fase.

Equipo de proyecto del proveedor: Es el grupo de asesores y técnicos asignados al proyecto, y liderados por el Líder de Implementación.

Grupos de Trabajo: Adicional a esto existen los grupos de trabajo que se conforman para cumplir tareas específicas, la misma que al concluir y entregar los resultados hace que el grupo de trabajo se disuelva.

La metodología Sure Step consta de las siguientes fases:

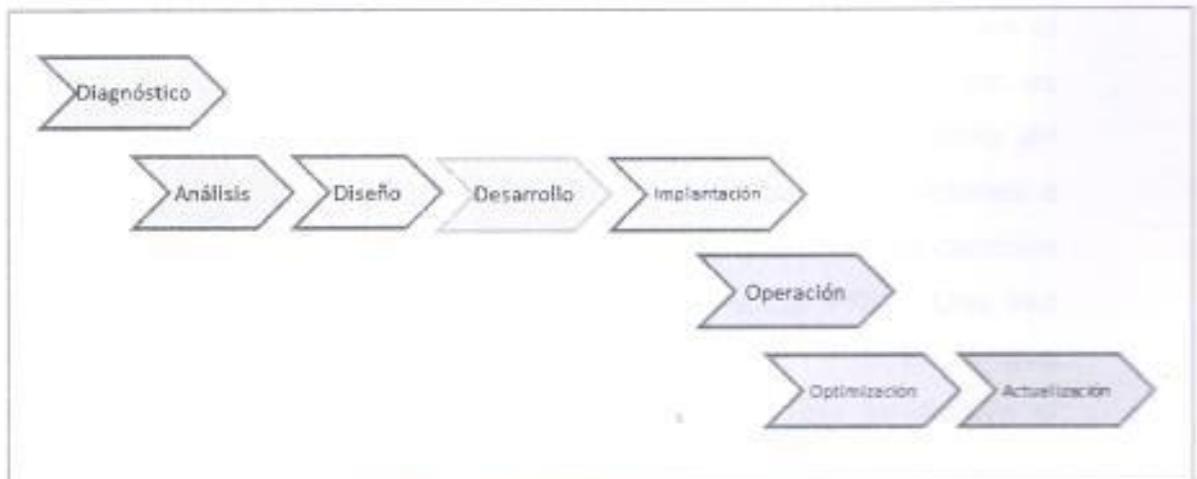


Figura 28 Fases de la metodología Sure Step

- **Diagnóstico:** Contiene una guía, la misma que consiste en una serie de preguntas que servirán de apoyo y ayuda para el entendimiento y requisitos del proyecto durante la fase inicial. Las preguntas se organizan por rol y su propósito es recopilar información del negocio, entrevistando al personal adecuado dentro de cada rol, cabe recalcar que en algunas empresas PYMES una misma persona puede desempeñar varios roles.

- **Análisis:** Es el inicio oficial del proceso de implementación. Se configura el proyecto, se definen y se acuerdan todos los requerimientos de negocio. Se hace el análisis detallado de requerimientos de negocio, incluyendo aspectos específicos de cada localidad, identificación de procesos y subprocesos de negocio, requerimientos de personalizaciones, interfaces, fuentes de datos y requerimientos especiales. Es importante el compromiso del tiempo de funcionarios y ejecutivos para el relevamiento de información de los procesos de negocio. Los consultores del proveedor del WMS se encargan de identificar y documentar los procesos de la PYME.

- **Diseño:** Se diseñan los procesos de operación de la PYME en el WMS y se presenta al equipo de la PYME, esta presentación es conocida como la Simulación 1. Luego se aprueba el modelo de procesos en el sistema, considerando todas las personalizaciones e interfaces que se desarrollarán a continuación, así como los cambios organizacionales que deberán implementarse en la PYME. Una vez aprobado el Modelo se capacita al equipo de la PYME en lo que corresponde a la funcionalidad del WMS. En esta fase se incluye el diseño de la configuración del software y el diseño de personalizaciones e interfaces específicas requeridas e identificadas en la fase de Análisis. Se priorizan, diseñan y aprueban las personalizaciones identificadas en la fase de Análisis, y se hace el mapeo de migración de datos.

El equipo de trabajo de la PYME prueba uno a uno los casos de uso modelados en el WMS los mismos que deberán quedar documentados y es responsable de probar y aprobar los procedimientos a seguir en el WMS y definir las políticas que se requieran implementar para el correcto funcionamiento del mismo. El proveedor del WMS tiene que proporcionar las matrices finales para la preparación de datos que haya que subir al WMS.

En esta fase debe salir aprobado el modelo del WMS, y los diseños funcionales de las personalizaciones, en caso de estas existan.

- **Desarrollo:** Se desarrollan las personalizaciones, interfaces y procesos de migración de datos que fueron definidos y aprobados en la fase de diseño. Las personalizaciones se prueban para que funcionen de acuerdo a las especificaciones. Se desarrolla y

parametriza en el sistema con el modelo aprobado en la fase de Diseño, y se ejecuta la migración de datos.

Esta fase termina con una segunda simulación de operación realizada por los Usuarios Claves y es conocida como la Simulación 2. Esta segunda simulación debe permitir aprobar el modelo de procesos, la calidad de los datos migrados y las personalizaciones entregadas por el proveedor.

- **Implantación:** Integración de todo el trabajo previo para la transición al nuevo WMS. Se crean los perfiles de usuario y seguridades en el sistema, se ajustan reportes y formatos, se verifica la configuración de la infraestructura, se prueba el sistema con carga de datos real, se entrena a los usuarios finales, y se prepara el plan de arranque. Esta fase termina con una Simulación 3 y con la aprobación del plan de arranque.

- **Operación:** Se verifica la correcta operación del sistema, debidamente integrado y estabilizado y se procede a ejecutar el plan de arranque que termina con la salida en vivo del WMS en la PYME. Se genera la documentación para cierre de la fase. Se resuelven las novedades propias del arranque y se brinda apoyo por parte de los consultores del WMS y equipo de trabajo de la PYME a los usuarios finales durante las primeras semanas de operación. Luego de esta fase viene el acta de Entrega-Recepción y Cierre del Proyecto

4.9 Mantenimiento de un sistema WMS

El mantenimiento de un WMS es igual al mantenimiento de cualquier otro sistema de información y dentro de la metodología

Sure Step se encuentra dentro de las fases de optimización y actualización.

Existen diferentes tipos de mantenimientos que se pueden realizar sobre el WMS y estos son: Mantenimiento correctivo, evolutivo, adaptivo y perfectivo.

El mantenimiento correctivo es el más crítico y se refiere a los cambios y correcciones que se tienen que realizar para corregir errores del WMS.

El mantenimiento evolutivo son las incorporaciones, modificaciones o eliminaciones de ciertas opciones y funcionalidad del WMS para satisfacer las necesidades del usuario conforme ha ido usando el WMS. El mantenimiento adaptivo son los cambios y/o configuraciones que hay que realizar en el WMS para que funcione adecuadamente en respuesta a los cambios de hardware y software que se den en el ambiente en donde opera el WMS, típicamente se presenta este tipo de mantenimiento en cambio de sistemas operativos y migración de bases de datos e inclusive modificaciones en las políticas de seguridad informática de la PYME.

El mantenimiento Perfectivo por lo genera lo realiza el dueño del fuente del WMS y tiene como objetivo mejorar la calidad interna de la codificación y definiciones de estructuras del WMS para que el rendimiento sea mejorado.

Es una buena y recomendada práctica, contar con un soporte anual del WMS, para esto debe de existir un contrato de mantenimiento debidamente elaborado y firmado por la PYME y proveedor. Estos contratos de mantenimiento por lo general ofrecen los siguientes beneficios:

- ✓ Recibir nuevas versiones, actualizaciones, mejoras y módulos adicionales liberados por el proveedor.
- ✓ Soporte técnico y funcional en sitio/remoto/telefónico/correo.
- ✓ Acceso a documentación técnica y funcional actualizada del

WMS.

- ✓ Tarifas y precios especiales al momento de incrementar el número de licencias.

El costo del contrato de mantenimiento está en el rango del 10%-al 15% anual sobre el costo del software.

4.10 Nuevos requerimientos

Si es que existen nuevos requerimientos, se desea y espera que estos ocurran una vez que el WMS haya sido puesto en producción y haber trabajado de manera estable y conforme a lo planificado en las fases de análisis y diseño por lo menos 12 meses.

Los nuevos requerimientos deben ser canalizados de una manera formal desde la PYME hacia el proveedor del WMS por alguien al que la PYME ha asignado dicha responsabilidad, que por lo general es la misma persona que participó como gerente de proyecto siempre y cuando sea posible. Antes de realizar el pedido del nuevo requerimiento al proveedor debe realizarse un análisis interno dentro de la PYME para obtener una aprobación inicial sobre los nuevos requerimientos, debido a que puede implicar alguna modificación en uno de los flujos y procesos ya establecidos.

Hay que considerar además que no todos los proveedores permiten hacer cambios en sus sistemas para algún cliente específico (esta mala práctica es muchas veces observada en empresas de desarrollo de software en Ecuador), en WMS y en general en sistemas de información de índole mundial estos cambios se pueden

realizar en una capa especial del software la misma que es destinada para el desarrollo y que no afecta al núcleo del WMS en sí, esto ayuda a realizar las modificaciones y personalizaciones sin afectar a la programación principal del sistema y estos cambios no causan entorpecimiento alguno a nuevas versiones o mejores que se libere el proveedor.

Conclusiones y Recomendaciones

La selección e implementación de un sistema WMS para una PYME es una decisión crítica que la empresa debe tomar ya que afecta dramáticamente las actividades diarias dentro de la bodega, la relación con los clientes y por consiguiente la situación financiera general. Se debe evaluar a fondo las opciones que se tienen considerando siempre el costo total de propiedad (TCO) que es el costo relacionado a la implementación como licencias, hardware, integración con el ERP, modificaciones, los costos por mantenimiento y algo que se obvia con mucha frecuencia es el tiempo del recurso humano involucrado.

La selección debe enfocarse en una solución que ayude a mejorar el negocio siguiendo siempre la misión y visión de la empresa, esto es objetivos claros a corto y largo plazo, es por eso que la participación de la alta gerencia es de vital importancia para este tipo de proyectos.

Contar con una documentación bien detallada y precisa de cada una de las operaciones que se realizan en la empresa es de vital importancia para el arranque del proyecto de implementación del WMS, ya que sirve como fuente de consulta al revisar los flujos de trabajos con los que se efectúan las operaciones.

El uso de metodologías y/o normas como ISO 9001:2008 , ISO 20000, ISO/IEC 12207, CMMI-DEV, ISO 15504 para el levantamiento de información, documentación, control de cambios, control de errores son de gran ayuda para que el proyecto finalice con éxito, tanto para el equipo proveedor como para el cliente.

Esta tesis propone siete flujos de trabajo que pueden ser implementados para las distintas operaciones dentro de la bodega de una PYME, estos flujos de trabajo tienen un alto impacto en el proceso de la cadena logística los mismos que se complementan con el diseño físico y logístico

(conocido como layout) de las bodegas reguladoras (centros de distribución) y bodegas regionales.

Se proponen además 3 modelos de layouts: en L, en T y lineal que una PYME puede implementar basada de acuerdo a la naturaleza y tipo de productos que comercialice e inclusive del espacio físico con el que cuenta en sus bodegas. Para cada layout propuesto se determinaron las áreas logísticas que los conforman identificadas como: Acceso, Recepción, Almacenamiento, Recolección, Espera para la entrega.

Con la implementación exitosa de un WMS en una PYME ecuatoriana, se logra:

- Mejorar los procesos de la bodega tornándolos óptimos, eficientes y rápidos consiguiendo la reducción de los tiempos en los despachos de mercadería.
- Generar información para medir el desempeño de la bodega
- Mejorar la confiabilidad en la mercadería inventariada
- Aumentar los niveles de satisfacción al cliente tanto interno como externo.
- Optimizar el recurso humano usado dentro y fuera de la bodega.

Recomendaciones

En el mercado ecuatoriano existen varias opciones de desarrollo local así como representantes de soluciones reconocidas mundialmente, la PYME deberá elegir qué solución selecciona, sin embargo se recomienda la compra de un software ya construido siempre y cuando el presupuesto no sea un problema y si la complejidad en el manejo de las bodegas se pueden adaptar al sistema que se quiera comprar, caso contrario está la opción de desarrollo interno de la empresa, para esto hay que considerar si la PYME está preparada para ese reto.

Se recomienda armar un equipo de proyecto para la implementación del WMS, este equipo de proyecto debe estar formado por personal tanto de la PYME como del proveedor (personal que proveerá la solución, independiente si es externo o interno). Cada miembro del equipo de proyecto tiene responsabilidades y tareas asignadas, que tienen que ser reportadas a los líderes de implementación y al gerente del proyecto.

El Hardware requerido para el WMS va a depender de cada solución particular, se recomienda pedir asesoría técnica de especialistas en base de datos / sistemas operativos en conjunto con el proveedor de la solución para determinar un dimensionamiento adecuado en equipos handheld, discos duros, servidores, memorias, redundancias.

Se recomienda transmitir a los usuarios del WMS lo importante que es el trabajo de ellos ya que uno de los input que el WMS recibe es directamente de estos usuarios, hacerles entender a los mismos que la calidad de información que se espera del WMS dependerá de la calidad de información con que se alimente el sistema.

Si la PYME decide no implementar un WMS, se recomienda preparar y ajustarse en la medida de lo posible a los diseños físicos y logísticos de la bodega propuestos en los layouts de esta tesis. Con estos layouts se logrará mejorar en algo la situación y flujos logísticos de la PYME, el resto de mejoras únicamente lo logrará con el WMS implementado.

Referencias

- 12207, I. (2009). *Estándar para los procesos de ciclo de vida del software de la organización*. Recuperado de http://en.wikipedia.org/wiki/ISO/IEC_12207
- 15504, I. (s.f.). *Modelo para la mejora y evaluación de los procesos de desarrollo y mantenimiento de sistemas de información y productos de software*. Recuperado de http://en.wikipedia.org/wiki/ISO/IEC_15504
- 20000, I. (2005). *Estándar reconocido internacionalmente en gestión de servicios de TI (Tecnologías de la Información)*. Recuperado de http://en.wikipedia.org/wiki/ISO/IEC_20000
- 6346, N. I. (s.f.). *Codificación, identificación y marcado de contenedores. Los contenedores que más se usan son los que tienen una longitud de 6 y 12 metros*. Recuperado de http://en.wikipedia.org/wiki/ISO_6346
- 9001:2008, I. (2008). Organización Internacional para la Estandarización, ISO 9001:2008.
- American National Standards Institute. (2002). *American National Standards Institute*. Recuperado de <http://www.tiaonline.org/standards/committees/tr-41/documents/TIA-EIA-TSB-129-A-Final.pdf>
- Anaya Tejero, J. (2008). Burocracia y procesos documentales, Almacenes: Análisis, diseño y organización (pp 84-90). Madrid: Esic.
- Benvenuto, Angelo. (2006). *Implementación de Sistemas ERP, su impacto en la gestión de la empresa e integración con otras TIC*. Recuperado de <http://www.capic.cl/capic/media/ART3Benvenuto.pdf>
- Cillero Manuel. (s.f.). Mantenimiento de Sistemas de Información (MSI). Recuperado de <http://manuel.cillero.es/doc/metrica-3/procesos-principales/msi>
- CMMI-DEV. (2012). *Modelo para la mejora y evaluación de procesos para el desarrollo, mantenimiento y operación de sistemas de software*. Recuperado de http://en.wikipedia.org/wiki/Capability_Maturity_Model_Integration

- Correa Delgado, Rafael. (2011). *Reglamento a la Estructura e Institucionalidad de Desarrollo Productivo, de la Inversión y de los Mecanismos e Instrumentos de Fomento Productivo, establecidos en el Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones aprobado.*
- Cukier, D. (2009) Evaluando ERP. Software especializado en logística ¿Están preparados los ERP's? Recuperado de <http://www.evaluandoerp.com/nota-492-Software-especializado-en-logistica-Estan-preparados-los-ERP%E2%80%99s.html>
- Ferrín Gutierrez, A. (2009). *Gestión de stocks en la logística de almacenes (2da.e.)*. Madrid: Fundación Confemetal.
- Franco Di Biase D., Aldo Di Biase F. (s.f.). Sistema de información computacional. Recuperado de <http://dbf.cl/Material%20Docente/Libro/Capitulo%2014%20Desarrollo%20versus%20compra%20de%20la%20solucion%20computacional.pdf>
- Fred E. Meyers. (2006) *Diseño de Instalaciones de Manufactura y Manejo de Materiales*. (pp 15-21) Ciudad de México: Prentice hall México
- Gartner, Inc. (2009). *Gartner* . Recuperado de <http://www.gartner.com/technology/home.jsp>
- Garzás Javier. (2010). *Cinco elementos clave en una buena externalización del desarrollo software*. Recuperado de <http://www.javiergarzas.com/2010/05/cinco-elementos-externalizacion-desarrollo-software-ii-html.html>
- Garzás Parra, J. & Piattini Velthuis, M. (2010). *Fábricas del Software: Experiencias, Tecnologías y Organización*(2da ed.). Madrid: Ra-Ma Editorial.
- Govindarajan Ramu. (2008). *In the Know*.
- Gudehus T.,Kotzab H. (2012). *Comprehensive Logistics* (2da ed.). Berlín: Springer
- IEC. (s.f.). *La Comisión Electrotécnica Internacional (International Electrotechnical Commission) es una organización Europea de normalización en los campos eléctrico, electrónico y tecnologías relacionadas*. Recuperado de <http://www.iec.ch/>

Mauleón Torres, Mikel. (2003). *Sistemas de almacenaje y picking*. (pp 53-65, 221-225, 320 - 322). Madrid: Diaz de Santos.

NEMA. (s.f.). *Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (National Electrical Manufacturers Association), Organismo Americano que es el responsable de numerosos estándares industriales comunes usados en el campo de la electricidad*. Recuperado de <http://www.nema.org/pages/default.aspx>

Microsoft Corporation. (s.f.). *Metodología Sure Step. Microsoft Dynamics® AX Cuestionario adaptado a roles*.

Microsoft Corporation. (2013). *Analyzing Characterizing and IO Size Considerations*. Recuperado de <http://download.microsoft.com/download/B/S/1/BE1AABB3-6ED8-4C3C-AF91-448AB733B1AF/Analyzing Characterizing and IO Size Considerations.docx>

Morales Vallejo, P. (2012). *¿Cuántos sujetos necesitamos?* Recuperado de <http://www.upcomillas.es/personal/peter/investigacion/Tama%F1o muestra.pdf>

Munoz Negron, D. (2009). *Administración de operaciones*. Distrito Federal: Cengage Learning Editores

Obal, P. (2010) *Fortalezas del WMS vs ERP*. Recuperado de http://www.andlogistics.com/andlogistics1/andlogistics1/index.php?option=com_k2&view=item&id=33:fortalezas_de_los_sistemas_wms_vs_erp&Itemid=238&lang=es

Rincón Soto C. (2011). *Sistemas de Inventario Permanentes. Costos para Pyme* (1era. ed.). (pp. 63-64). Bogotá: Ecoe ediciones.

Salazar López, B. (s.f.). *Ingenieros Industriales. Diseño y Layouts de Almacenes*. Recuperado de <http://ingenierosindustriales.jimdo.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-de-almacenes/dise%C3%B1o-y-layout-de-almacenes-y-centros-de-distribuci%C3%B3n/>

Saxena,R. (2009).Managin the inventory. Inventory Management: Controlling in a Fluctuating Demand Environment (pp. 49-55). New Delhi: Global India Publications.

Supply Chainw.(s.f.). Fortalezas de WMS vs ERP. Recuperado de

http://supplychainw.com/index.php?option=com_content&view=article&id=316:las-fortalezas-de-los-sistemas-de-gestion-de-los-centros-de-distribucion-wms-versus-los-sistemas-corporativos-erp&catid=58:sistemas-de-informacion-y-software&Itemid=27&lang=es&showall=1