TESIS DE GRADO
EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

MODELO DE DIAGNÓSTICO DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN

Autor: Francisco Baylac
44026

Director de Tesis:
Ingeniero Pedro del Valle

2011

RESUMEN EJECUTIVO

PROBLEMÁTICA

La empresa en cuestión ofrece una serie de productos de consumo masivo producido en un 90% en 3 plantas de producción ubicadas en la provincia de Buenos Aires y de San Luis. Hace aproximadamente 4 meses comenzó la operación de un centro de distribución en las afueras de la capital federal como resultado de la necesidad de optimizar los costos de distribución. Durante estos meses la operación del centro de distribución fue creciendo progresivamente a medida que reemplazaba las operaciones en múltiples depósitos ubicados en la región, pero el rendimiento del mismo no logró alcanzar el esperado incurriendo en costos logísticos de una magnitud considerable.

METODOLOGÍA

En primer lugar se definieron todas las actividades y procesos propios del centro de distribución y se realizó una priorización de los mismos en base a la cantidad de recursos implicados en cada uno y el impacto sobre el servicio a los clientes. Posteriormente se realizó un análisis para la detección de ineficiencias y oportunidades de mejora en los procesos más críticos. Luego, para cada una de las oportunidades de mejora, se planteó una serie de alternativas a la operación actual y se realizó un análisis para cuantificar las ventajas y desventajas de cada una y de este modo arribar a la mejor alternativa.

SOLUCIÓN

La implementación de mayor impacto fue el proceso de cross-docking. Gracias al mismo se redujo considerablemente los tiempos de preparación de pedidos y la utilización de los autoelevadores. Además se dimensionó un área de almacenamiento temporal en piso para productos dentro del plan de reempaque con el mismo objetivo de reducir la carga de trabajo de los autoelevadores. En forma paralela se hizo un redimensionamiento de la zona de picking redistribuyendo la cantidad y ubicación de posiciones asignadas a cada uno de los materiales dentro del área para aumentar la disponibilidad de productos para el picking y mejorar el flujo de las tareas. Por otra parte se modificó la estrategia de pickeo agrupando las órdenes por transporte en lugar de agruparlas por pedido. De esta forma se logró una disminución en el tiempo de preparación de transportes. Otro trabajo realizado fue el dimensionamiento de una zona de almacenamiento para pallets incompletos. Esto permitió mejorar el órden dentro del centro de distribución y optimizar el almacenamiento al minimizar el inventario de pallets incompletos.

EXECUTIVE SUMMARY

CURRENT SITUATION

Almost 90% of the products sold by the company are produced in three mills located in the country in the provinces of Buenos Aires and San Luis. About four months ago the construction of a new distribution center was finished and its operation begun with the objective of reducing the distribution costs. Throughout these months the distribution center's operation grew progressively as it covered and replaced the operation of multiple warehouses located in the region, but the performance didn´t reach the level expected during its design originating higher costs than planned.

METHODOLOGY

In first place all of the distribution center's activities and processes were listed and then prioritized based on the resources involved in each of them and their impact on customer service. Then, for those processes of higher priority, analysis were done in order to find out inefficiencies and propose a set of alternatives that could reduce this inefficiencies. For each of these alternatives advantages and disadvantages were stated and valuated in order to arrive to the best possible outcome.

SOLUTION

Cross-docking gave the best result by reducing the order preparation time and fork-lift utilization. Also a staging area was defined for products within the repacking schedule in order to reduce the workload of forklifts by allowing direct transport form inbound docks to the repacking area. Along with these analyses the picking zone was redesigned by redistributing the amount and location of each of the material´s picking positions in order to increase the availability of products and improve the flow of materials. The outbound preparation time was also reduced by consolidating preparation tasks by truck instead of by customer. Naturally this strategy only had an impact on the outbound volume dispatched in multi-customer trucks for which the number of picking tasks was reduced together with the number of materials picked per picking task. Finally a storage area was defined for partial pallets which helped to reduce considerably the inventory of these pallets and, in consequence, to optimize the storage utilization of the warehouse.

CONTENIDO

1. Introducción 5
1.1 Objetivos de un centro de distribución 5
1.2 Actividades de un centro de distribución 6
1.3 *Layout* de un centro de distribución 8
1.4 Drivers de un centro de distribución 11
1.5 Indicadores de productividad 14
2. Escenario 17
2.1 Descripción de la cadena de suministros 17
2.2 Situación actual 18
2.3 Objetivos y resultados actuales 19
3. Oportunidades de mejora 21
3.1 Sistema de indicadores 21
3.2 Redefinición de la estrategia de picking 23
3.3 Redimensionamiento de la zona de picking 27
3.4 Cross-docking 30
3.5 Dimensionamiento de zona de staging para *reempaque* 33
3.6 Dimensionamiento de zona de pallets incompletos 39
4. Resultados 42
4.1 Resultados esperados 42
4.2 Resultados 43
5. Modelo de diagnóstico 46
5.1 Análisis de brechas entre resultados obtenidos y esperados 46
5.2 Modelo de implementación 47
5.3 Conclusiones 49

1. INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVOS DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN

Los centros de almacenaje y distribución juegan un rol fundamental en una cadena de suministros entregando el producto en tiempo y forma al cliente y a un costo competitivo. Su rol se puede resumir en tres aspectos:

- Sincronizar la cadena de suministros con la demanda

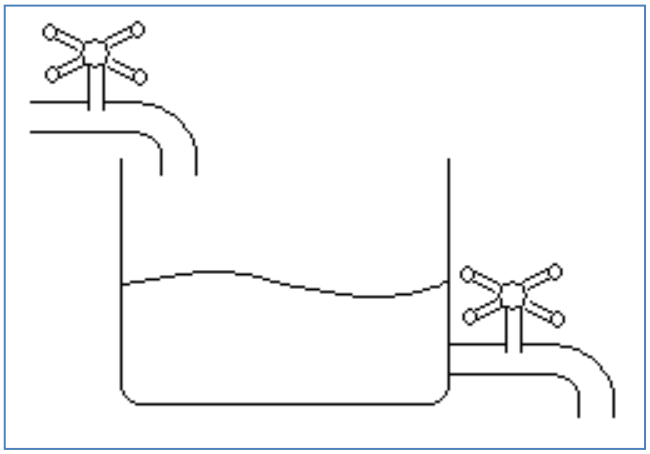

Figura 1: Modelo de un Centro de Distribución

El almacenamiento de inventario próximo al cliente permite asegurar un cierto nivel de disponibilidad absorbiendo variaciones en la demanda y contingencias en la cadena de suministros. Sin embargo esta estrategia conduce a un aumento sustancial en el nivel de inventarios y en el manejo de materiales. Por otro lado, los inventarios permiten aliviar la carga sobre la cadena de suministros en los casos de demandas marcadamente estacionales. En ambas aplicaciones, un centro de distribución se comporta como un tanque dentro de un sistema de tuberías donde el grifo inferior regula la demanda y el grifo superior el suministro.

- Fraccionar y/o consolidar los productos

Los centros de distribución pueden actuar como una plataforma de *cross-docking* que puede actuar de dos maneras distintas. Por un lado es capaz de fraccionar la carga de un único camión en varios camiones de menor volumen para ser entregados de este modo a los clientes. Esta opción permite reducir los costos de transporte, particularmente cuando la distancia desde la planta al cliente es extensa y los pedidos de estos son de volúmenes pequeños.

Por otro lado, una plataforma de cross-docking, como así un centro de distribución, tiene la capacidad de consolidar pedidos de clientes. En este aspecto un centro de distribución tiene cierta ventaja por sobre una plataforma dado que cuenta con un cierto inventario de una serie de productos. De este modo, cuando el cliente pide varios productos en una misma orden, no es necesario despachar todos los productos de una única planta de producción y al mismo tiempo.

- Ejecutar tareas de valor agregado

Esta práctica se deriva de una tendencia global a retardar la terminación del producto a un momento tan cercano a la venta como sea posible. Esta política aumenta la flexibilidad de la cadena de suministros en la medida en que ofrece una mayor capacidad y velocidad de respuesta ante cambios en la demanda y contingencias en la misma cadena. Estas tareas productivas pueden consistir en ensamblado final, empaque o etiquetado.

1.2 ACTIVIDADES DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN

Un centro de distribución está básicamente sujeto a las demandas de recepción y expedición. Por lo tanto debe ser capaz de procesar en tiempo y

forma todas las tareas que se derivan de estas operaciones con el fin de no obstruir la cadena de suministros. Las actividades que se llevan a cabo dentro de un almacén y los respectivos recursos que se emplean son las siguientes:

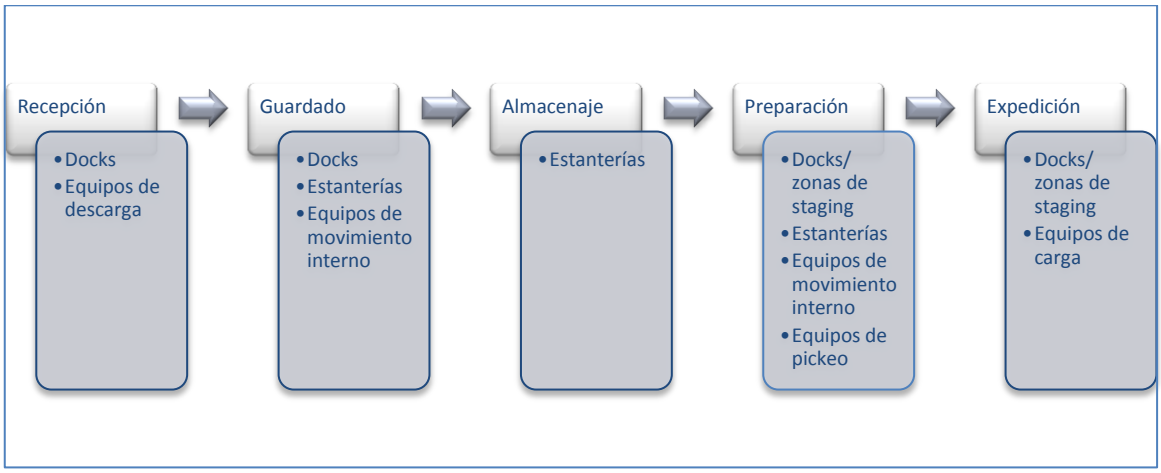

Figura 2: Actividades de un Centro de Distribución

La recepción, como así la expedición, implica la asignación de un muelle y un equipo de trabajo para la descarga, o carga, de la mercadería de un camión. Si bien estas tareas suelen estar relativamente estandarizadas, los recursos deben ser seleccionados y dimensionados acorde con la naturaleza de los productos/camiones (peso, fraccionado, tipo de camiones, cartera de productos etc.) y los volúmenes manejados (mensualmente y picos).

Una vez recibida la mercadería se lanzan las tareas de guardado. Para ello es necesario dimensionar los equipos a cargo de los movimientos internos. Es importante tener en cuenta que esto tendrá una incidencia directa sobre los tiempos de ocupación de los docks.

El almacenaje no sólo es la primera función que surge al pensar en un centro de distribución sino que además debe ser el punto de partida para su dimensionamiento. La selección y dimensionamiento de las estanterías será determinante en la posterior selección de los equipos de manejo y una restricción fundamental para el dimensionamiento de los mismos debido a que

define el costo y la capacidad de cada unidad funcional. Las variables que entran en juego en esta parte del análisis incluyen la diversidad y rotación de los productos, sus características físicas, su valor y los niveles de inventario esperados. También tienen un impacto directo sobre esta etapa variables externas a la empresa e industria en cuestión como lo son el costo del capital y de la mano de obra.

Cada una de estas actividades puede ser llevada a cabo de una infinidad de maneras distintas de acuerdo a la cantidad y características de los productos, el volumen manejado, la naturaleza de las cargas/pedidos y la tecnología empleada entre otros. Sin embargo, en la gran mayoría de los casos la actividad más crítica es la de preparación, especialmente cuando los pedidos requieren de un gran porcentaje de *pickeo*. Esta tarea demanda diseñar un proceso minucioso que permita responder de manera precisa, rápida y eficiente a las múltiples formas en que se presentan los pedidos de los clientes.

A su vez, un centro suele contar con una serie de actividades secundarias. La recepción puede incluir productos devueltos por los clientes, por lo que una vez recibidos deben ser debidamente controlados por calidad y clasificados según productos que deben ser desechados, reprocesados o aprobados. Nuevamente cada empresa en particular tendrá sus métodos para realizar estas tareas y definir cuál será el destino de cada producto. Pero cabe mencionar que generalmente los productos aprobados, si bien pueden constituir un volumen despreciable en relación al volumen de despachos/recepciones, generan una tarea muy compleja de guardado dado que los productos se encuentran en gran parte fraccionados.

Otra actividad secundaria que puede tener un peso significativo en la carga de trabajo de un centro de distribución constituye los procesos de valor agregado: reprocesos, ensamblado, empaque o etiquetado. Los recursos involucrados no sólo incluyen los equipos dedicados directamente a la tarea sino que además los equipos de movimiento interno que deben movilizar los productos hacia y desde las zonas de trabajo.

1.3 *LAYOUT* DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN

Existen innumerables disposiciones de los distintos sectores de un centro de distribución, pero básicamente se pueden clasificar según la ubicación de los docks de recepción y despacho. Según tal criterio existen dos alternativas fundamentales, un almacén en U es uno en el cual los docks de recepción y despacho están ubicados sobre el frente del centro de distribución. En

contraste, un centro en I es uno en el cual los docks de despacho están en el contrafrente del almacén. Existen otras alternativas menos comunes como una disposición en L o una disposición totalmente dinámica donde los despachos y recepciones se pueden realizar en cualquiera de los frentes.

Frente a cada muelle suele ser necesario dedicar una zona sin estanterías para el almacenamiento temporal de los pallets que son descargados de los camiones y de los pallets que serán cargados en los camiones. Ciertos almacenes cuentan con cintas transportadoras que facilitan los procesos de carga y descarga y lo coordinan con los de guardado y preparación. Sin embargo esto requiere de un alto grado de sincronización entre las distintas actividades razón por la cual suele estar limitado a sistemas automatizados de almacenaje.

Para un almacén en U (Figura 3)Figura 1 las posiciones más cercanas al frente están mucho más accesibles que aquellas que están más lejanas. Esto conduce a la definición de distintas zonas de almacenamiento con el fin de mantener los productos de mayor rotación cerca de los docks para minimizar las distancias de recorrido en el guardado y preparado de productos. Sin embargo también se debe considerar que las posiciones en los niveles superiores son más difíciles de alcanzar y en ocasiones, cuando el sistema de almacenaje lo permite, la zonificación también se realiza en altura.

Debido a que el *picking* suele ser la actividad más crítica del centro de distribución, suele ser conveniente ubicar esta zona lo más cercana posible a la zona de *staging*. El dimensionamiento del área de picking también es muy variable y depende fundamentalmente del grado de pickeo necesario, la rotación, la cantidad de picking demandada y la dimensión de los productos. En ocasiones se suele adoptar sistemas de almacenaje diseñados específicamente para el picking. En otros casos, el sistema de almacenaje seleccionado para pallets completos es inadecuado para pickeo. En ambos casos es necesario definir un sector totalmente independiente de los sectores de almacenamiento para la ejecución del picking. De lo contrario es posible

utilizar el sistema de almacenaje de los pallets completos para llevar a cabo el picking. En este caso se suele utilizar el primer nivel para realizar el picking, aunque en ocasiones se puede diseñar sistemas que permitan realizarlo desde el segundo nivel también. Otra decisión de diseño que es posible adoptar es la de asignar otro nivel para un almacenamiento espejado del picking. Esta disposición disminuye considerablemente los tiempos de reabastecimiento de la zona de picking aumentando la disponibilidad de productos en esta zona.

En la Figura 3 se detallan otras tres zonas alternativas que de existir suelen estar ubicadas en la parte posterior del almacén. Una zona para el procesamiento y almacenamiento de devoluciones que puede estar convenientemente acompañada por unos docks dedicados exclusivamente para la recepción de devoluciones. Una zona donde se desarrollan los procesos de valor agregado mencionados en el inciso anterior y una zona de almacenamiento de materias primas para abastecer estos procesos.

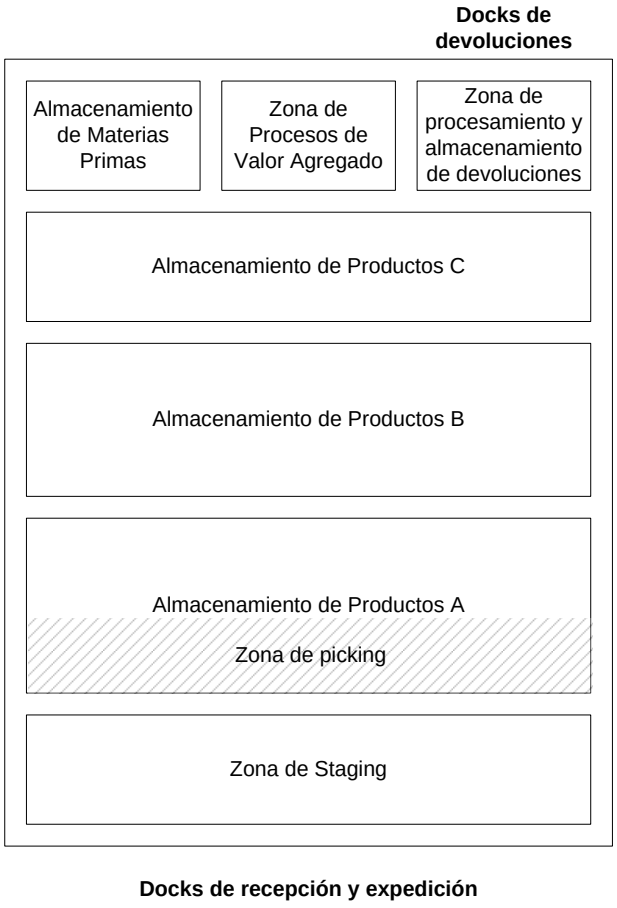

Figura 3: Layout en U

En un almacén en I (Figura 4) se siguen básicamente los mismos lineamientos considerando que el despacho es más crítico que la recepción, razón por la

cual los productos de mayor rotación se suelen colocar cercanos a los muelles de expedición. Sin embargo, en esta disposición cobra mayor importancia la ponderación de la altura en la definición de las zonas.

Nuevamente, el *layout* graficado debe ser tomado en cuenta a modo de ejemplo ya que existen innumerables variaciones a la disposición de cada uno de los sectores.

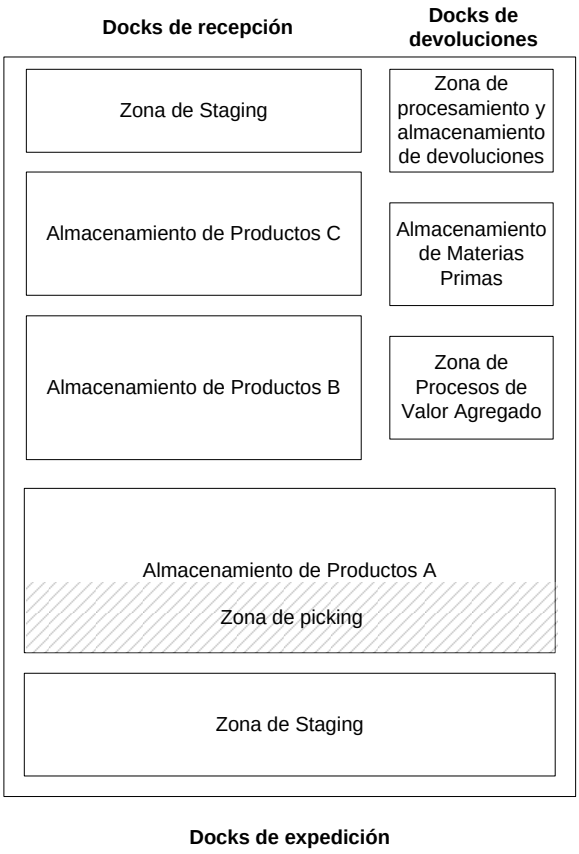

Figura 4: Layout en I

1.4 DRIVERS DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN

En contraste con las operaciones de producción, las operaciones de un centro de distribución comprenden una gran cantidad de actividades que se realizan en un área extensa. Esta particularidad dificulta la comprensión de las mismas y la detección de ineficiencias mediante simple observación. Afortunadamente los sistemas de gestión de almacenes proveen una gran cantidad de datos que pueden ser empleados para generar una serie de estadísticas para monitorear la operación.

Existen ciertas características propias del negocio y de su entorno que son determinantes en la operación de un centro de distribución. Para analizar oportunidades de mejora es necesaria una correcta comprensión de estos drivers. Los principales drivers son:

- Dimensiones y propiedades físico-químicas de los SKUs

Este aspecto puede ser determinante en el dimensionamiento y posterior operación de un centro de distribución. La estandarización que ofrece el pallet simplifica considerablemente el manejo de materiales disminuyendo tanto los costos de inversión como de operación. Por lo tanto es necesario realizar consideraciones especiales para productos de dimensiones extraordinarias tales como tubos o barras que requieren de maquinaria y sistemas de almacenaje distintos. También existen productos que tienen las dimensiones para ser *palletizados* pero el peso es una restricción para los sistemas de almacenaje limitando la cantidad de niveles, la profundidad y algunos tipos de sistemas.

Las propiedades físico-químicas también pueden ser restrictivas para la operación. Por ejemplo ciertos productos altamente combustibles deben ser apartados de otros productos afines a iniciar una combustión. De manera similar, los alimentos no pueden ser manejados de manera conjunta con otros productos que puedan contaminarlos.

Otro punto a considerar es el grado de perecimiento de los productos. Aquellos que requieran un consumo en un plazo relativamente corto deberán contar con una rotación suficientemente alta y la utilización de un sistema de almacenamiento que pueda asegurar que los productos con fecha de vencimiento más próxima sean los primeros en ser seleccionados para la preparación.

- Costo de mano de obra, de capital y de espacio

En los países desarrollados los costos de capital son bajos y los de mano de obra y espacio son altos, por lo que los centros de distribución obtienen resultados más rentables aplicando soluciones de tecnología avanzada. En contraste, en los países emergentes la carga de trabajo de la mano de obra suele ser mayor, mientras que el grado de utilización de espacio es menor.

Un centro de distribución con un menor grado de automatización conduce generalmente a una mayor proporción de errores en el manejo de materiales y en un tiempo más extenso de los procesos.

- Perfil de las referencias

El número de referencias que se manipulan en un centro de distribución tiene un impacto en los costos de operación y capital de trabajo que suele ser desestimado. A mayor cantidad de referencias suele aumentar el nivel de inventarios y se dificulta la gestión de los mismos. A su vez, también aumenta la diversidad de los pedidos aumentando la complejidad en el proceso de preparación. Tampoco es un hecho menor que aumentan las distancias de los recorridos de guardado y preparación.

Por otro lado, cuanto mayor sea el volumen manejado por cada referencia y/o su rotación, mayores serán las economías de escala alcanzadas.

- Perfil de los pedidos

Las características de los pedidos son determinantes en la definición de las operaciones. Los aspectos a considerar son el nivel y la proporción de fraccionamiento respecto al pallet y la cantidad y *mix* de productos.

En lo que se refiere al nivel de fraccionamiento es necesario tener presente la menor unidad de manejo empleada en el centro de distribución. Los pallets suelen estar compuestos por cajas y estas a su vez en unidades. En un centro de distribución, los pedidos pueden ser efectuados a nivel de pallet, de caja e incluso de unidad. Cuanto menor sea la unidad de manejo, mayor será el trabajo de preparación y más ineficiente será la utilización del espacio en las zonas de picking. A su vez se debe definir cuál es la proporción de fraccionamiento, es decir, la composición de los pedidos, en volumen, realizados por pallets completos, cajas completas y unidades. Esta información es importante no solo para dimensionar la carga de trabajo, sino también para definir posibles estrategias en el manejo de pedidos y en el layout del almacén.

Naturalmente, a mayor cantidad de productos demandados en una orden, mayor será la complejidad de la preparación. También implica una mayor probabilidad de que se requiera una mayor cantidad de pickeo. En cuanto al mix de productos, es importante analizar si existe una tendencia a que ciertos productos sean ordenados en conjunto o que cierta familia de productos nunca (o en pocas ocasiones) sea ordenada en conjunto con otra. Esto permitiría, en cierta medida, definir una división en el centro de distribución de modo de reducir la cantidad de referencias que se manejan en cada uno.

1.5 INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD

Los indicadores de productividad son indispensables para cuantificar la performance de un centro de distribución y compararla con otros centros con el fin de definir donde se encuentran las mayores oportunidades de mejora. Sin embargo se debe tener cuidado en determinar con qué centros se realizará el benchmarking porque no todos están sujetos a las mismas condiciones de operación. Se sugiere realizar comparaciones con centros sujetos a drivers de dimensiones similares. De esta forma se puede asegurar que si existen diferencias de performance entre los centros, se debe fundamentalmente a la gestión de las operaciones y no a fuentes que se hallan fuera de control. Otra aplicación práctica de los indicadores de productividad es analizar la evolución de la performance a lo largo del tiempo.

Los indicadores de productividad permiten evaluar la eficiencia con la que los recursos producen resultados en una determinada operación. Generalmente suelen ser calculados como el coeficiente entre una medida de producción y una medida de recursos utilizados. En una planta de producción los indicadores clave suelen ser más fáciles de identificar (cómo por ejemplo unidades producidas por hora-máquina u hora-hombre, o unidades producidas por unidades consumidas). En un centro de distribución esta definición no suele ser tan sencilla.

Un primer paso sería identificar el “producto” de un centro de distribución para poder realizar una analogía con una planta de producción. Según el diagrama de las funciones de un CD (Figura 2Figura 1) podemos identificar dos procesos relativamente independientes: uno de descarga y guardado, y otro de preparación y carga. Naturalmente el segundo es el de mayor importancia

debido a que está orientado al cliente. Por esta razón, la mayor cantidad de indicadores suelen estar enfocados a la performance del despacho de pedidos. Continuando con la analogía, el *producto* de este es un pedido despachado y cuenta con una serie de *productos* intermedios, una línea de un pedido preparada y un pedido, en su conjunto, preparado (Figura 5).

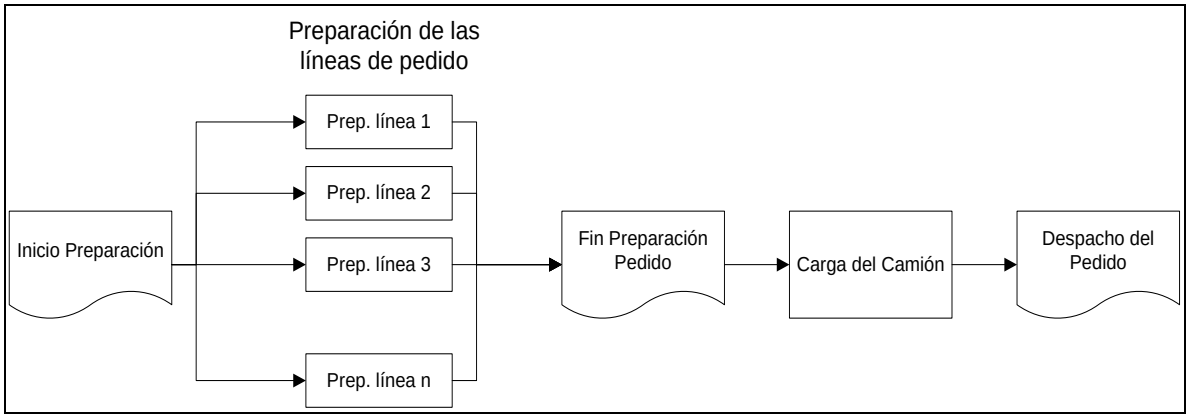

Figura 5: Procesos e hitos del despacho de pedidos

Claro está que existe una gran diversidad en cada uno de estos *productos* y que pueden ser *elaborados* de diversas maneras de acuerdo a sus características. Por ejemplo una línea de un pedido puede implicar un pallet completo, por lo que demandaría una tarea relativamente sencilla en comparación con una línea que requiera el pickeo de una fracción de pallet. A su vez, si el pallet completo es de un producto C, la distancia del recorrido será sustancialmente mayor a la distancia que correspondería para un producto A. Ejemplos similares se pueden extender a la carga de camiones. En este caso los principales drivers son el tamaño del pedido, la cantidad y mix de productos requerido y el grado de fraccionamiento.

El próximo paso sería definir cuáles son los recursos empleados. Para el caso de la preparación de una línea de pedido corresponde a un *pickeador* o un autoelevadorista, según corresponda. Pero para el caso de la preparación de un pedido es más difícil debido a que varios recursos pueden estar preparando el mismo pedido, e incluso pueden estar preparando otros simultáneamente. Aún más, para la preparación de pedidos se emplean distintos recursos, los pickeadores y los autoelevadoristas.

Este procedimiento nos permite calcular indicadores tales cómo cantidad de líneas *pickeadas* por hora-pickeador, cantidad de pallets preparados por hora-autolevadorista, cantidad de pedidos preparados por hora y cantidad de

camiones cargados por hora-operario. Todos estos indicadores están orientados hacia el cliente y están fuertemente condicionados por la carga de trabajo a la cual el centro está demandado. Por un lado dependen de si en todo momento el centro se encuentra procesando pedidos, y de las características de estos. Pero también se debe considerar si simultáneamente los recursos están siendo utilizados para realizar otras tareas como por ejemplo descarga y guardado o movimientos de reposición.

Otros indicadores ampliamente difundidos y de gran utilidad, pero que no son estrictamente indicadores de productividad, son los de tiempo de respuesta. Estos indicadores miden, por ejemplo, el tiempo que transcurre desde que se comienza a procesar una orden hasta que la misma es despachada o el tiempo desde que se comienza a descargar un camión hasta que toda su carga es guardada.

2. ESCENARIO

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS

La empresa en cuestión ofrece una serie de productos de consumo masivo. Aproximadamente el 80% del volumen es producido en la Argentina en dos plantas ubicadas en el Gran Buenos Aires y una tercer planta en San Luis. Los productos importados no tienen producción nacional y son principalmente abastecidos desde Brasil (Figura 6). Además de abastecer el mercado local, un 50% del volumen producido es distribuido a Uruguay, Paraguay y Chile.

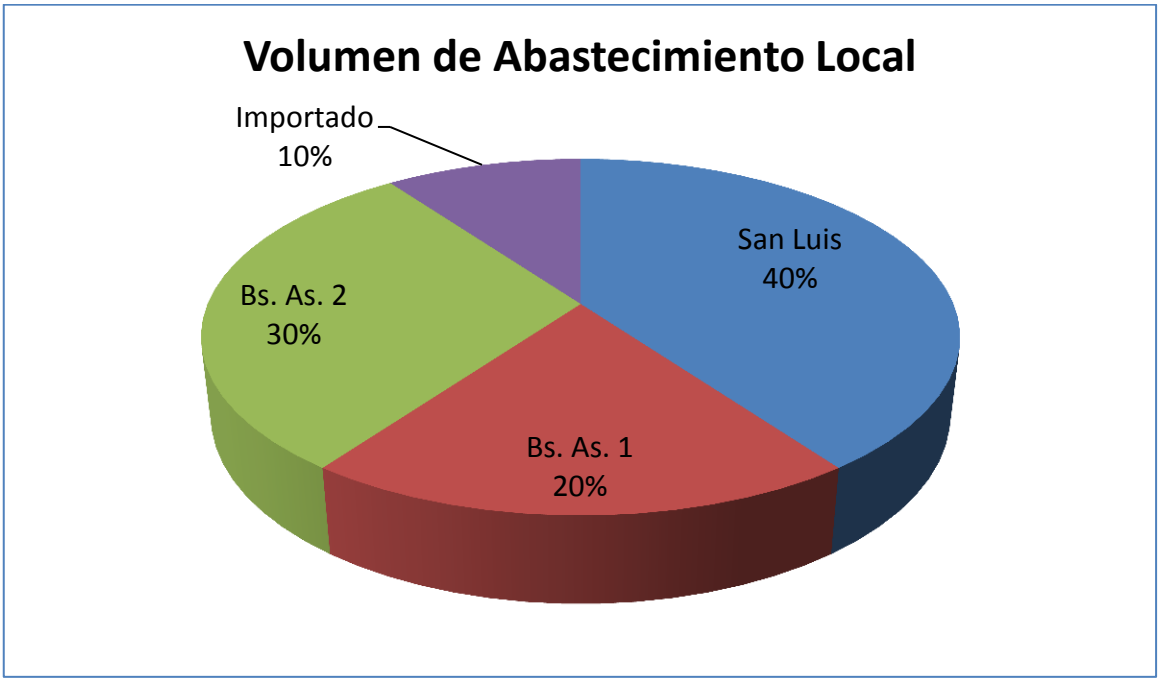

Figura 6: Abastecimiento del Mercado Local

Los productos tienen una relación baja de peso por volumen, por lo que los costos de distribución están definidos por el volumen. El manejo del producto no requiere demasiado cuidado ya que no se trata de productos particularmente frágiles, pero de todos modos es necesario asegurar que el empaque no se dañe ya que tiene cierto valor para el consumidor. También cabe mencionar que los productos no son perecederos y tampoco requieren de un acondicionamiento especial y admiten estar en contacto unos con otros.

Una característica de importancia relativa al producto es que los tiempos de *setup* en la producción son relativamente extensos, por lo que hay una

tendencia a realizar corridas extensas y repetitivas con frecuencia de un mes. Hay excepciones que por su volumen de venta demandan frecuencias de producción de quince días o de dos meses. Este aspecto tiene un claro impacto en los niveles de inventario.

En el año 2007 se rediseño el *footprint* de la cadena de suministros y en base a las conclusiones de este análisis se construyó un centro de distribución en las afueras de la capital federal para distribuir los productos que serían producidos en la planta Bs. As. 1, en la planta San Luis y los productos importados. Aquellos producidos en Bs. As. 2 serían distribuidos directamente desde planta (ver Figura 6). Contiguo a la planta de San Luis se cuenta con un almacén de capacidad reducida y de operación sencilla. La producción de esta planta es almacenada en este punto para luego abastecer la demanda de exportaciones y del centro de distribución de Buenos Aires. Actualmente no se realizan despachos a clientes desde este almacén.

2.2 SITUACIÓN ACTUAL

A partir del análisis mencionado en el inciso anterior se concluyó que idealmente se debería contar con dos centros de distribución para abastecer el mercado local. Uno ubicado cercano a la Capital Federal y otro cercano a la planta de San Luis. Sin embargo, una vez comenzadas las operaciones en el centro de Buenos Aires, las condiciones financieras determinaron la suspensión de la licitación por el centro de San Luis. Por este motivo el centro de distribución opera en un escenario de mayor exigencia sobre el que se había planificado. El mismo debe ser capaz de almacenar el inventario y de recibir y despachar los volúmenes proyectados para dos centros de distribución.

Referido a la necesidad de mantenimiento de inventario, se puede desagregar en dos partes. Un cierto nivel de inventario, el stock cíclico, debe cubrir la demanda producida entre reabastecimientos sucesivos de producto. Tal como se mencionó en el inciso anterior, la mayor parte de los ítems son producidos una vez por mes, por lo que el inventario cíclico promedio es igual a la demanda de un mes. Adicionalmente al stock cíclico se debe almacenar un stock seguridad para poder asegurar un cierto nivel de disponibilidad que cubra variaciones en la demanda.

En cuanto al despacho, en la empresa se presenta un patrón con un marcado aumento en la demanda hacia fin de mes. Entre el 55% y el 65% de los pedidos se realizan en la segunda quincena, concentrándose

aproximadamente el 35% en la última semana (Figura 7). Este desbalance impacta considerablemente en las exigencias sobre la cadena de suministro. La misma debe tener la capacidad de cumplir con la demanda todos los días del mes, por lo que trabajará a plena capacidad hacia finales de mes y estará ociosa a principios de mes. Una estrategia empleada para poder cumplir con los despachos desde el centro de distribución es retener las entregas de planta hasta el comienzo del mes siguiente. Naturalmente esto eleva los inventarios en planta y en ocasiones se recurre al alquiler de almacenes temporales para retener los excesos de inventario.

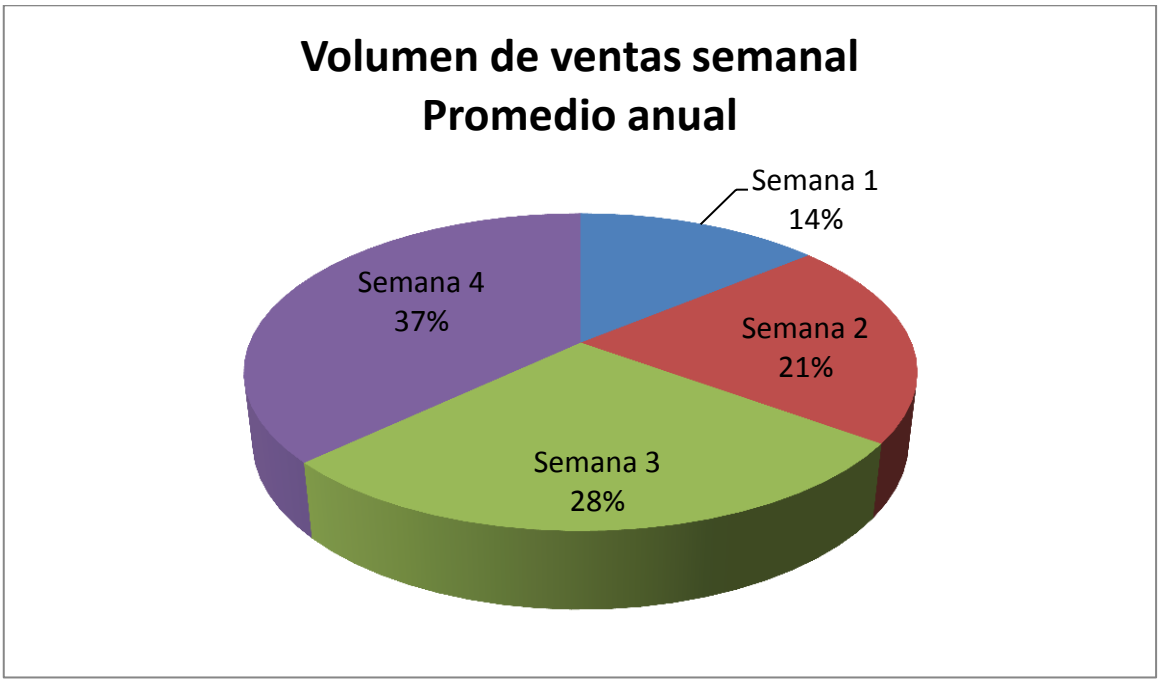

Figura 7: Ventas semanales

Por necesidades adicionales de espacio y por falta de capacidad para recepción de productos, mensualmente se retiene en promedio un inventario equivalente al 10% de la capacidad del centro de distribución en almacenes arrendados. El costo adicional incurrido no es sólo la tarifa de almacenamiento sino también el correspondiente a los movimientos extra que se deben realizar hacia y desde los centros correspondientes.

2.3 OBJETIVOS Y RESULTADOS ACTUALES

La Figura 8 presenta la cantidad de cajas despachadas y la cantidad de cajas planificadas por día para el mes de noviembre. La serie “Total” es la suma de cajas despachadas y recepcionadas por día. Este valor es un buen indicador

de la carga de trabajo a la cual estuvo sujeta el centro de distribución. Adicionalmente, la serie “Pendiente” indica la cantidad de cajas a despachar que no pudieron ser cumplidas hasta el final del día, planificadas en ese mismo día o en día anteriores.

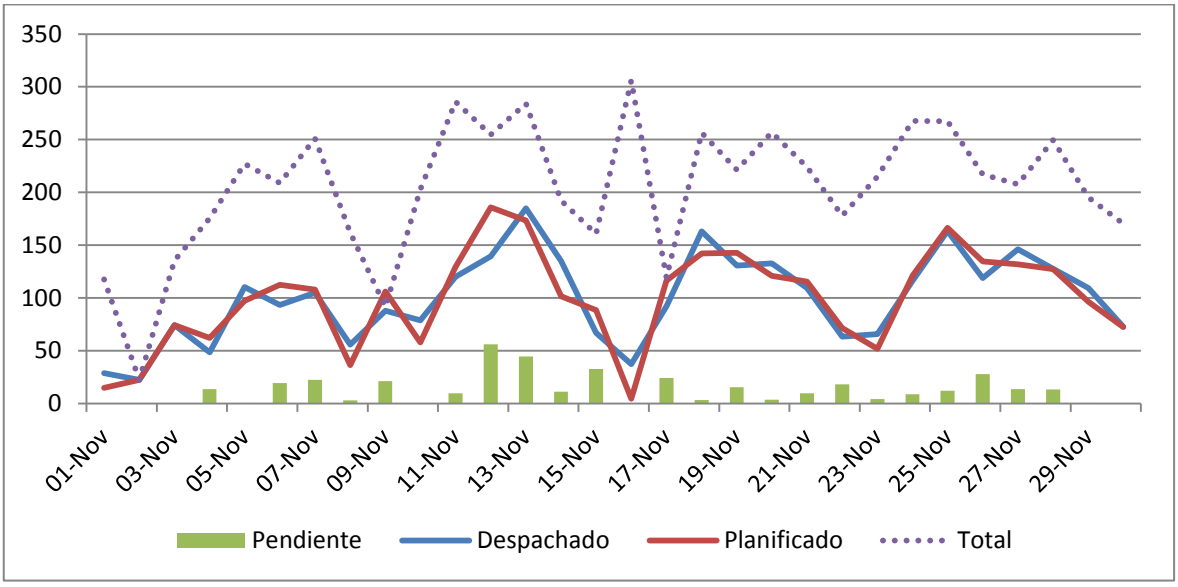

Figura 8: Planificación, despachos y recepciones de noviembre

A través del gráfico de la Figura 8 es posible evaluar varios aspectos de la performance del centro de distribución. La serie azul presenta la cantidad de cajas despachadas por día mientras que la roja es la cantidad de cajas que se planificó despachar ese mismo día (los valores están en base 100 al promedio de cajas despachadas por día). Se observa que en la mayor parte de los días del mes hubo pedidos pendientes con los que no se pudo cumplir. Este problema se ve acentuado en parte de la segunda semana del mes y a lo largo de la última semana, en estos días los pedidos se demoraron entre 12 y 24 horas. Por otro lado se observa que la cantidad de cajas despachadas más las recibidas fluctúa por debajo de un valor máximo de capacidad. Exceptuando los fines de semana, cuando no se trabaja a plena capacidad, todos los valles son evidencia de ineficiencias en la operación. La mayor parte de estos se ubican entre un 10% y 20% por debajo del máximo. Esto pareciera sugerir que si no fuera por estas ineficiencias, el centro podría cumplir con la totalidad de los pedidos en tiempo y forma. También cabe destacar la gran variabilidad que presenta la cantidad de cajas planificadas por día. Esto agrega una exigencia mayor a la capacidad de respuesta del centro de distribución y contribuye a los problemas en cuanto al cumplimiento de los pedidos.

3. OPORTUNIDADES DE MEJORA

3.1 SISTEMA DE INDICADORES

El primer punto sobre el que se hizo énfasis en el proyecto era la falta de un sistema de indicadores apropiado para la correcta gestión de las operaciones. Esta es una herramienta elemental para poder alinear los objetivos del centro de distribución con los del negocio, fijar metas cuantificables, medir los resultados y actuar en consecuencia.

Básicamente los indicadores pueden ser de dos tipos, operacionales o económico/financieros. Por la naturaleza del proyecto se hizo foco en desarrollar indicadores operacionales. Tal como se describió en el inciso 1.5 los indicadores de un centro de distribución suelen estar orientados fundamentalmente a la preparación y despacho de pedidos dado que es la actividad más alineada con los objetivos del negocio.

Todos los pedidos tienen una fecha y hora de vencimiento de acuerdo a la política de entrega de la empresa y a las condiciones particulares de algunos clientes. Para cumplir con este vencimiento el centro de distribución debe ser capaz de asegurar una fecha y hora de despacho para cada uno de los pedidos. Una medida eficaz de la performance del centro de distribución es el porcentaje de pedidos despachados en término.

Adicionalmente se propone como indicador la demora de los camiones dentro del patio dado que tiene un impacto importante sobre los costos de operación. Frecuentemente se incurre en costos innecesarios debido a que no se puede cumplir con la descarga de los camiones que traen mercadería de plantas o con la asignación de muelles para la carga de camiones con destino a clientes. Por lo tanto se definió un indicador adicional que es el del porcentaje de camiones demorados por sobre cuatro horas. Es importante comprender que si bien ambos indicadores parecieran estar directamente vinculados, el segundo depende fundamentalmente de la previsibilidad de las operaciones que es lo que en definitiva permite planificar con mayor precisión el arribo de los camiones al centro.

Ambos indicadores son fáciles de interpretar y son una buena medida de la performance del centro de distribución. Sin embargo es necesario contar con más información para poder hallar las causas de baja performance en caso de que la hubiere. Con el fin de facilitar este tipo de análisis se desarrollo un sistema de KPIs en cascada (Figura 9)

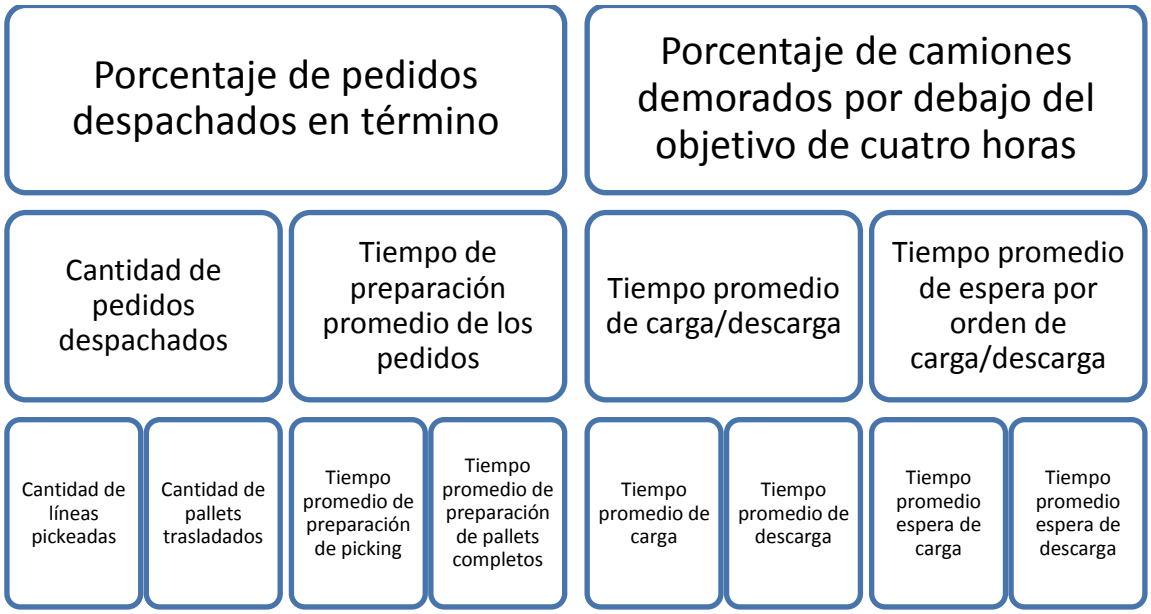

Figura 9: Sistema de KPIs

El principal criterio empleado para el diseño de este sistema es que los indicadores sean fáciles de medir. Esto es posible gracias a que el centro de distribución opera con WMS, el cual provee una gran cantidad de datos en tiempo real. En segundo lugar se buscaron indicadores fáciles de interpretar y que permitieran explicar las causas de las posibles desviaciones de los dos indicadores de cabecera.

En cuanto al primer indicador, se determinó la necesidad de medir por un lado la carga de trabajo en términos de pedidos despachados y por otro la rapidez en la preparación de los pedidos. A su vez, ambos indicadores fueron discriminados por tipo de tarea con el fin de hallar con mayor facilidad la fuente de los desvíos.

Por el lado del porcentaje de camiones demorados por debajo del objetivo se determinó que el modo más apropiado para definir la cascada (y en contraste con la lógica empleada en la cascada anterior) es apuntando a la composición de los tiempos. El tiempo que los camiones permanecen en el predio es la suma del tiempo en espera por la asignación de un muelle y el tiempo de carga o descarga de los productos. El primer indicador tiene una correlación directa con la congestión del centro de distribución y la planificación del arribo de los camiones[1]. El segundo es directamente el tiempo del proceso de carga o descarga de los camiones.

[1] El tiempo de espera para la carga es hasta la finalización de la preparación del pedido, aún si el camión ya se encuentra en el muelle.

Se definió un proceso de revisión de los indicadores con una frecuencia semanal. A su vez, cada indicador cuenta con un objetivo de modo tal que cuando se observe que alguno de estos indicadores no alcanza el objetivo se investigue las razones y se realice un análisis para resolver los problemas que originaron el desvío.

3.2 REDEFINICIÓN DE LA ESTRATEGIA DE PICKING

Mensualmente se despacha entre el 30% y el 40% del volumen en pallets incompletos, aunque nunca en unidades menores a una caja. La complejidad de esta operación es crítica en la preparación de los pedidos y usualmente es la que determina el tiempo de preparación. Por esta razón el análisis de mejora se enfoca principalmente en este punto. Existen varias estrategias para optimizar este proceso, algunas de las cuales pueden no estar volcadas sobre el centro de distribución en sí, como por ejemplo la definición de lotes de compra mínimo para los clientes o precios diferenciales. Sin embargo este tipo de estrategias es demasiado complejo, fundamentalmente debido a que demandan el consenso de varios sectores de la organización. Por lo tanto se limitará el análisis a las operaciones internas del centro de distribución.

La zona de picking cuenta con 9 pasillos distribuidos en 70 metros de frente y con un largo de 40 metros cada uno. Las estanterías son de doble profundidad, es decir que por cada frente de picking hay dos posiciones disponibles. Debido a la dificultad para *pickear* desde la segunda posición, todos los frentes tienen un único material en ambas posiciones. Actualmente se determinaron pasillos de sentido único para los pickeadores (Figura 10).

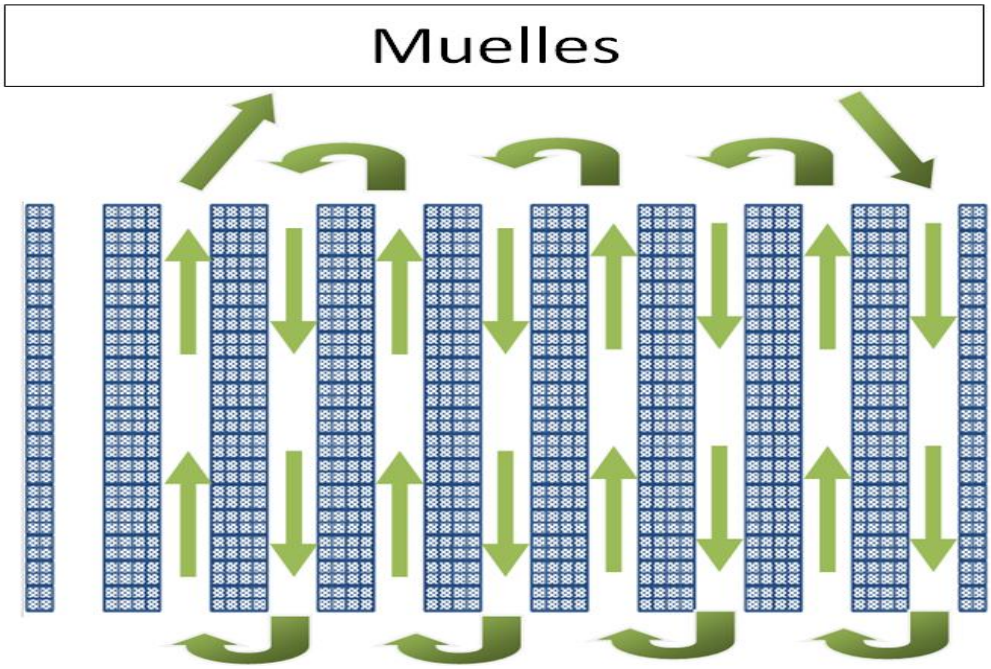

Figura 10: Zona de picking

El proceso de picking definido es del tipo *pick-to-order* donde la orden está consolidada por cliente. Para cada cliente (que puede llegar a alcanzar hasta 3 por transporte) se calcula la cantidad de pallets completos y la cantidad de pallets incompletos por cada material ordenado. A partir de los pallets incompletos se crea una lista de picking que contiene todos los materiales a ser *pickeados* junto con la cantidad de cajas correspondiente. Generalmente este volumen supera la capacidad de un pallet, por lo que se divide en una serie de tareas donde cada una demanda la preparación de un pallet mixto según una ruta específica que indica el orden y la cantidad en que se debe ir pickeando cada material. Al recibir la orden, el pickeador se dirige a la zona de picking y la recorre en el sentido que indica la lista según las posiciones asignadas a cada material y lleva el pallet mixto al muelle de carga. En ocasiones el cliente exige que los pallets sean mono-producto, por lo que el equipo de los muelles de carga debe dividir los pallets mixtos.

Una alternativa a esta estrategia es consolidar las órdenes de trabajo por transporte. Esto permitiría reducir el volumen de picking y simplificar este proceso pero aumentaría la carga de trabajo de los equipos en los muelles de carga dado que se requeriría dividir los pallets por cliente.

Para aclarar las ventajas y desventajas de cada alternativa se plantea el siguiente escenario para la preparación de un transporte con destino a dos clientes indicando las cantidades correspondientes a cada material expresadas en pallets:

Material	Cliente 1	Cliente 2	Total
A	0,00	0,80	0,80
B	0,75	4,40	5,15
C	2,80	1,00	3,80
D	0,00	6,80	6,80
E	6,20	0,00	6,20
F	4,20	9,20	13,40
G	4,20	0,00	4,20
H	2,30	5,80	8,10
I	2,10	1,75	3,85
J	0,30	4,20	4,50

Tabla 1: Ejemplo composición de transporte multi-cliente

Considerando el algoritmo empleado por el WMS para crear las tareas de despacho se llega a los siguientes resultados para la alternativa 1 (orden consolidada por transporte) y la alternativa 2 (orden desagregada por cliente):

	Alternativa 1	Alternativa 2
Tareas de Pallet Completo	52	50
Cantidad de pickeos	10	15
Tareas de Pallet Incompleto	6	9
Tarea 1	A->B	B (Cliente 1)
Tarea 2	C	C->E
Tarea 3	D->E	F->G->H->I
Tarea 4	F->G->H	J
Tarea 5	I	A (Cliente 2)
Tarea 6	J	B
Tarea 7	-	D->F
Tarea 8	-	H
Tarea 9	-	I->J
Pallets mixtos (Cliente 1+2)	6	-

Tabla 2: Consolidación de tareas de picking por tipo de estrategia

Naturalmente la alternativa 1 resulta en una mayor cantidad de tareas de pallet completo. Esto se debe a que para los materiales en que la suma de las cantidades a pickear para cada cliente supera la unidad, se consolida en una tarea de pallet completo. Como resultado se tiene una menor carga de trabajo para los pickeadores, aunque no implica un aumento en la carga de los montacargas, sino simplemente el reemplazo de tareas de reabastecimiento de la zona de picking por tareas de despacho. Sin embargo esto implica el trabajo adicional de dividir el pallet por cliente, lo cual no sólo afecta la carga de trabajo sino que aumenta las probabilidades de cometer errores en el despacho de productos. Otro motivo por el que aumenta considerablemente la carga de trabajo de los pickeadores es que la cantidad de posiciones visitadas aumenta. Cuando un material es ordenado por ambos clientes, ese material es pickeado una única vez en el caso de la alternativa 1, pero 2 veces para la alternativa 2. Nuevamente esto implica que en el muelle se deberá dividir este pallet por cliente. Otro punto a considerar es que para la alternativa 2 las distancias recorridas entre cada posición de picking aumentan.

Para determinar cuál es la mejor alternativa se recolectaron los datos respectivos a los transportes preparadas para más de un cliente en el período de un mes y se aplicó el mismo algoritmo que en el ejemplo planteado para determinar la cantidad de tareas de picking y de posiciones visitadas por transporte, la cantidad de pallets mixtos y la distancia promedio recorrida por tarea (tomando en este caso la disposición actual de los materiales en la zona de picking). Los resultados obtenidos de este procedimiento se presentan a continuación.

	Alternativa 1	**Alternativa 2**
Cantidad de tareas de picking por transporte	4,5	7,4
Cantidad de posiciones visitadas por transporte	19,8	26,2
Distancia recorrida por transporte (m)	171	198
Pallets mixtos por transporte	7,8	0

Tabla 3: Comparación alternativas de picking

A partir de estos resultados se llegó a la conclusión de que la alternativa 1 es más conveniente que la alternativa 2. Debido a las dimensiones de la zona de picking, el tiempo para ejecutar estas tareas es mucho mayor que el que toma

dividir los pallets por cliente, por lo que se justifica el hecho de preparar casi 8 pallets mixtos a cambio de realizar 3 tareas menos de picking.

3.3 REDIMENSIONAMIENTO DE LA ZONA DE PICKING

Para el buen funcionamiento del proceso de picking es necesario contar con un sistema de reabastecimiento que asegure plena disponibilidad de los materiales. Cada vez que se agota un pallet de picking se lanza una tarea de reabastecimiento que ordena la reposición del pallet por uno completo ubicado en la zona de almacenamiento. Según la ubicación de dicho pallet, pero fundamentalmente según la congestión del centro de distribución, la ejecución de esta tarea puede demorarse cierto tiempo. Por lo tanto es necesario contar con suficientes pallets en la zona de picking para poder abastecer la demanda durante este tiempo.

Debido a la complejidad y criticidad del proceso de picking, es importante realizar un diseño apropiado del sistema definiendo los parámetros en juego y las variables sobre las que impactan. En primer lugar se debe determinar la cantidad de posiciones a asignar a cada uno de los materiales activos en la zona de picking. A mayor cantidad de pallets asignados, menor es la probabilidad de que se produzca un faltante de cajas. Sin embargo esto lleva aparejadas dos consecuencias no deseadas: por un lado disminuye la capacidad de almacenamiento del centro de distribución y, por el otro, aumentan las distancias de recorrido de picking. Una vez definida la cantidad de posiciones por material es preciso determinar la distribución de los materiales dentro de la zona de picking. En este caso es importante considerar el impacto que tendrá sobre la estabilidad de los pallets de picking preparados, la congestión en los pasillos y las distancias recorridas.

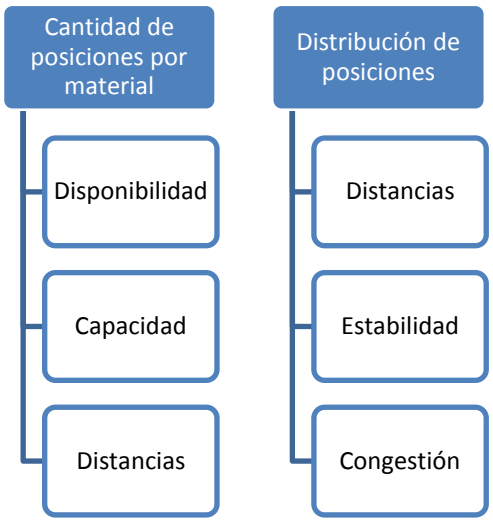

Figura 11: Criterios para el redimensionamiento de la zona de picking

- Cantidad de posiciones por material

Por los motivos mencionados es crítico realizar un balance adecuado para determinar la cantidad de posiciones por material. Con este objeto se tomó una serie de premisas. En primer lugar se realizó una clasificación ABC de los materiales según la cantidad de pallets pickeados en los últimos 3 meses. En principio, dado que las estanterías son de doble profundidad, a los A se les asignarían 6 pallets, a los B, 4 y a los C, 2. A su vez se modeló el sistema según una política de inventarios pero, dado que la demanda no tiene un comportamiento estándar, los resultados no son totalmente confiables y fueron utilizados únicamente como referencia para determinar los límites entre A y B y entre B y C. Esto definió una primera aproximación a la cantidad de posiciones por material. Por otro lado se determinó que dado la alta demanda de trabajo en el turno de la noche, es condición deseable poder evitar las tareas de reabastecimiento durante ese período con el fin de minimizar la congestión en la zona de picking y minimizar la carga de trabajo de los montacargas. Por lo tanto se tomaron los picos de demanda por material durante este turno a lo largo de los últimos 3 meses y se hizo un promedio de los 3 más altos; aquellos materiales que tuvieran asignadas menos posiciones que este promedio se elevarían de categoría.

Los resultados obtenidos con datos de los últimos 3 meses a partir de los tres análisis fueron muy similares, por lo que ofrece cierto grado de confiabilidad sobre los mismos. El mismo análisis se repitió con datos de los últimos 6 meses y se observaron diferencias considerables en los resultados. El motivo de esto es la alta variabilidad de la cartera de productos. Frecuentemente muchos productos son lanzados en reemplazo de otros, por lo que la demanda de estos crece considerablemente en detrimento de otros ya establecidos.

Además, parte de estos productos son lanzados por un corto período de tiempo. Por este motivo hace falta proyectar los análisis realizados a los próximos meses tomando en consideración los productos a discontinuarse y a lanzarse. Para los nuevos se evaluó si surgían en reemplazo de productos existentes, por lo que se les asignarían la misma categoría que estos; de lo contrario, a partir de los proyecciones se asignaría la categoría más adecuada.

- Distribución de las posiciones

Una vez determinada la cantidad de posiciones a asignar para cada material, queda pendiente la ubicación de los mismos dentro del centro de distribución. El principal punto a considerar en este caso es el hecho de si existen familias de productos que suelen ser despachadas en conjunto. En este caso habría una gran oportunidad para mejorar la eficiencia del proceso de picking asignando posiciones de picking agrupadas según estas familias.

Por lo general los clientes ordenan por negocio, ya sea porque algunos sólo distribuyen esos productos o porque agrupan sus pedidos según este criterio. Para validar esta suposición se tomaron los datos de despacho del último mes. Para evitar las distorsiones producidas por los productos de baja rotación solamente se consideró aquellos productos que acumulan el 50% de los despachos. En primer lugar se contabilizó cuantas veces se despachó cada par de productos en un mismo transporte y se calculó el cociente entre el doble de este valor y la suma de las veces que cada uno de los productos fue despachado. Luego se ordenó la lista de mayor a menor de acuerdo a este valor y se fue asignando un grupo a cada uno de los productos buscando mantener las parejas con un valor superior al 60% en un mismo grupo y al mismo tiempo generando tantos grupos como sea posible. Del resultado se observó una gran correlación con el negocio de los productos. Por esta razón, considerando que este análisis debería repetirse con cierta frecuencia para mantener el orden de la zona de picking a lo largo del tiempo, se optó, por su simplicidad, tomar como definición de las agrupaciones el negocio de los productos. A su vez esto permite extenderlo para todos los productos.

Otro punto que se debió tener en consideración es la apilabilidad de los productos. A partir de la observación del proceso de picking se detectó que los pickeadores tenían ciertas dificultades para transportar los pallets de picking debido a que en ocasiones se conformaban de manera demasiado inestable. Una propuesta para minimizar este problema fue reducir el alto máximo de los pallets de picking. Esto solucionaría este problema, pero implicaría un aumento en la cantidad de tareas de picking por transporte. En consecuencia surgió una alternativa que consistía en definir la ubicación de los productos en la zona de picking de modo tal que los productos de mayor volumen y más rígidos se

colocaran al inicio de la zona y que los de menor tamaño estuvieran al final. De este modo se puede asegurar que los pallets se construyan con una base más estable conformando una mejor estructura del pallet en su conjunto y sin la necesidad de reducir su altura.

Considerando este objetivo se planteó que dentro de cada negocio son pocas las diferencias entre los tamaños de los productos, y que únicamente en algunos pocos casos sería necesario dividirlos en 2 subgrupos. Por esta razón, ésta estrategia no se opone a la agrupación planteada de los productos, sino que define una pauta para determinar el orden de los grupos en la zona de picking.

Por último se consideró cómo reducir la congestión en la zona de picking. Si bien este es un criterio de menor importancia, es deseable evitar que en ciertos pasillos se concentre una elevada rotación de productos dado que implicaría una alta circulación de pickeadores y montacargas en estos pasillos, provocando ineficiencias por congestión. Dado que ya fueron definidos grupos de productos y el orden dentro de la zona de picking, sólo es posible minimizar la congestión ordenando los productos dentro de cada uno de estos grupos.

3.4 CROSS-DOCKING

Uno de los principios fundamentales de la logística es minimizar tanto como sea posible el manipuleo de materiales. Esto implica, dentro de lo posible, despachar directo al cliente desde la planta de producción o consolidar producto desde una plataforma de cross-docking y despachar sin almacenar. Esta estrategia trae aparejado un ahorro considerable en costos de transporte, almacenamiento, operaciones y daño de materiales.

El análisis para la definición del despacho directo a clientes formó parte de otro proyecto que involucró varias áreas de la empresa. En cuanto a la operación de cross-docking, se hizo hincapié en dos conceptos distintos. En primer lugar se puede realizar cross-docking oportunista que se refiere al caso en que al momento en que se está descargando un camión, en otro muelle se está preparando la carga de otro que requiere uno o más materiales de los que se están descargando. El otro tipo de cross-docking es el planificado, el cual no requiere que ambas tareas sean simultáneas. En este caso al descargar el camión, se traslada el material a ser despachado a una zona de staging donde será retenido hasta que comience la preparación del camión. La desventaja de este tipo de cross-docking es que requiere de un área a piso donde se pueda retener temporalmente una determinada cantidad de pallets y, además, implica

un mayor número de movimientos. La ventaja es que permite aplicarlo en un mayor número de oportunidades en los cuales, de no realizarse el cross-docking, requeriría movimientos hacia y desde la zona de almacenamiento, los cuales no pueden ser ejecutados por traspaletas y demandan una mayor cantidad de tiempo.

- Cross-docking oportunista

La aplicación de esta estrategia requiere de una definición estructurada de los procesos de recepción y despacho, para, de este modo, evaluar en cada caso la posibilidad de efectuar cross-docking. El proceso definido para la recepción es el siguiente:

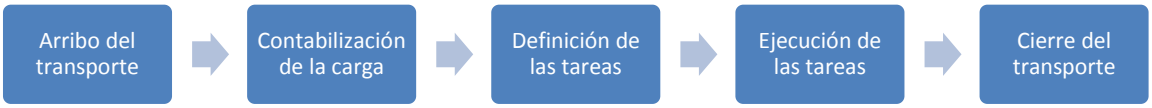

Figura 12: Proceso de recepción

El proceso definido para despacho es el siguiente:

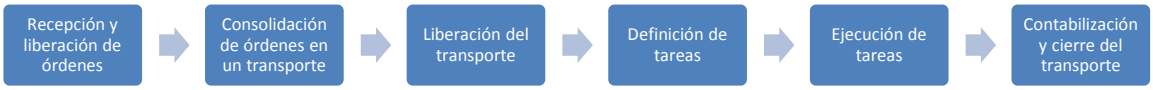

Figura 13: Proceso de despacho

Tanto en el despacho como en la recepción, la definición de las tareas determina qué pallets, desde donde y hacia donde se deben movilizar. En este instante ingresan a una cola de tareas pendientes, donde aguardan hasta que algún recurso se libere y sea asignado para realizar esta tarea. Tomando el caso de una recepción, durante este plazo de tiempo sería posible redefinir la tarea para que en lugar de dirigirse a un rack, se dirija a un muelle para ser cargado en un transporte que requiera ese mismo material. Para el caso de un despacho la situación sería similar: en lugar de retirar el pallet desde un rack, se lo podría retirar desde un muelle de donde se haya descargado ese mismo material.

Para implementar esta metodología es necesario modificar la lógica empleada por WMS para la definición de cada una de las tareas. En el caso de una recepción el sistema determina para cada uno de los pallets descargados cuál debe ser el destino de acuerdo a un algoritmo que evalúa las posiciones de almacenaje disponibles y la categoría del material. Este algoritmo se modificó para que en primer instancia revisara la cola de tareas para validar si existe alguna tarea correspondiente a este material con algún rack cómo origen y destino a algún muelle de despacho. En el caso de encontrar alguna tarea que cumpla con estas condiciones se redefine la tarea de modo tal que el pallet a trasladar sea aquel que se está descargando y el origen sea el correspondiente.

Para poder estimar el impacto se realizó el siguiente cálculo tomando varias simplificaciones para llegar a un resultado aproximado del porcentaje de pallets recepcionados que son trasladados directamente a un muelle de despacho. En promedio, en un dado momento, hay 4 muelles en proceso de preparación para despacho y 8 pallets completos en espera para ser trasladados a cada muelle que corresponden, en promedio, a 3 materiales distintos. Esto da como resultado un total de 32 tareas en espera para despacho y 12 grupos de pallets (cada grupo corresponde o bien a un material distinto o a un muelle distinto). El motivo de esta agrupación es que para los 8 pallets completos de un mismo camión hay una tendencia a que correspondan a unos pocos materiales dado que cada cliente no compra la cartera entera de productos y además generalmente compra según un lote mínimo. Por otro lado el centro de distribución cuenta con un total de 255 materiales. Si el volumen despachado estuviera uniformemente distribuido, la probabilidad de que un material en proceso de recepción coincida con un material dado en proceso de despacho sería de 0,4%. Pero dado que hay materiales que tienen mayor movimiento que otros, esta probabilidad asciende a 0,8%. La probabilidad de que un material recibido esté en la lista de espera es igual al complemento de la probabilidad de que no esté en ninguno de los grupos antes mencionados:

$$1 - (1 - 0{,}8\%)^{12} = 9\% \qquad (1)$$

Esto implica que, al descargar un camión, automáticamente el 9% de los pallets serán direccionados a un muelle de carga.

En el caso de un despacho, la situación es similar. WMS debe definir para cada uno de los pallets que se deben movilizar hacia el muelle cuál es el origen más apropiado. El algoritmo empleado en este caso también se modificó con el fin

de que en primera instancia comprobara si en la cola de tareas hay una que corresponde al material evaluado con origen desde algún otro muelle y destino a un rack. De encontrarse una tarea de este tipo, se redefinirá para cambiar el destino por el del muelle correspondiente.

Realizando el mismo cálculo que en el caso anterior se deduce también que, al definir la carga de un camión, automáticamente el 9% de los pallets provendrán de un muelle de descarga.

Aplicando las dos metodologías en simultáneo se llega a que aproximadamente el 17% de los pallets ingresados y despachados se despacharán realizando cross-docking oportunista. Si bien en los cálculos se recurre a muchas simplificaciones, el resultado ofrece una estimación de la magnitud de los beneficios esperados. La precisión en los cálculos no es importante dado que para la implementación de esta metodología no se incurre en ningún costo significativo.

- Cross-docking planificado

El cross-docking planificado es más complejo debido a que se debe anticipar a las necesidades de despacho para poder apartar los pallets descargados y a ser despachados en una zona adecuada. Cuanto mayor sea la zona mencionada, mayor capacidad tendrá el centro de distribución para realizar cross-docking si se aumenta la ventana de planificación en concordancia. Actualmente se cuenta con muy poca visibilidad respecto a los despachos futuros, incluso dentro del mismo día. Por lo tanto es preferible no aplicar esta metodología para evitar el uso inadecuado de la zona.

3.5 DIMENSIONAMIENTO DE ZONA DE STAGING PARA *REEMPAQUE*

El centro de distribución cuenta con un proceso de reempaque cuya función consiste en consolidar materiales fabricados en las plantas de producción con otros materiales (ya sea de elaboración propia o externa) para conformar productos de promoción. Las necesidades de fabricación son definidas de acuerdo al siguiente cuadro:

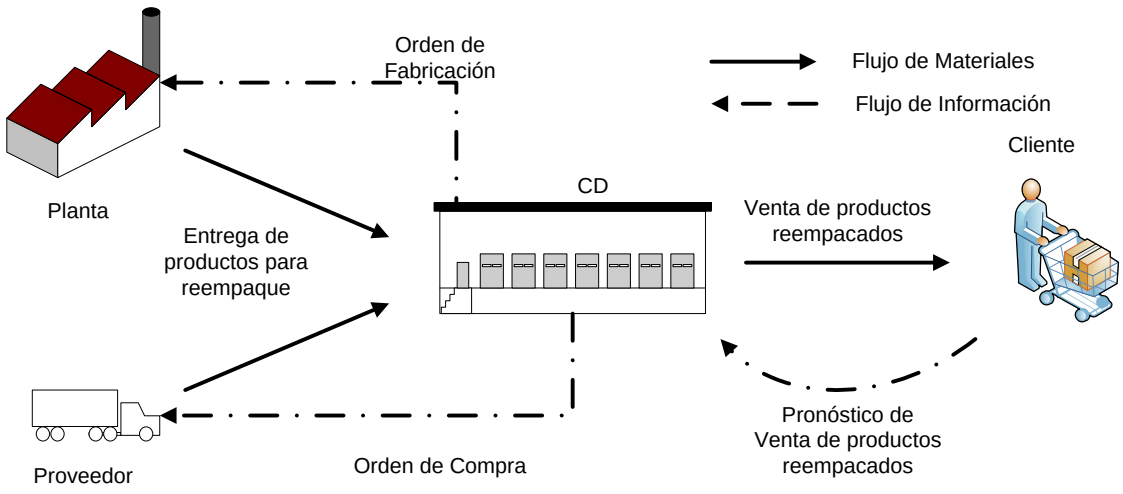

Figura 14: Cuadro de flujo de materiales e información

El departamento de marketing confecciona el pronóstico de ventas para cada uno de los productos, incluyendo los de promoción. En el caso de estos últimos, de acuerdo al pronóstico y la política de inventarios se genera la necesidad de fabricación de los productos semielaborados correspondientes. Al finalizar la producción de los semielaborados, la misma es despachada al centro de distribución donde es almacenada hasta generarse la orden de reempaque.

De acuerdo a las necesidades de corto plazo y a las disponibilidades de semielaborados se confecciona lo que se denomina el programa de reempaque. El mismo indica qué productos y en qué cantidades han de ser producidos dentro de los siguientes 5 días y en qué orden. El reempaque se realiza en dos turnos y 5 días a la semana. Al comienzo del día los autoelevadores trasladan los semielaborados que serán consumidos durante el primer turno a la zona de *staging* de reempaque. Al iniciar el trabajo de reempaque se consumen estos productos para generar el producto final. Estos se *repalletizan* y se vuelven a colocar en la zona de staging para luego ser trasladados a la zona de almacenaje por los autoelevadores.

Si se contara con una zona de staging para reempaque lo suficientemente amplia se podría evitar los movimientos de autoelevadores reemplazándolos por movimientos de traspaletas bajo el siguiente esquema.

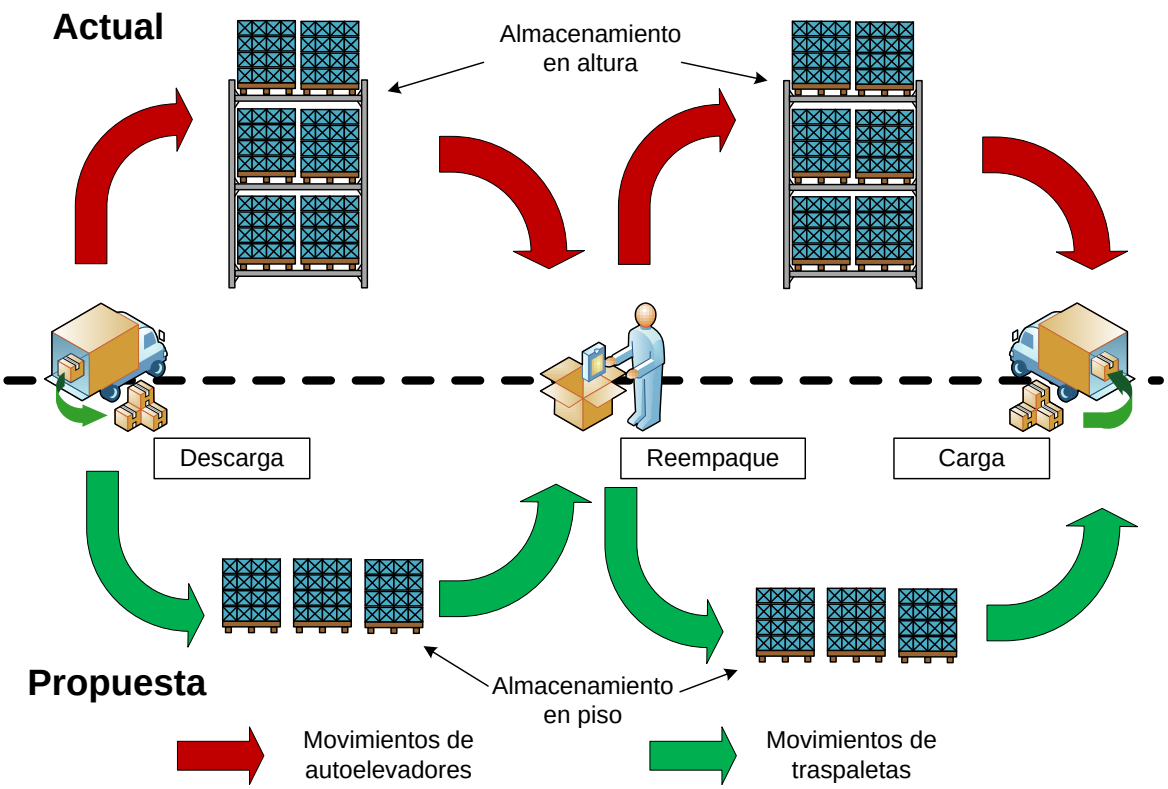

Figura 15: Comparación del mapa de procesos y almacenamiento

La situación propuesta presenta la ventaja poder realizar los movimientos con traspaletas, por lo que disminuye el uso de los recursos más costosos y además disminuye la duración de cada uno de estos movimientos. La desventaja es que requiere de un espacio de almacenamiento mayor. El motivo por el cual esta propuesta puede ser viable es que el tiempo de permanencia en cada una de estas etapas de almacenamiento es mayor, por lo que el número de movimientos por espacio de almacenamiento ocupado es mayor que el de productos regulares.

Se puede evaluar la oportunidad de optimizar sólo los movimientos de ingreso, sólo los movimientos de egreso o ambos. Para determinar la magnitud de la oportunidad de mejora se calculó la carga de trabajo de los montacargas sobre una de estas dos actividades. La cantidad de tareas diarias realizadas con este fin se obtuvo duplicando la cantidad de pallets de semielaborados recibidos por día. En promedio la realización de ambas tareas insume aproximadamente 3 minutos. A partir de esto se determinó que la carga de trabajo es de 6 horas diarias (es decir, un cuarto de la capacidad de autoelevador).

Si se tomara la decisión de utilizar la estrategia para reemplazar la totalidad de los movimientos de ingreso sería necesario disponer de una zona

suficientemente amplia como para alojar la totalidad del inventario de semielaborados. Para considerar esta posibilidad se calculó la evolución del inventario de semielaborados durante los últimos 2 meses.

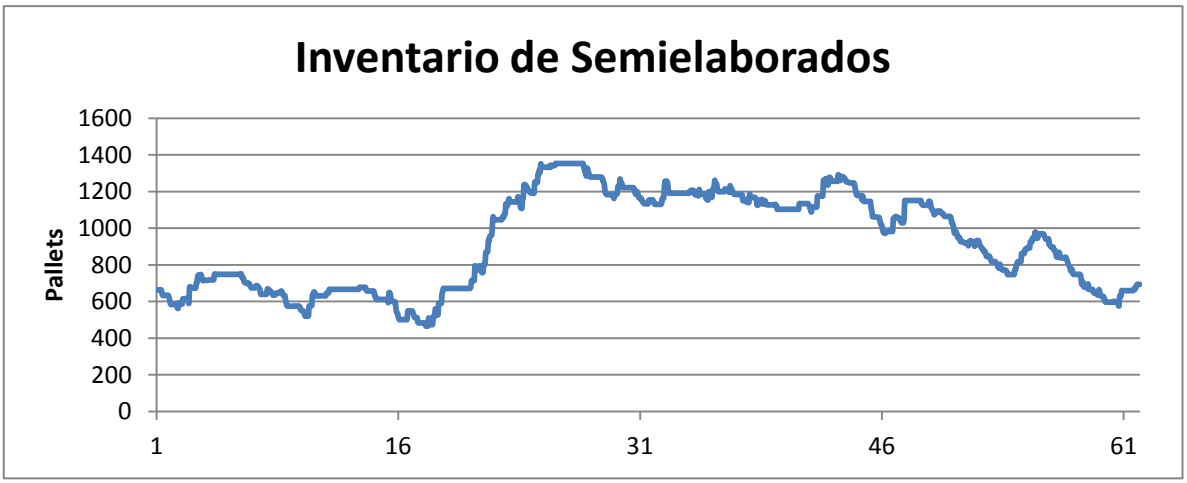

Figura 16: Evolución del inventario de semielaborados

La gráfica muestra un inventario promedio de aproximadamente 900 pallets y un máximo de 1400. Naturalmente el tamaño del área requerida no justifica la reducción en la carga de trabajo. Sin embargo se espera que si se utilizara esta estrategia para los pallets con mayor rotación se podría aprovechar al máximo el área asignada y los recursos de los autoelevadores. Bajo esta consideración se calculó el tiempo de almacenamiento de los pallets destinados a reempaque y de los pallets reempacados en el plazo de 2 meses. Con estos datos se elaboraron dos histogramas.

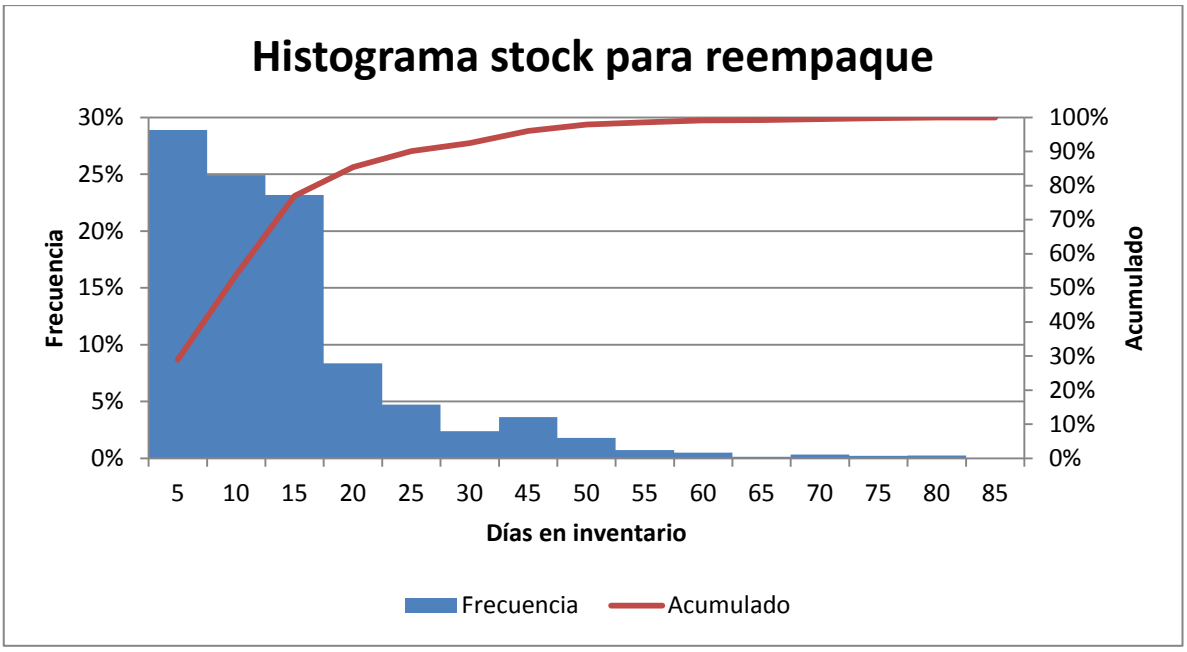

Figura 17: Histograma de tiempos en inventario de materiales para empaque

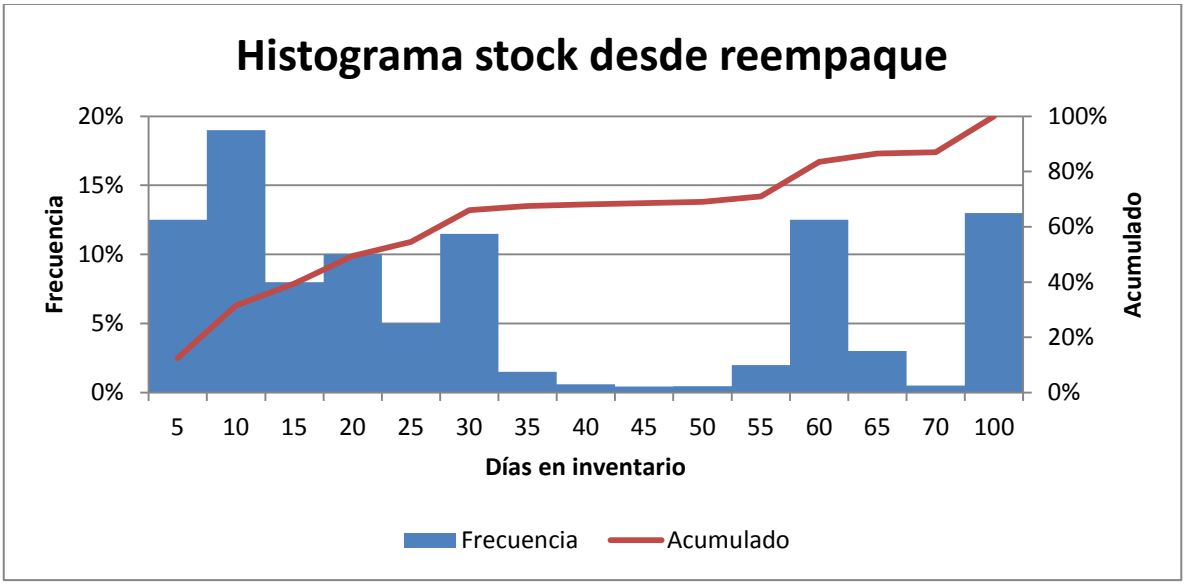

Figura 18: Histograma de tiempos en inventario de productos empacados

De los histogramas se observa que los movimientos de ingreso tienen mayor rotación. Por otro lado tienen una ventaja adicional dada por el plan de reempaque. El mismo ofrece una previsión del consumo durante 5 días, que, dada la imprevisibilidad de las ventas, no existe para las salidas. Por lo tanto se tiene la certeza de que si se reserva un pallet dentro del plan, el mismo va a ser retirado en la fecha esperada. Bajo esta observación se redefinieron los rangos

del histograma para comprender el comportamiento de los materiales que ingresan al centro de distribución estando dentro del plan de reempaque.

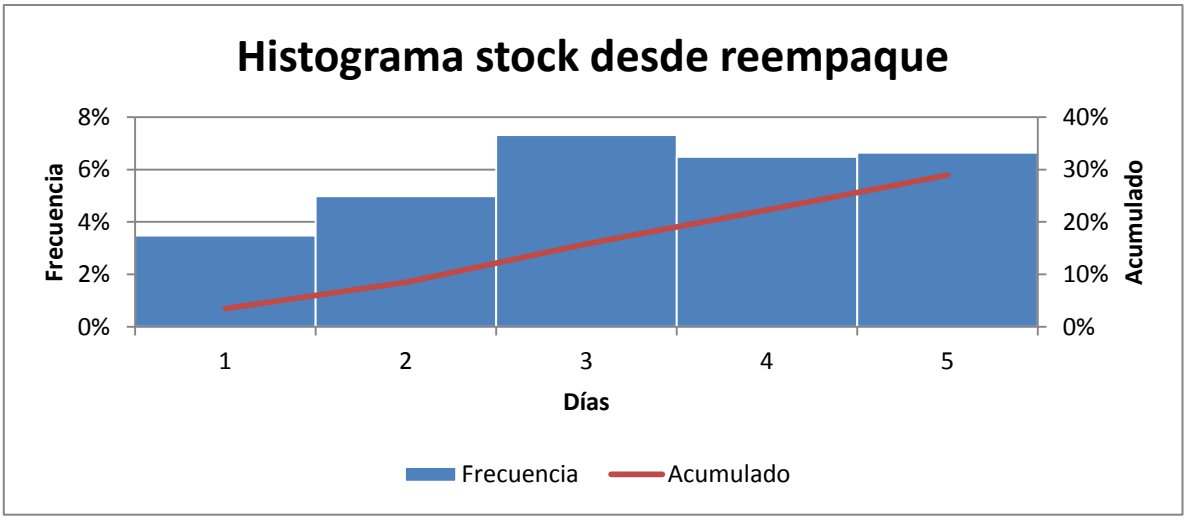

Figura 19: Histograma de tiempos en inventario de materiales para empaque (5 días)

Considerando este escenario es razonable priorizar los pallets destinados a reempaque en los días más próximos por sobre el resto. Por lo tanto, queda definir a en base a cuantos días de reserva se debe diseñar la zona de staging. Para tomar esta definición se calculó la relación entre la capacidad de almacenamiento y el número de movimientos implicados para los distintos valores que se le puede asignar a este parámetro.

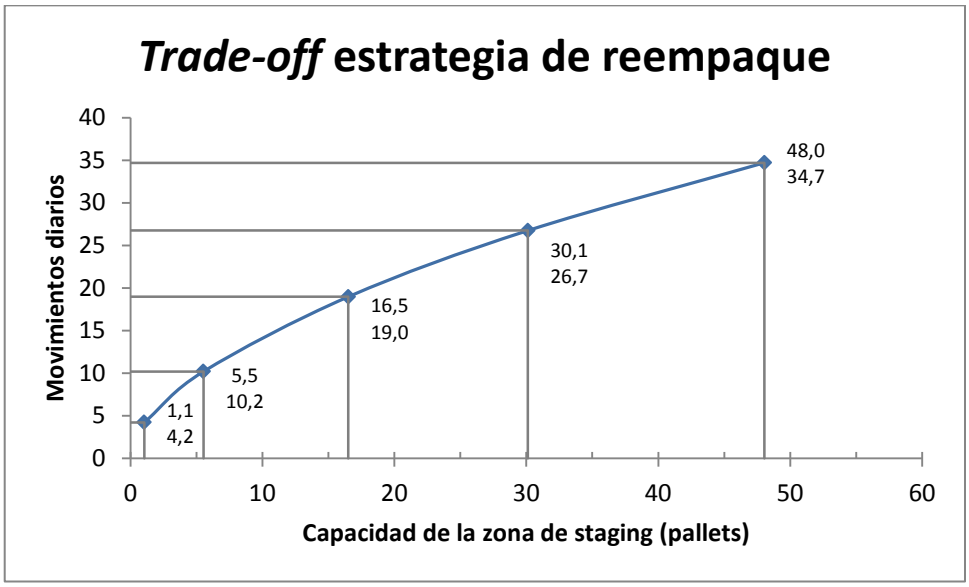

Figura 20: Movimientos directos a reempaque en función a la capacidad de la zona de staging

Por otro lado se evaluó la disponibilidad de espacio frente a la zona de reempaque para almacenamiento a piso. Se determinó que se cuenta con disponibilidad para 60 pallets, de los cuales 30 posiciones son requeridas para almacenar el reempaque de un turno. Por lo tanto se decidió utilizar las 30 posiciones restantes para aplicar la estrategia propuesta. Esto implica que todos los productos que se encuentren dentro de los próximos 4 días del plan de reempaque serán trasladados a esta zona, disminuyendo la carga de trabajo de los autoelevadores en 80 minutos diarios. Esto es una cuarta parte de la carga de trabajo insumida por la totalidad de los movimientos hacia reempaque y un 1% de la carga total de trabajo. Dado que se estima que cada traslado desde la zona de muelles a la zona de staging implica aproximadamente 1,5 minutos, se espera un aumento de 40 minutos en la carga de trabajo de las traspaletas.

3.6 DIMENSIONAMIENTO DE ZONA DE PALLETS INCOMPLETOS

El centro de distribución recibe diariamente pallets incompletos de dos fuentes: de las devoluciones de clientes (previa aprobación de calidad) y de las plantas de producción (mayormente del final del lote). Una vez recibidos, los pallets incompletos son trasladados a la zona de almacenaje junto con los demás pallets donde aguardan a ser despachados. Estos pallets son fuente de ineficiencias tanto en el almacenamiento como en el manejo de materiales y adicionalmente contribuyen al desorden del centro de distribución. Con el fin de disminuir estos inconvenientes se planteó una alternativa en la cual se dispusiera una zona de almacenamiento exclusiva para pallets incompletos. El objetivo de la misma es poder garantizar un orden en el almacenamiento que permita el planteo de una política de preparación de pedidos que minimice las ineficiencias.

Se plantean tres alternativas. Por un lado se puede utilizar el producto en la zona de pallets incompletos para la preparación de pedidos. Al lanzarse la preparación de un pedido, por cada material se revisa la disponibilidad en la zona de pallets incompletos y se despachan todos los pallets que no superen la cantidad de cajas restantes en la orden. Si luego de revisar la zona queda pendiente una cantidad superior al *palletizado* del material se procede a despachar desde la zona de pallets completos. De lo contrario se procede con el picking. La segunda alternativa consiste en utilizar los productos en la zona de pallets incompletos para reponer la zona de picking. Es decir que cada vez que se vacía una posición de picking de un determinado material se revisa la disponibilidad de inventario en la zona de pallets incompletos y de encontrar se repone uno de estos pallets. De lo contrario se procede desde la zona de

almacenamiento de pallets completos. La ventaja de de la segunda estrategia es que minimiza el tiempo de preparación de las órdenes ya que no se entorpece con el manejo de pallets incompletos. La desventaja es que el inventario de pallets incompletos será mayor debido a que el consumo del mismo está dado por la demanda de picking que es aproximadamente un 35% menor a la demanda de pallets. La tercera alternativa es utilizar la zona de pallets incompletos como una segunda zona de picking. Para que la misma sea factible, se debe utilizar las posiciones que estén a nivel del piso. Sin embargo, dado que hay suficientes posiciones de este tipo que están dedicadas a almacenamiento regular, no se considera este punto como una desventaja. Para minimizar la ocupación de espacio, se plantea que el picking sobre los materiales ubicados en esta zona sea prioritario sobre la zona de picking común. En este caso el comportamiento del inventario sería idéntico al de la segunda alternativa dado que los egresos también estarán dados por la demanda de picking[2]. Bajo estas consideraciones se concluye que esta alternativa predomina a la segunda dado que implica una menor utilización de los montacargas y no presenta desventajas relativas a esta alternativa. Por lo tanto se procedió a realizar una comparación entre la alternativa 1 y la 3.

Alternativa 1	Alternativa 3
• Menor utilización del espacio	• Menor utilización de montacargas • Menor tiempo de preparación de órdenes

Tabla 4: Comparación de alternativas para pallets incompletos

Para elegir la mejor estrategia se prosiguió por cuantificar las ventajas y desventajas de cada una realizando una simulación de la evolución del inventario para cada una de las alternativas. Además se estimó por cada despacho la cantidad de tareas demandadas para cada preparación.

[2] El hecho de que se produzca en unidades de cajas en lugar de a pallets no es relevante dado que el espacio ocupado no se libera hasta que la totalidad del pallet sea consumido.

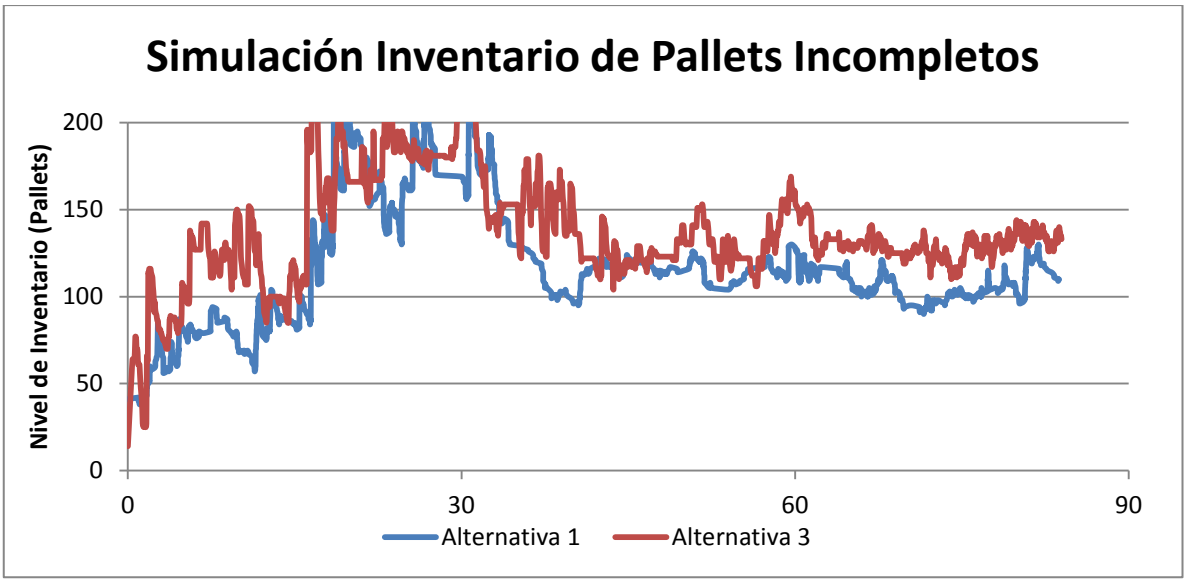

Figura 21: Evolución simulada del inventario de pallets incompletos

Del gráfico, descontando los resultados obtenidos del primer mes y medio que se puede considerar como el período transitorio de la simulación, se concluye que la alternativa 1 requiere una capacidad de almacenamiento de 120 pallets mientras que la 3 de 150.

De la misma simulación se obtuvo que para la alternativa 1 se despachan en promedio 15 pallets incompletos diarios. Dado que en promedio tienen el 50% de cajas que un pallet completo, en promedio esto demanda 7,5 traslados de montacargas más por día. Esto implica aproximadamente una carga de trabajo de 22 minutos diarios. Sin embargo, si se calcula este promedio para la última semana del mes y dentro de las horas pico, que abarca desde las 22 a las 6 de la mañana, se obtiene 1,25 traslados por hora, es decir, casi 4 minutos por hora. Esto indica que la diferencia en la carga de trabajo de los autoelevadores no es significativa entre la alternativa 1 y la 3.

A partir de estos resultados se tomó la decisión de implementar la alternativa 1 que requiere una zona de almacenamiento un 20% menor y no implica un aumento considerable en la utilización de autoelevadores ni en los tiempos de preparación.

4. RESULTADOS

4.1 RESULTADOS ESPERADOS

De todos los trabajos realizados, el sistema de indicadores es el más complejo de implementar. El mismo requiere del compromiso de todo el equipo de analistas y del jefe de operaciones para sostener una revisión semanal de los indicadores definidos que permita identificar y priorizar los principales problemas y actuar en consecuencia para resolverlos. De ser aplicada con consistencia, esta es una metodología de alto potencial dado que asegurará la mejora continua mediante la eliminación sistemática de ineficiencias.

Mediante la evaluación de la estrategia de picking se optó por implementar la estrategia de consolidación de órdenes por transporte. De este modo no sólo disminuirá el volumen de picking y la cantidad de recorridos realizados sino que se espera aumentar la eficiencia del pickeo dado que las posiciones visitadas por caja pickeada disminuirán así como la distancia recorrida. Por esta razón se espera obtener una reducción significativa en los tiempos de preparación de pedidos. Sin embargo, esta estrategia implicará un aumento de la carga de trabajo en los muelles de carga para separar los pallets mixtos (aquellos compuestos por cajas que corresponden a más de un cliente) por lo que probablemente implique un aumento en los tiempos de carga. Cabe mencionar que esta estrategia sólo tiene impacto sobre los transportes que se dirigen a más de un cliente.

El redimensionamiento de la zona de picking basado en la reubicación de los materiales dentro de la zona de picking y la modificación de la cantidad de posiciones asignadas para cada material permitirá aumentar la eficiencia del picking en dos formas. Por un lado aumentará la disponibilidad de cajas lo cual reducirá los tiempos perdidos causados por faltantes en la zona de picking. En segundo lugar facilitará los traslados de picking logrando una mejor estabilidad de los pallets.

El cross-docking oportunista podrá ser aplicado sobre aproximadamente el 17% de los movimientos de entrada y salida. Esto implica que el 17% de las tareas de guardado y de preparación de pedidos de los autoelevadores podrán ser reemplazados por traslados de muelle a muelle que realizados por traspaletas. Por cada 2 tareas de autoelevadores que se reduzcan se realizará 1 tarea adicional de traspaleta y, aún más, la duración de cada una de las tareas de los autoelevadores duplica el tiempo de la tarea de cross-docking debido a que no requiere movimientos en altura y a que las distancias son significativamente más cortas. Por lo tanto esta estrategia reducirá

significativamente la carga de trabajo del centro de distribución y disminuirá los tiempos de preparación de pedidos.

A través del análisis de dimensionamiento de la zona de staging para reempaque se dedicó un área de 30 posiciones a piso para el almacenamiento de pallets de materiales que ingresen al centro de distribución y que a su vez estén dentro de los próximos 4 días del plan de reempaque. Esta es un área que estaba siendo subutilizada en la zona de reempaque para almacenar materiales adicionales (se estaba almacenando los materiales para reempaque necesarios para todo un día y la propuesta fue reducirlo a un solo turno). Mediante esta estrategia se espera lograr una leve reducción en la carga de trabajo de los autoelevadores con un pequeño incremento en la utilización de las traspaletas.

El dimensionamiento de la zona de pallets incompletos concluyó en la aplicación de una estrategia de priorización para el despacho de pallets incompletos. Para la aplicación de esta estrategia es necesario dedicar una zona exclusiva de 120 posiciones para el almacenamiento de pallets incompletos. Esto permitirá un mejor control del inventario de pallets incompletos y mantendrá al mínimo el mismo. Actualmente existen 420 pallets incompletos en almacenamiento que implican un desaprovechamiento de 210 posiciones. Aplicando la estrategia mencionada el inventario de pallets incompletos oscilará entre 80 y 120 pallets. Tomando un promedio de ocupación de 100 pallets implica que 20 ubicaciones se desaprovechan en su totalidad y las otras 100 posiciones, al 50%. Esto representa un desperdicio de 70 ubicaciones y una ganancia con respecto a la situación actual de 140 posiciones.

4.2 RESULTADOS

El proyecto comenzó en el mes de diciembre de 2008 y concluyó a mediados de marzo de 2009. Por lo tanto para evaluar los resultados se decidió comparar los indicadores del mes de noviembre contra el de abril. Desafortunadamente no es posible calcular para el mes de noviembre todos los indicadores definidos en el sistema de KPIs, por lo tanto se limitará la comparación a algunos de ellos y a otros indicadores similares.

Comparando el volumen despachado diariamente hubo un aumento del 5% con respecto al mes de noviembre. Si bien esto es un aumento significativo, puede no ser una causa de un aumento en la productividad sino que simplemente se dio una mejor distribución de la demanda que originó un incremento en los

despachos en los días de menor demanda. Observando la evolución de los despachos a lo largo del mes se observa que incluso aumentó la tendencia a despachar la mayor parte hacia fines de mes con respecto a lo presentado en la Figura 8. Esto da a entender que a pesar de un escenario más adverso en cuanto al perfil de ventas a lo largo del mes se logró un aumento significativo en el despacho como resultado de un aumento en la productividad.

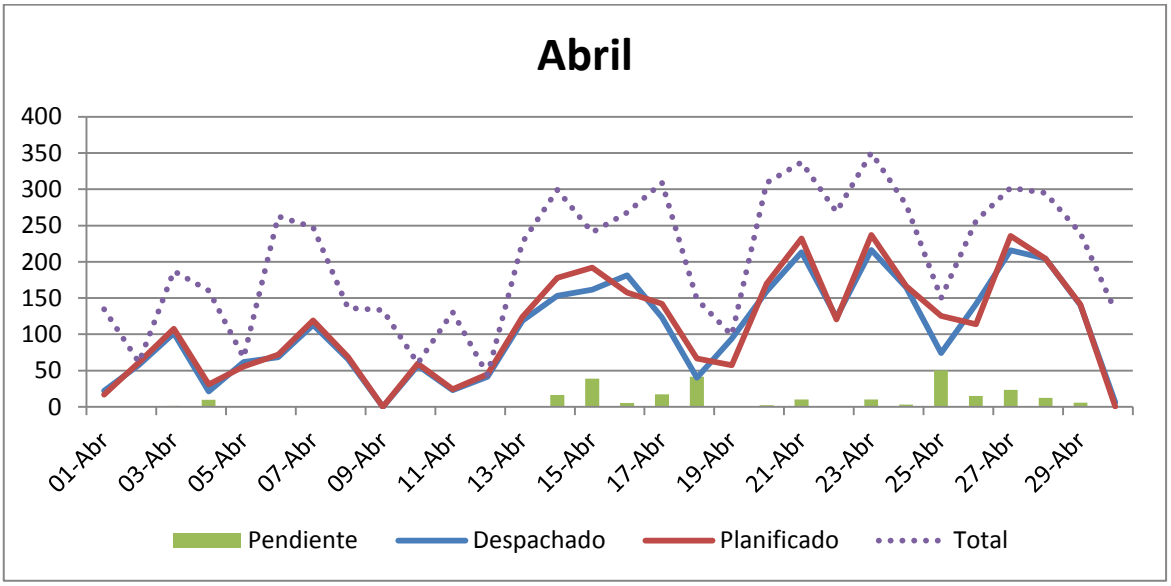

Figura 22: Planificación, despachos y recepciones de abril

Otro punto a destacar es que el promedio de la cantidad de pedidos pendientes para el día siguiente se redujo significativamente. En el mes de noviembre el 11% de los pedidos planificados quedaban pendientes para el día siguiente mientras que en abril este número se redujo a un 8%.

Por otro lado se observó que el tiempo promedio de preparación de pedidos se redujo en un 5%. A continuación se presenta un comparativo de los histogramas donde se observa que hubo un leve incremento en la proporción de pedidos preparados en menos de una hora y un incremento significativo en los pedidos preparados entre 1 y 2 horas.

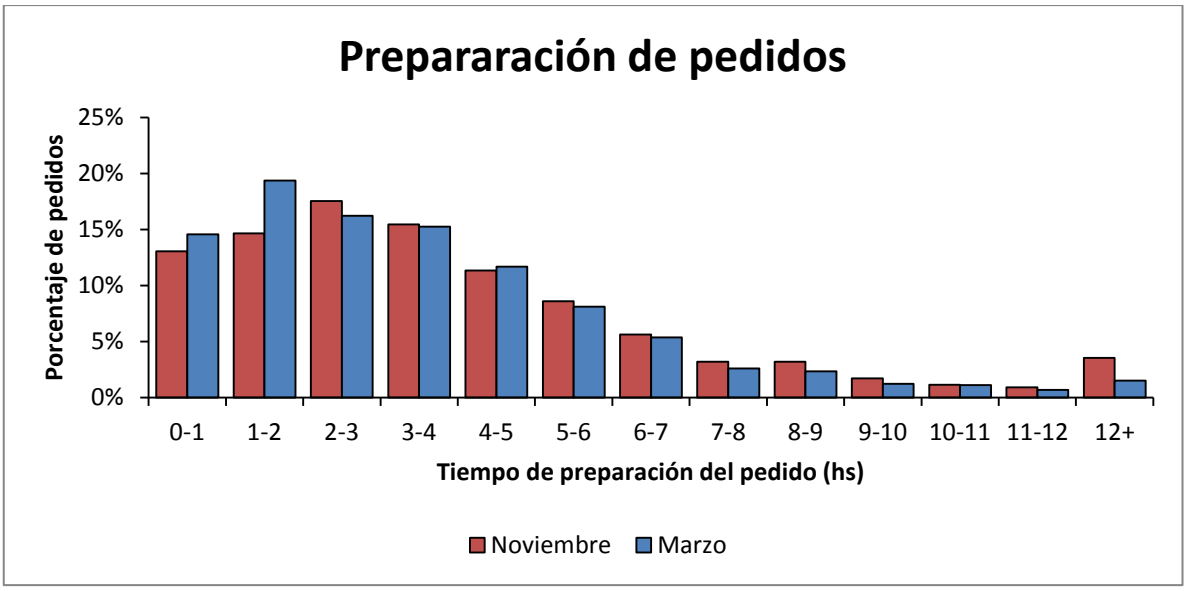

Figura 23: Comparación de histogramas de tiempos de preparación de pedidos

Cabe aclarar que prácticamente la totalidad de los transportes que se demoran más de 6 horas, que representan aproximadamente el 20%, no se deben a demoras en la preparación sino a que se comienza la preparación con excesiva anticipación por condiciones específicas.

5. MODELO DE DIAGNÓSTICO

5.1 ANÁLISIS DE BRECHAS ENTRE RESULTADOS OBTENIDOS Y ESPERADOS

Existe un claro aumento en la productividad del centro de distribución en el transcurso de estos 5 meses. Lamentablemente no es posible cuantificar qué proporción se debe a cada una de las metodologías implementadas. Incluso la situación bajo la cual operó en noviembre no es la misma que la de abril, por lo que no se puede asegurar que la totalidad de las mejoras se deba al trabajo realizado en el transcurso del proyecto.

El cross-docking contribuyó fuertemente a reducir la carga de trabajo de los autoelevadores. Si bien, debido a ciertas restricciones durante la implementación, sólo fue aplicado sobre el 8% de los ingresos/egresos (en lugar del 17% estimado). Esto significó una reducción en un 5% en la carga de trabajo, lo cual permite inducir que es la principal causa de la reducción en un 8% del tiempo de preparación de los pedidos de pallets completos. Una evidencia del éxito de esta implementación es que se designó un equipo independiente para que continuara con el trabajo sobre el cross-docking para evitar las restricciones encontradas y poder implementar el mismo en su plenitud.

La zona de staging para reempaque tuvo buenos resultados aunque limitados por el bajo volumen involucrado. Un poco menos del 1% de los pallets ingresados fueron directamente trasladados a la zona de staging en lugar de ser almacenados. Considerando el ahorro en la tarea de guardado y la posterior tarea de traslado hacia la zona de reempaque, esto representa una reducción de aproximadamente 1% en la carga de trabajo de los autoelevadores. Por otro lado, la modificación de la estrategia de preparación de materiales para reempaque de un día a un turno no tuvo un impacto negativo sobre la disponibilidad de los materiales para el empaque, tal como se esperaba.

El redimensionamiento de la zona de picking tuvo resultados muy positivos. En el mes de noviembre el 9% de las materiales pickeados presentaban faltantes al momento de la necesidad, lo que resultaba en que el 15% de los transportes presentaran demoras por este inconveniente. Para el mes de agosto tan sólo el 7% de los materiales tuvieron faltantes ocasionando demora en el 13% de los transportes. Esto tuvo un importante impacto en los tiempos de preparación de pedidos. Sin embargo la mejora podría haber sido incluso mayor debido a que el nivel de participación de los productos varió en el mes de abril con respecto

al período tomado para realizar el análisis y definir la cantidad de posiciones para cada uno.

Contrario a lo que se esperaba por la aplicación de la estrategia de pickeo consolidado por transporte, la proporción del volumen pickeado aumentó en un 2%. Si bien la estrategia dio buenos resultados, por causas externas a la operación los clientes demandaron mayor cantidad de pallets incompletos impactando sobre los resultados de la operación. Sin embargo está claro que de no haberse implementado esta estrategia el impacto hubiese sido considerablemente mayor. El tiempo de preparación de picking se redujo en un 4% a pesar del aumento en el porcentaje del volumen pickeado. Es de común acuerdo que esta estrategia tuvo un impacto significativo sobre la preparación de los pedidos para transportes con múltiples clientes, pero la baja proporción de estos transportes redujo el impacto sobre los resultados globales de la operación.

La zona de almacenamiento de pallets incompletos no tuvo un impacto directo sobre los tiempos de la operación del centro de distribución, pero contribuyó a aumentar la eficiencia de almacenamiento dado que redujo la cantidad de pallets incompletos en el centro de distribución. Actualmente existen alrededor de 50 pallets incompletos fuera de esta zona debido a que están obsoletos y dentro de la zona existen 95 pallets. Esto representa casi 105 posiciones desaprovechadas lo cual representa una ganancia de 100 posiciones con respecto a la situación anterior. Además contribuyó en el ordenamiento del centro de distribución facilitando el control del inventario.

En cuanto a la implementación del sistema de indicadores, no se lograron los resultados esperados. Desde el comienzo faltó el involucramiento del equipo en su totalidad y no se pudo llevar a cabo una revisión de los indicadores con una metodología efectiva para resolver los problemas que fueron originándose.

5.2 MODELO DE IMPLEMENTACIÓN

El cross-docking es una estrategia que debe ser aprovechada al máximo. Los resultados demuestran que incluso la implementación de la variante más simple (cross-docking oportunista) tiene un gran impacto sobre la operación. En primer lugar reduce significativamente la carga de trabajo de los principales recursos. Por otro lado contribuye a reducir los tiempos de preparación de pedidos dado que simplifica las tareas implicadas. Por último, al disminuir el manipuleo reduce los daños a los productos y pérdidas. Además del cross-docking oportunista, desarrollado en este trabajo, el cross-docking planificado

tiene un alto potencial en aquellas operaciones con previsibilidad de los despachos que serán realizados durante el transcurso del día. De este modo es posible aumentar el volumen despachado a través del cross-docking.

La estrategia de apartar una zona de staging para reempaque donde sean almacenados temporariamente los materiales ingresados al centro de distribución tiene ciertas similitudes con el cross-docking. La operación en particular en que fue aplicada esta estrategia presentaba la ventaja de que existe una planificación de los materiales que serán reempacados, lo cual ofrece cierta visibilidad con respecto a qué materiales serán necesarios en el corto plazo. Sin embargo los resultados no fueron significativos debido al bajo volumen que representa el reempaque en relación con la totalidad del volumen manejado en el centro de distribución. Por esto es recomendable que previo al análisis de cualquier propuesta de mejora se haga un cálculo previo del volumen sobre el cual se tendrá impacto para priorizar aquellos de mayor importancia.

El redimensionamiento de la zona de picking tuvo resultados muy positivos pero el nivel de disponibilidad de los materiales en picking decae gradualmente a medida que el análisis va quedando obsoleto. El análisis requiere de una actualización periódica debido a la modificación continua de la cartera de productos. Mes a mes los productos se discontinúan, surgen nuevos productos y la participación de muchos varía. Considerando esta situación se decidió definir una actualización trimestral del dimensionamiento. Por ello es importante que una vez que se haya realizado por primera vez el análisis se definan claramente los pasos y los criterios utilizados para dejar un procedimiento estructurado de cómo debe repetirse y quién es el responsable de realizarlo.

La modificación de la estrategia de picking dio resultados positivos, aunque no tuvo gran impacto debido a que sólo afectó a un pequeño porcentaje de los transportes. Sin embargo está claro que de aumentar la cantidad de transportes con destino a más de un cliente los resultados se verán potenciados, motivo por el cuál es muy importante realizar un análisis minucioso para definir cuál es la estrategia de picking más conveniente.

La zona de almacenamiento de pallets incompletos dio muy buenos resultados al aumentar la eficiencia de almacenamiento de una manera relativamente simple y sin costo alguno. En todo centro de distribución que haya ingresos de pallets incompletos es necesario mantener un control del inventario de los mismos y el definir una estrategia de despacho que priorice la salida de estos pallets va a aumentar la eficiencia de almacenamiento significativamente. El contar con una zona dedicada al almacenamiento exclusivo de estos pallets fue necesario para poder implementar esta estrategia en esta operación en particular. La misma, si bien favorece el control del inventario y la organización

interna del centro de distribución, puede ser costosa si se sobredimensiona la zona. En este caso los ahorros de espacio en la zona de almacenamiento más que compensaron el costo de esta zona, pero en otros centros de distribución es necesario analizar previamente si ocurre lo mismo.

Si bien la implementación del sistema de indicadores no fue exitosa, tiene un alto potencial para lograr la reducción de ineficiencias en la operación. El problema de la implementación estuvo en el abordaje. Se deben cubrir 3 aspectos clave para lograr el compromiso de todo el equipo. En primer lugar es necesario definir un equipo de trabajo con responsabilidades claras en cuanto a la revisión de indicadores y resolución de problemas. Por otro lado el líder del equipo, en este caso el jefe de operaciones, debe liderar con el ejemplo cumpliendo con sus propias responsabilidades y guiando, cuestionando y desafiando a su equipo. Para ello es importante lograr su involucramiento a lo largo de todo el proceso comenzando por el diseño de los indicadores. Por último es necesario que todo el equipo vea claramente el valor de lo que se está haciendo. Por lo tanto antes de involucrar al equipo se debe promocionar en cierto modo el por qué de lo que se está proponiendo, resaltando los beneficios que se obtendrán y, dentro de lo posible, presentando casos de éxito. Una vez cubiertos estos aspectos se puede comenzar con la implementación, pero es muy importante no descuidarlos en ningún momento. Por ello se debe acompañar el proceso durante sus primeras semanas para identificar desvíos y resolverlos de inmediato.

5.3 CONCLUSIONES

Los resultados más positivos se lograron a partir de la implementación del cross-docking oportunista, del redimensionamiento de la zona de picking y la definición de la zona de almacenamiento para pallets incompletos. La zona de staging para reempaque y la modificación de la estrategia de picking dieron resultados positivos, aunque por el volumen de movimientos implicados, de una magnitud menor.