

Publicaciones

Simulación aplicada al diseño de Centros de Distribución

Por Julieta Newton y Juan Pablo Guido

Resumen

Nuestro país asiste a una notable revalorización de la gestión logística, que se traduce en crecientes inversiones en instalaciones y equipamiento logísticos destinados a proveer un acceso efectivo y eficiente al cliente final.

El diseño de un centro de distribución, que garantice un nivel de servicio objetivo con un mínimo compromiso de recursos, es un problema complejo en tres frentes:

- la operatoria del centro propiamente dicha, incluyendo definiciones tales como espacio requerido, layout apropiado, equipamiento fijo y móvil, modalidad de trabajo, personal de carga, descarga y preparación de pedidos, soporte de sistemas y administrativo, etc.*
- la operatoria de reaprovisionamiento del mismo (tráfico inbound), con decisiones tales como: número y capacidad de la flota asociada a esta tarea, horario de operación, número de docks de descarga, etc.*
- la operatoria de atención de salida del centro (tráfico outbound), y en particular de reparto a clientes: tamaño y composición de flota, horarios y facilidades de carga, etc.*

Habitualmente estas decisiones suelen tomarse mediante aproximaciones deterministas, en las que los promedios históricos o proyectados de comportamiento en materia de tamaño y número de pedidos, bultos por viaje, longitud de rutas, tiempos de operación, etc., son aceptados como realidades inmutables del proyecto. En muchos casos, para salvar los riesgos emergentes de este enfoque, suelen incorporarse factores de seguridad aplicados a los resultados de estos estudios, factores que suelen contener un alto grado de subjetividad, lo que conduce a recomendaciones ora insuficientes ora excedentarias en relación a lo efectivamente requerido por el sistema real.

En determinados contextos, en los que la variabilidad y la incertidumbre constituyen moneda corriente (por ejemplo, por una demanda drásticamente condicionada por factores estacionales, por acciones promocionales propias y de la competencia, por modalidades de compra de los clientes, por razones climáticas puntuales, etc.), estas aproximaciones tradicionales conducen a riesgos inaceptables.

Este trabajo presenta una propuesta superadora alternativa, basada en la Modelización de Desempeño, para apoyar las tareas de diseño en dicho desafiante contexto, metodología de análisis que, mediante software de aplicación apropiado, permite reproducir la operación de un sistema real a lo largo del tiempo, incorporando toda la complejidad, incertidumbre y dinámica propia del mismo a nivel virtual.

Mostraremos tanto los conceptos teóricos que sustentan este enfoque cuanto su aplicación concreta en un proyecto destinado a diseñar la operatoria de distribución a nivel minorista para un productor líder de bebidas masivas en la Capital Federal, con un volumen de entregas de más de seis millones de bultos anuales, a unos 8 mil puntos de venta con una altísima exigencia de servicio.

Este ejemplo de aplicación mostrará como este enfoque permitió una más certera identificación y anticipación de los requerimientos de recursos que el obtenido desde una metodología tradicional, el desarrollo de alternativas diferentes para responder a esas exigencias, y finalmente seleccionar y apoyar la implementación del diseño más conveniente.

Este valor diferencial se refuerza por la amigabilidad y potencia del software empleado, que permitió llevar adelante el proyecto descripto en un calendario de 6 semanas con un compromiso de aproximadamente 500 horas hombre.

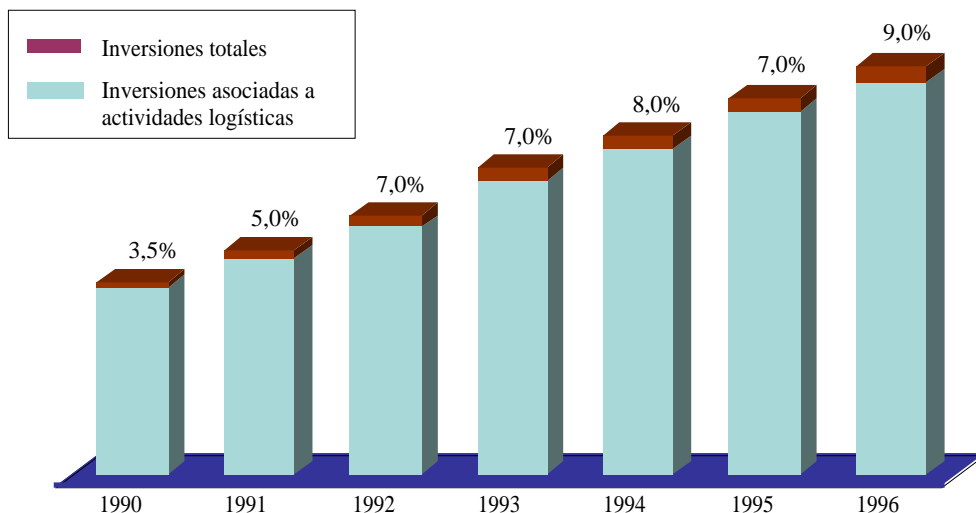
Más aún, la Modelización permitió integrar los conocimientos de los distintos involucrados (productor, operador logístico, proveedores y especialistas) brindando una base objetiva de resolución de los intereses de las partes.

Las decisiones asociadas al diseño de un centro de distribución

En los últimos años nuestro país ha sido testigo de una sorprendente y saludable revalorización de la gestión logística como eje para la obtención de ventajas competitivas diferenciales. Es que la percepción de la magnitud de los recursos corrientes y permanentes comprometidos en este tramo de la tarea empresarial, sumada al reconocimiento de que muchas de las promesas de servicio se construyen y consolidan desde la logística, ha capturado la atención de los directivos ávidos de una explotación plena de estas posibilidades.

Uno de los resultados concretos de este creciente interés se muestra en la evolución de la participación de las inversiones asociadas a actividades logísticas en el universo de aplicaciones de las compañías, como puede verse en el cuadro 1.

Cuadro1: Inversiones logísticas como porcentaje de las inversiones totales



Una porción sustancial de este flujo de fondos ha sido comprometida en el diseño o revisión de la operación de centros de distribución, basados en una concepción amplia e integrada de la gestión de distribución entre los distintos participantes en una cadena logística compleja.

Los llamados Centros de Distribución son el eslabón de la cadena destinado habitualmente a la desconsolidación de carga proveniente de una o más plantas y a su consolidación en pedidos de diverso tamaño e integración, habitualmente también tras un período más o menos prolongado de almacenamiento, para su entrega a clientes de naturaleza diversa en uno o más canales de llegada al consumidor final.

En un sentido amplio, la tarea de diseño de un centro de distribución supone decisiones en tres frentes distintos:

- la operatoria del centro propiamente dicho, incluyendo definiciones tales como espacio requerido y layout apropiado; tecnología y volumen del equipamiento fijo y móvil necesario; dotación y modalidad de trabajo recomendada; sistemas informáticos y administrativos de apoyo, etc.

- la operatoria de reaprovisionamiento del mismo (tráfico inbound), decidiendo la composición de la flota de reaprovisionamiento requerida, los horarios y modos de operación más apropiados, la infraestructura recomendable para sostener estas actividades, bocas de descarga, etc.
- la operatoria de salida del centro (tráfico outbound), en particular de reparto a clientes: número y tipo de vehículos, horarios de carga y salida del centro de distribución, áreas de staging, bocas de carga, criterios y formas de ruteo, entre otras decisiones.

La distribución minorista de bebidas en grandes conglomerados urbanos

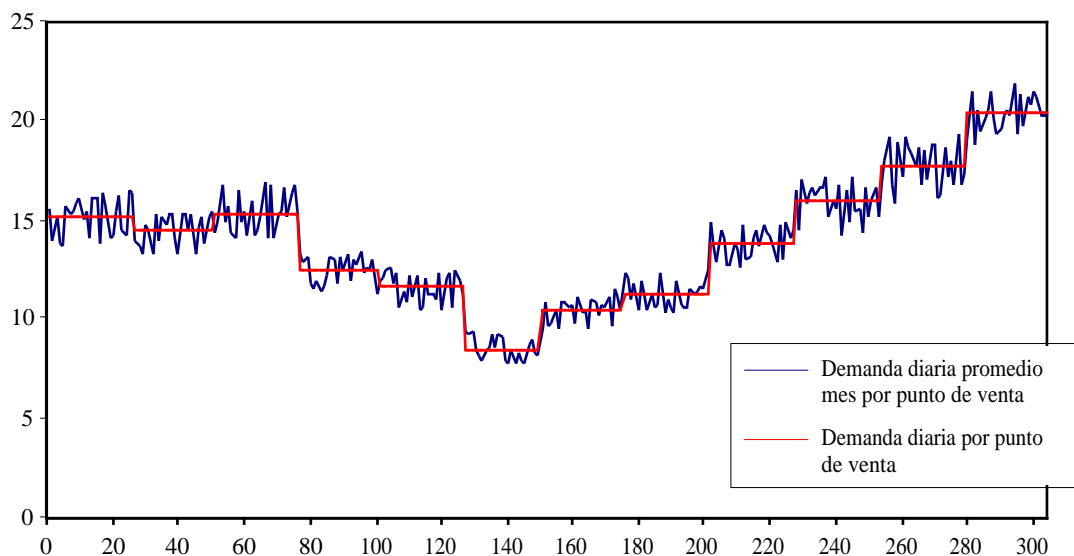
Aún cuando en general las cuestiones a dilucidar son similares cualquiera sea el tipo de actividad, geografía y contexto en el que un nuevo centro logístico se inscriba, las particularidades comerciales y operativas en las que se inscriba el centro serán decisivas en la formulación y resolución de su diseño.

En tal sentido, la distribución minorista de bebidas masivas en grandes conglomerados urbanos representa un ámbito de especial desafío, dado la cantidad de exigencias y restricciones de diversa índole (de demanda, competitivas, operativas, regulatorias, etc.) a las que estos sistemas se encuentran sometidos.

Un diseño apropiado de un centro de distribución en esta industria, que asegure una adecuada solución de compromiso entre servicio, costo e inversión, deberá responder habitualmente entre otras, a las siguientes condiciones:

- Una demanda altamente estacional. La naturaleza misma del negocio confiere un enorme desequilibrio a la demanda a lo largo del año, que se concentra con intensidad en los meses de verano (habitualmente entre un 45% y 50% del volumen total anual) -cuadro 2-.

Cuadro 2: Demanda diaria promedio



- Una demanda fuertemente inestable. A esta natural falta de equilibrio en los niveles mensuales de actividad suelen incorporarse otros elementos que potencian este comportamiento irregular de la demanda: diferentes hábitos de compra de los clientes para los distintas semanas en el mes y/o días de la semana; acciones promocionales propias y de la competencia; condiciones climáticas excepcionales; etc., entre otros, son factores que agregan incertidumbre que debe ser considerada en el dimensionamiento de los recursos requeridos por la nueva operación - cuadro 2-.
- La convivencia de segmentos de clientes de similar importancia pero naturaleza comercial y operativa esencialmente distinta . En estas categorías de producto la concentración de demanda en grandes cuentas también muestra una tendencia ascendente, pero conviviendo con una estructura minorista tradicional todavía importante, y con la aparición de nuevos canales con participaciones crecientes (ej: kioscos y minimercados). Y cada uno de estos segmentos distintos en número de participantes, horarios de atención, criterios de compra, etc.
- Un ambiente regulatorio cada día más estricto. El ordenamiento vehicular en las grandes ciudades se está traduciendo en mayores restricciones a las operaciones de carga y descarga, a la circulabilidad en zonas comerciales, al porte de las unidades de transporte, etc.. Lo que supone nuevas exigencias sobre los sistemas operativos tanto internos como de movimientos inbound y outbound.

Las limitaciones de los enfoques tradicionales de diseño y la Modelización de Desempeño

Aunque en general se reconoce la complejidad añadida por estos elementos particulares, es notable observar que estas decisiones son habitualmente analizadas sin conceptos y herramientas que la contengan en forma apropiada.

No nos extenderemos aquí en desarrollar los riesgos asumidos por aquellos decisores que abordan esta problemática sólo apoyados en su experiencia y conocimiento de la materia, factores absolutamente necesarios pero claramente insuficientes para una respuesta adecuada. Veamos, en cambio, el modo en que en forma habitual se encara un esfuerzo de objetivación de este tipo de decisiones.

En primer término, existe una fuerte y peligrosa tendencia a la utilización de enfoques deterministas de análisis, que no consideran en modo alguno la incertidumbre y dinámica propia de los fenómenos que gobiernan la realidad. Bajo esta modalidad de trabajo, se asumen determinados valores promedio para los distintos parámetros condicionantes del proceso bajo análisis, que se consideran ciertos y permanentes a los fines de las determinaciones que se persiguen.

Las consecuencias de este tipo de aproximaciones pueden ser serias en un ambiente como el descrito en el capítulo anterior. En el extremo, imaginemos los resultados emergentes de un análisis que considerara la demanda sobre el sistema como el promedio del presupuesto de ventas: flotas insuficientes en los picos de actividad, recursos humanos ociosos en los períodos de menor volumen, etc..

A la luz de estas limitaciones, en muchos casos los resultados se complementan con análisis de sensibilidad frente a variaciones en los parámetros de diseño. Pero nuevamente este esfuerzo suele ser insuficiente cuando se trabaja sobre sistemas complejos, donde las modificaciones en el valor de determinadas variables pueden verse potenciadas o compensadas por cambios simultáneos en otras.

Frente a esta propuesta tradicional existe un enfoque alternativo de enormes ventajas: la Modelización de Desempeño.

Esta técnica se basa en la reproducción dinámica del comportamiento de un sistema, a partir de un modelo que contiene todos los elementos relevantes del sistema real, permitiendo, de tal modo, anticipar la respuesta del sistema real a las condiciones a las que será sometido, sin experimentar realmente sobre él, con enormes ahorros de dinero, tiempo y esfuerzo.

La Modelización de Desempeño, sustentada en la técnica de simulación operativa, promueve una concepción estadística de la realidad -más cercana a la que día a día se enfrenta en el mundo real. Los valores ya no son promedios estáticos, sino que reproducirán acabadamente su dinámica e incertidumbre. La respuesta del sistema a esos estímulos no será unívoca y permanente, sino que variará instante a instante, e incluso será permitirá evaluar modificaciones en el estado del sistema.

Finalmente, por su propia naturaleza, la Modelización de Desempeño permite reproducir sistemas muy complejos, pero manteniendo el control sobre el mismo, tarea de difícil abordaje por otras técnicas, al menos con resultados útiles a los efectos de las decisiones.

A continuación se presenta un ejemplo concreto de aplicación de estos conceptos a un caso real: el dimensionamiento de los recursos principales requeridos por la operatoria de distribución minorista para un productor local líder en el sector de bebidas masivas, en el ámbito de la Capital Federal, instalación que ya se encuentra en operación desde setiembre de 1997.

Presentación del caso

Se trata del diseño de un Centro de Distribución para un líder en bebidas de consumo masivo, destinado a la atención de 8000 puntos de venta y con un volumen de actividad de 6 a 7 millones de bultos al año en la zona de atención.

Respondiendo a la competencia existente en el mercado se exige a la distribución un nivel de servicio muy exigente: entrega de pedidos dentro de las 24 hs. La empresa divide a sus clientes en:

- minoristas: compuesto por el canal tradicional, autoservicios, bares y restaurantes; convenience store y kioscos, los cuales representan el 98% de los clientes pero sólo el 50% de las ventas
- clientes especiales: formado por hipermercados y supermercados.

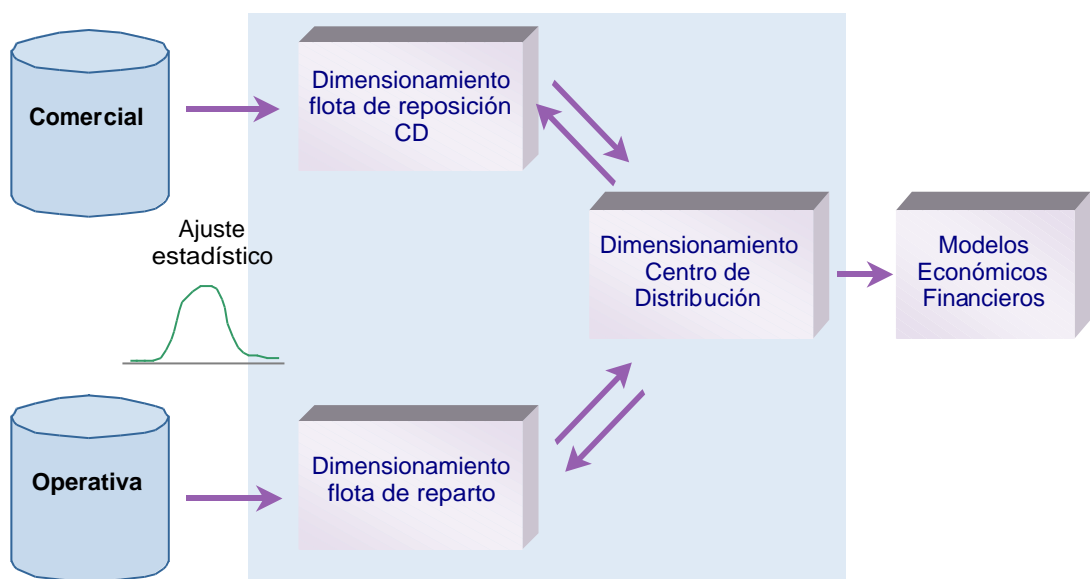
Tal división es causada principalmente por la naturaleza diferente de la operatoria (características de los pedidos y recepción de los mismos) y por un drop-size (la cantidad de bultos entregados por contacto) promedio que difiere en el orden de 1:10.

Además de las exigencias de servicio, se debe respetar la legislación vigente en cuanto a máximos en dimensiones de camiones, peso por eje, contaminación, y horarios de carga/descarga en las distintas zonas de la Capital Federal. Esto conlleva a diferenciar a los clientes según su ubicación geográfica, en 1827 clientes en microcentro, 1872 en macrocentro, y 4182 en barrios respectivamente. Un ejemplo de las causales de la segmentación es el horario máximo de reparto, que en la zona de microcentro es hasta las 9 horas, mientras en barrios se extiende hasta las 18 horas.

Por otro lado los usos y costumbres de los clientes también condicionan la operación, como por ejemplo la resistencia de los restaurantes a recibir los pedidos en horarios picos de atención, la variación en la cantidad pedida según los días de la semana, etc.; y sin dejar de lado la influencia del clima en las ventas de bebidas (ya hemos visto la influencia de la estacionalidad en el negocio) y la también no menos importante acción de la competencia.

Enfoque y estructura

El enfoque seguido consistió en entender el negocio para determinar las variables relevantes -considerando como tales todos aquellos datos cuya omisión puede afectar la respuesta del sistema a su contexto- para luego modelizar la situación, a partir de información disponible sobre el comportamiento de las mismas.



La estructura del análisis realizado se muestra a continuación, con la alimentación de información desde las bases de datos existentes o desarrolladas ad-hoc, los modelos de simulación que la utilizan tras un análisis estadístico previo, para el suministro de resultados a un modelo económico financiero de evaluación.

Los modelos de simulación desarrollados son los siguientes:

- **Reposición**, representativo de la operatoria de reaprovisionamiento desde plantas. Tiene como finalidad dimensionar la flota necesaria para el

abastecimiento del Centro, y optimizar su utilización maximizando el número de viajes diarios por unidad de la flota.

- **Reparto**, representativo de la operatoria de distribución a clientes. Su objetivo es dimensionar la flota de reparto y obtener una adecuada utilización de la misma mediante integración en tamaño y en modalidad de dependencia -propia de base vs. contratada de punta-. Estos son cuatro modelos que representan a las tres zonas minoristas: microcentro, macrocentro, y barrios, y a clientes especiales.
- **Centro de distribución**, representativo de la operatoria del centro. Destinado a dimensionar el espacio necesario para almacenar producto, envases vacíos, preparación de pedidos (picking), carga, descarga de vacíos y devoluciones, la demanda de mano de obra a lo largo del año, su distribución horaria a lo largo del día de trabajo, y la flota de autoelevadores requerida.

Como se anticipó, los datos de alimentación a los modelos provienen de dos fuentes

- Los datos comerciales, referidos a los puntos de venta, e integrados por:
 - número de puntos de venta por zona microcentro, macrocentro, barrios y clientes especiales,
 - modalidad de pedido, en cuanto a tamaño según día del año para reflejar la estacionalidad, y variedad , por ej. productos retornables o no, todo ello según historial
 - historial de devoluciones
 - frecuencia de visita y efectividad comercial -medida como los pedidos efectivos sobre las visitas realizadas-, que depende del tipo de cliente y de la época del año.
- Los datos operativos a su vez comprenden:
 - Los referidos al reparto
 - Tiempo de llegada a los clientes desde el centro de distribución, dependiendo principalmente, por tratarse de Capital Federal, de la hora de circulación
 - Tiempo de descarga en el punto de venta
 - Capacidad de los distintos tipos de camiones seleccionables (8, 10 o 12 pallets)
 - Los referidos al acarreo -transferencia de plantas a centro de distribución-
 - Tiempo de viaje entre el CD y las plantas
 - Horario de carga/descarga en plantas
 - Controles de ingreso/egreso en plantas
 - Tiempo de carga/descarga en plantas
 - Capacidad de carga de los camiones (20 a 24 pallets)
 - Los referidos al centro de distribución
 - Tiempos de control de ingreso/egreso de camiones
 - Tiempo de carga de pallets completos
 - Tiempo requerido para el armado de un pallet mix (picking)

- Tiempo de carga de camiones
- Tiempo de descarga de vacíos y devoluciones de los camiones de reparto
- Tiempo de descarga y carga de vacíos de los camiones transferencia con las plantas
- Tiempos de liquidación a los camiones de reparto
- Los referidos a la legislación vigente
 - Horario permitido de carga/descarga en las diferentes zonas
 - Peso por eje permitido por zona

Sobre los datos se realizaron dos análisis previos: el primero para asegurarse de que la información obtenida no incorpora ineficiencias del sistema previo -como puede ser claramente un aumento del tiempo de carga provocado por la falta de personal- y seguidamente un análisis estadístico para determinar si su comportamiento responde con buen grado de ajuste a una distribución conocida, de modo de utilizar los parámetros de la misma en la simulación, evitando el uso de promedios cuando la dispersión de la variable es considerable.

En materia de productividad se aspiró a niveles internacionales de desempeño, utilizando las recomendaciones en tal sentido del "American Warehousing Management Institute".

En el caso de la mano de obra y la flota parece adecuado el mantenimiento de un nivel fijo de recursos, y contratar en los meses de verano en forma transitoria, no resultando posible tal flexibilidad para el recurso espacio y en menor medida para los autoelevadores.

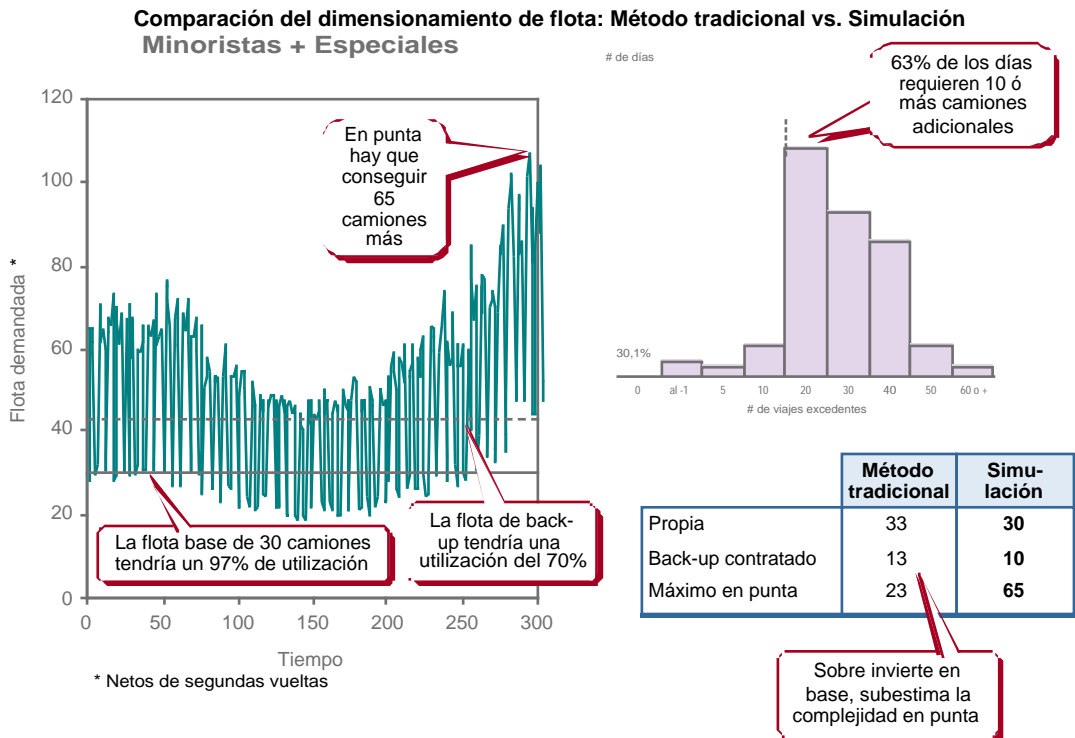
Resultados del modelo

Los resultados principales provistos por el modelo integral descrito son:

- Respecto de la flota de reparto:
 - Número y características de las unidades requeridas a lo largo del año
 - Utilización esperada, de modo de alimentar la definición de mix entre flota propia y contratada
- Respecto de la flota de acarreros:
 - Idem flota de reparto
- Respecto de la operación interna del centro:
 - Dimensionamiento -espacio- según asignación: estiba, preparación,...
 - Personal (por actividad: autoelevadorista, preparadores, control, vigilancia, etc.) y autoelevadores
 - Definición de los horarios y modalidades de trabajo: preparación de pedidos, prioridad de carga, etc.

Conclusión

Un examen de resultados muestra el valor agregado a este tipo de decisiones por la Modelización de Desempeño como herramienta diferencial, en relación a otras aproximaciones. En particular el cuadro siguiente resalta la diferencia en la decisión sobre flota óptima a la que se arriba por el método de los promedios sensibilizados y la Modelización de Desempeño:



Este valor diferencial se refuerza por la amigabilidad y potencia del software utilizado en este proyecto, Extend, de Imagine That! Inc. -cuyo costo, incluso, es despreciable en relación a los recursos comprometidos- lo que permitió llevar adelante el esfuerzo descrito en un calendario de 6 semanas con un compromiso de aproximadamente 500 horas hombre.

Más aún, la Modelización como método permitió integrar los conocimientos de los distintos involucrados (productor, operador logístico, proveedores y especialistas) brindando una base objetiva de resolución de los intereses de las partes.

ⁱ Este trabajo ha sido preparado por los Ingenieros Julieta Newton y Juan Pablo Guido, consultores de S&T-Servicio y Tecnología S.A. para el premio Arlog 1998 donde recibió la mención especial del Jurado.