

## Beneficios de un centro de distribución regional de medicamentos

Dr. Miguel A. Bustamante U.<sup>1</sup>, MBA Leopoldo P. Lopez L.<sup>2</sup>

### Resumen

Las organizaciones de diversas industrias se han visto obligadas a enfrentar demandas inciertas, para esto han aplicado técnicas con “just-in-time” (JIT), han debido implantar programas de respuesta rápida, sin embargo el éxito no ha sido el esperado (Fischer, 1994).

Mediante el método de simulación, se modeló la operación de tres hospitales atendiendo infartos cardiacos y suponiendo que la función distribución de probabilidad de llegada de infartados sigue una Poisson de media tres, se concluyó que es más eficiente contar con un centro de distribución que cuente con la información de demanda e inventario de cada hospital, a que cada hospital tenga su propio inventario.

**Palabras Clave:** Centro distribución, distribución de medicamentos, simulación .

### Introducción

En general, el resultado de un mal cálculo de la demanda se traduce en ventas perdidas en la mayoría de los mercados, pero en la industria médica se puede traducir en pacientes muertos.

Un punto difícil de administrar en los hospitales es el inventario de insumos que deben tener para satisfacer la demanda. En el caso de los hospitales públicos en Chile la demanda es variable y no todos los hospitales cuentan con herramientas de predicción de demanda.

En la actualidad los hospitales no pueden cometer errores al adquirir el inventario, ya que tienen un presupuesto limitado. Una solución factible es aumentar la rotación del inventario dentro de cada hospital. Por otro lado, dado el nivel de servicios que requieren tener los hospitales, necesitan tener un stock mínimo de insumos. Una manera de solucionar este problema es compartir el inventario de seguridad entre varios hospitales.

---

<sup>1</sup> Ingeniero Comercial, U. de Concepción, Chile, MBA, Universidad Adolfo Ibáñez, Chile y Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Deusto, España. Profesor de la Facultad de Ciencias Empresariales, Universidad de Talca, Casila 721, Talca, Chile. E-Mail: [mabu@utalca.cl](mailto:mabu@utalca.cl)

<sup>2</sup> Ingeniería Civil Industrial, Universidad de Chile, M.B.A., Florida International University, Miami, USA. E-mail: [tekworx@terra.cl](mailto:tekworx@terra.cl)

La característica que deben tener estos hospitales es procesos parecidos (Feitzinger E. y Lee H., 2000) y estar lo suficientemente cerca de modo que los insumos puedan viajar desde el centro de distribución al hospital de destino lo suficientemente rápido como para no afectar la eficacia del servicio.

Un concepto que se utiliza en este estudio es el “risk-pooling”. Concepto que indica que es más fácil predecir la demanda agregada que la particular a un ítem. Por ejemplo, es más fácil predecir el crecimiento de un país que el crecimiento que va a experimentar una empresa en particular (Simchi-Levi et al., 2000). Aplicando este concepto a este caso, se puede afirmar que debería ser más fácil predecir la demanda de una región que la de cada hospital, por lo que tiene sentido integrar diversas demandas de centros hospitalarios cercanos y de comportamiento similar. Eppen (1979) analizó las ventajas de un centro de distribución frente a bodegas locales considerando una demanda con función distribución normal.

## **1. Marco conceptual**

Industrias como la de la tecnología y alimentos están bajo una constante guerra de precios, por lo que han tenido que bajar costos, mejorar la disponibilidad de productos y aumentar la variedad de productos en el mercado.

La respuesta ha sido mejorar la cadena de distribución, de manera que los líderes de mercados como Dell (Turban et al., 2002 y Lee, 2000) y Wal-Mart (Simchi-Levi et al., 2000), gracias a un manejo eficiente de sus respectivas cadenas de distribución, han logrado aumentar su participación de mercado y sus ingresos simultáneamente.

La cadena de distribución involucra al movimiento de productos, información y dinero en un red que considera a clientes, vendedores al detalle, productores y distribuidores (Lee, 2000). La coordinación de estas actividades es crítica para una efectiva cadena de distribución.

Un aspecto clave de esta opción de gestión es el traspaso de información entre los distintos actores de la cadena de distribución Cachon y Fisher (2000). Es preciso disponer de un plan básico de traspaso de información y compartir la demanda observada, de manera de prever y hasta controlar lo que se conoce como efecto “cola de látigo” del manejo de inventarios (Lee et al., 1997).

Hoy los hospitales públicos cuentan con poca información referente a sus inventarios y escasa sistematización de la información de su demanda. Por otro lado, existe una cultura que impide o dificulta compartir información entre los distintos actores de la cadena de distribución, generando barreras al manejo eficiente de procesos claves de optimización de hecho se puede Cachon y Lariviere (1999) prueban que si existen recursos limitados e insuficientes para satisfacer a muchos puntos de atención cada punto de atención cada punto de atención tenderá a solicitar mas de lo necesita.

Es el caso de mencionar lo sucedido con la Central de Abastecimiento, conocida por los hospitales como la central de desabastecimiento, que el gobierno intentó implementar a fin de ahorrar costos en los medicamentos concentrando las compras en una única entidad. Bajo el supuesto de que al tener un mayor volumen de negocios se estaría en mejores condiciones de negociar descuentos por volumen.

La idea es buena, sin embargo este procedimiento agrega un eslabón más a la cadena de distribución con lo que se aumenta el efecto cola de látigo (Simchi-Levi et al, 2000) lo cual tiende a dificultar las decisiones de inventario en la central de abastecimiento. De acuerdo con Fisher (1997) una mala coordinación en la cadena de abastecimiento produce más gastos que beneficios. Por otro lado, no todos los productos deben utilizar centros de distribución (Teo C. P., Ou J. y Goh M., 2000). Por último, es importante considerar la incertidumbre de la demanda en el modelo (Davis, 1993).

Nosotros evaluaremos las ventajas de contar con un centro de distribución regional versus almacenamiento en cada hospital, si bien se parece al concepto de la Central de Abastecimiento difiera en que el centro de distribución contara con información permanente del inventario en los hospitales. Las ventajas económicas de un centro de distribución fueron abordadas por Gerchak y Qi-Ming He (2003).

## **2. Objetivos y método**

En este trabajo se busca determinar el beneficio en inventario y disponibilidad de medicamentos a pacientes que se obtendría mediante un centro de distribución regional, suponiendo que cada hospital entrega su información de demanda e inventario al centro de distribución quien asume la tarea de determinar la distribución pertinente a enviar a cada hospital.

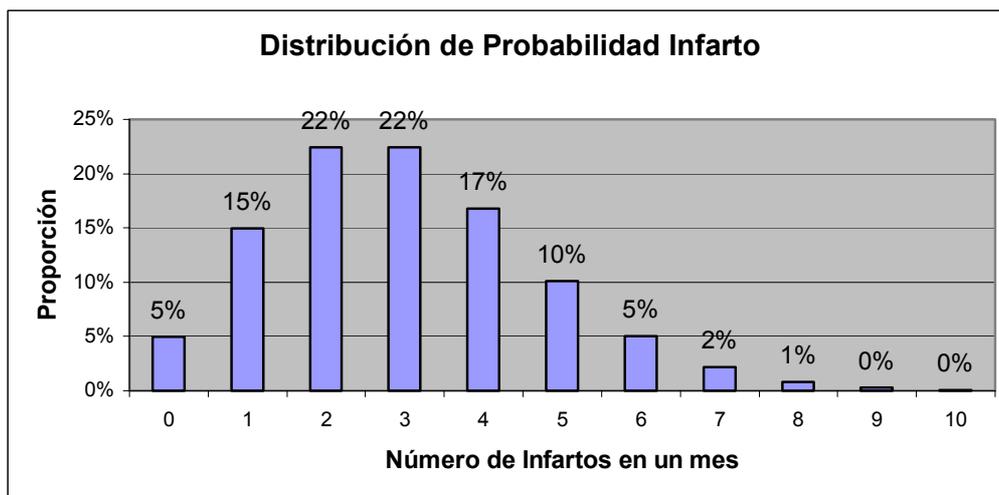
Para determinar los beneficios de disponer de un centro de distribución o, si es preferible que cada hospital compre independientemente, se realizó una simulación. Es más fácil comparar los beneficios de un centro de distribución considerando varios hospitales, sin embargo, el resultado se puede extrapolar a un hospital con una bodega central que funcione como un centro de distribución para sus servicios médicos.

El método de investigación contempló el uso de técnicas de simulación a fin de modelar la operación de tres hospitales que atienden infartos cardíacos. Esta patología de infarto fue seleccionada puesto que implica riesgo vital, no se dispone de tratamientos paliativos y su protocolo de atención contempla un medicamento clave Heparina que debe ser aplicado antes de dos días, caso contrario el paciente fallecerá. Se supuso que la función distribución de probabilidad de llegada de infartados sigue una Poisson de media tres. La literatura vigente sostiene que la Poisson es precisamente la que permite modelar la llegada de personas a un servicio, en este caso de pacientes (Kao 1973 y Wolff 1981) Al mismo tiempo se supuso, a fin de simplificar los cálculos, que los tres hospitales tienen igual función distribución de pacientes infartados. La simulación se realizó mediante el simulador Extend, considerando un año de eventos y 100 repeticiones.

### 3. Resultados

En Chile, el Ministerio de Salud ha decidido que la mejor manera de distribuir los medicamentos a los hospitales es que cada hospital mantenga el stock que necesitan. Esta política ministerial se compara con un sistema donde existe un centro de distribución que abastezca a varios hospitales.

Gráfico 1: Función de distribución de infartos



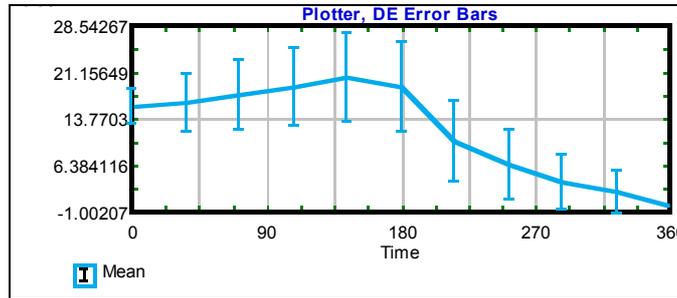
El modelo supone que los pacientes esperan a que se les entreguen los insumos médicos para que abandonen el hospital. En consecuencia si el paciente no recibe los insumos médicos en dos días se muere. Motivo por el cual, se compara el inventario promedio versus la proporción de pacientes muertos por falta de medicamentos.

#### 3.1. Primer escenario

En el primer escenario cada hospital debe hacer la compra para suplir su demanda por un año. Cada hospital debe tener el suficiente stock para cubrir todas las posibilidades. Al comienzo cada hospital tendrá un inventario inicial 8 unidades y cada mes comprará la esperanza de llegada de pacientes, que en este caso es tres.

Los resultados de la simulación se muestran en los siguientes gráficos. Primero, el gráfico N° 2 muestra el comportamiento del inventario en el sistema (suma del inventario de los tres hospitales incorporados al estudio).

Gráfico N° 2 Inventario del sistema sin bodega central



Del gráfico se puede concluir que la media de inventario es trece, con un nivel máximo de 21 y con un mínimo de -1..

El gráfico N° 3 representa la probabilidad de que el paciente muera esperando los insumos. Se puede apreciar que más de un 7% de los pacientes morirán por falta de insumos médicos.

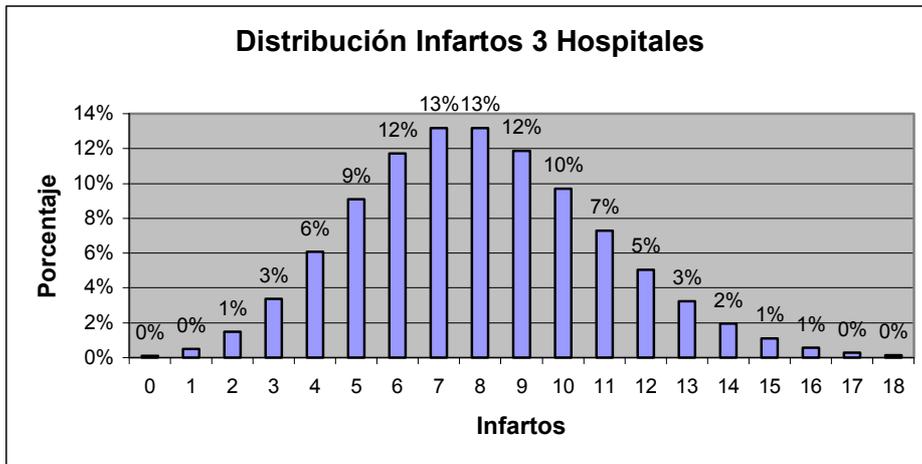
Gráfico 2: Probabilidad de muerte por falta de insumos sin bodega central



### 3.2. Segundo escenario

El segundo escenario considera contar con un centro de distribución que abastezca a los tres hospitales. Debido a que el centro de distribución ve a los hospitales como una sola unidad, la función distribución de probabilidad de infartados para el centro de distribución es la suma de lo que sucede en cada hospital. La función distribución de infartados para el centro de distribución es una Poisson con media 9:

Gráfico 3: Distribución de infartos para tres hospitales



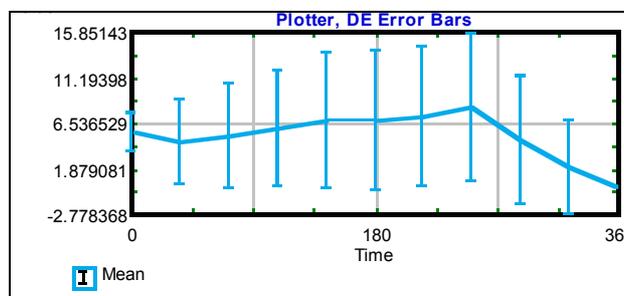
En este escenario cada hospital puede partir sólo con tres unidades de insumos. Pero, como es preciso anticipar las emergencias, se debe tener en el sistema 17 unidades de inventario por lo que el centro de distribución almacenará 8 unidades como stock de seguridad. El centro de distribución se encarga entonces de que cada hospital tenga al menos una unidad disponible. El tiempo que deberá demorar el centro de distribución en entregar insumos a cada hospital deberá ser de un día.

### 3.3. Comparación de escenarios y síntesis

La primera comparación entre ambos escenarios es el stock inicial necesario para cubrir las emergencias. Sin un centro de distribución se necesitan inicialmente 27 unidades en el sistema (9 unidades para cada uno de los 3 hospitales), mientras con un centro de distribución se necesitan solo 17 unidades (3 para cada uno de los 3 hospitales y 8 en el centro de distribución).

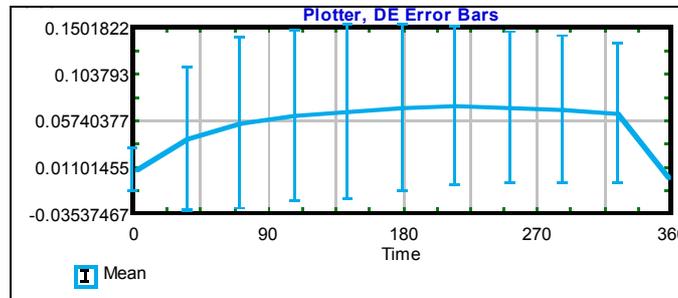
El gráfico N° 5 muestra el inventario en el sistema. En este se puede ver que el inventario promedio del sistema es de 7, si se lo compara con el caso anterior, que es de 13, es evidente que se logra una reducción importante de inventario.

Gráfico 4: Inventario del sistema con bodega central



El gráfico N° 6 muestra la probabilidad de que los pacientes mueran esperando el insumo medico. Como se aprecia el porcentaje de pacientes muertos por falta de medicamentos es de 6%.

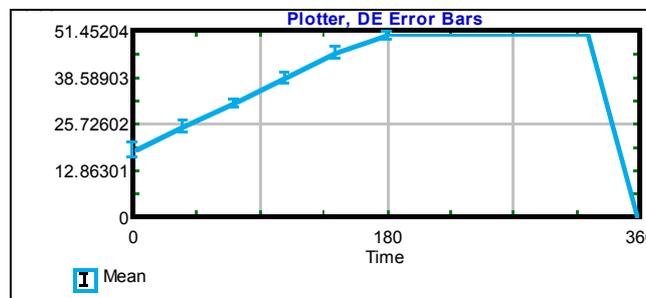
**Gráfico 5: Probabilidad de muerte por falta de insumos con bodega central**



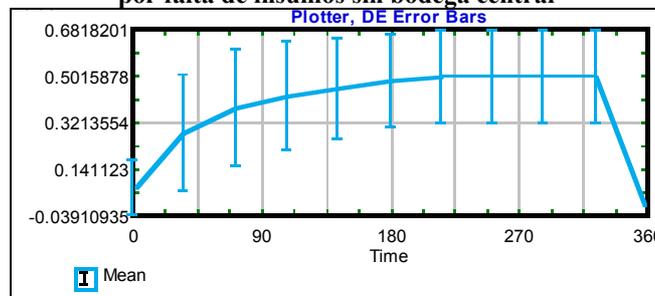
Es claro que un centro de distribución baja el nivel de inventario en un 53% y disminuye el porcentaje de pacientes muertos en un 1%. Sin perjuicio de la evidencia de la prueba anterior, para implementar un centro de distribución es necesario realizar un último análisis.

En este último análisis se supone que la función distribución para los tres hospitales es la misma pero toda la demanda llega a un mismo hospital. Los gráficos N° 7 y N° 8 evidencian el resultado de operar esta nueva opción sin un centro de distribución.

**Gráfico 6: Análisis de sensibilidad para inventario sin bodega central**



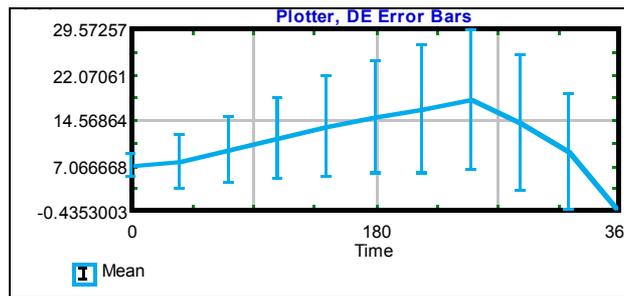
**Gráfico 7: Análisis de sensibilidad probabilidad de muerte por falta de insumos sin bodega central**



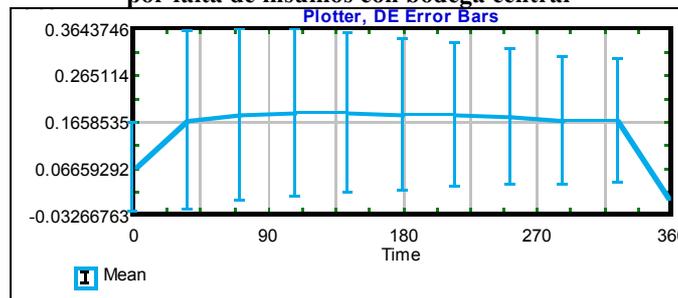
Como se puede apreciar el inventario en el sistema aumenta a 51 unidades y la proporción de pacientes muertos por falta de medicamentos aumenta a un 50%. Es decir, los insumos existen pero el sistema no es capaz de hacerlos llegar a los pacientes.

Si se contara con un centro de distribución el resultado de la sensibilización tanto de inventarios como de probabilidad de muertes sería el mostrado en los gráficos N° 9 y N° 10 respectivamente.

**Gráfico 8: Análisis de sensibilidad para inventario con bodega central**



**Gráfico 9: Análisis de sensibilidad probabilidad de muerte por falta de insumos con bodega central**



Como se puede apreciar de los gráficos anteriores, el inventario promedio en el sistema es de alrededor de 10 unidades y el número de pacientes muertos es de 16%.

Aunque este último escenario es extremo, en el sentido que todo lo que puede ocurrir mal ocurre, muestra lo flexible que puede llegar a ser un sistema con un centro de distribución ante uno sin un centro de distribución.

Dentro de un hospital es factible que un caso como este último ocurra especialmente por que los servicios pronostican sin contar con herramientas adecuadas, motivo por el cual el error de pronóstico es alto. El corolario de estas circunstancias es que el hospital puede encontrarse con altos niveles de inventario pero que no corresponde necesariamente a los medicamentos que los pacientes requieren.

## 4. Conclusiones

Es evidente el beneficio que implica para un hospital contar con un centro de distribución regional para la distribución de medicamentos, en particular, en el contexto de los hospitales públicos. Adicionalmente, en el caso de incorporar a este proceso las organizaciones privadas prestadoras de salud, como clínicas o centros médicos, este beneficio se vería incrementado.

En el primer escenario, en el cual cada hospital se abastece por sí sólo, se evidencia una media de inventario de 13, resultante de un nivel máximo de 21, evidentemente excesivos, y de un mínimo de -1 unidades que implica un riesgoso faltante. Ante esta distribución de inventario, se aprecia que más de un 7% de los pacientes morirán por falta de insumos médicos.

En el segundo de los escenarios, cada hospital puede partir sólo con tres unidades de insumos. Pero, como es preciso anticipar las emergencias, se debe tener en el sistema 17 unidades de inventario por lo que el centro de distribución almacenará 8 unidades como stock de seguridad, lo que implica un costo financiero que puede llegar a ser crítico en ciertas circunstancias. Sin perjuicio de lo indicado, el centro de distribución se encarga entonces de que cada hospital tenga al menos una unidad disponible en tanto que, el tiempo que deberá demorar el centro de distribución en entregar insumos a cada hospital deberá ser a lo más de un día.

En síntesis, la experiencia en diversas industrias que enfrentan demandas inciertas pone en evidencia que han aplicado técnicas similares a un centro de abastecimiento que materializa la técnica "just-in-time" (JIT), así como también han implantado programas de respuesta rápida, de manera que el modelamiento de datos de la patología de infarto, muestra que el impacto puede ser beneficioso para la administración de los medicamentos claves y contribuir a la mejor toma de decisiones del Servicio de Salud Regional

## Referencias

**CACHON**, G. P., & Lariviere, M. A. (1996). Capacity Choice and Allocation: Strategic Behavior and Supply Chain Performance. *Management Science*. Pp. 1091-1108

**CACHON**, G. P. , & Fisher, M (2000). Supply Chain Inventory Management and the Value of Shared Information. *Management Science*, August pp. 1032-1048.

**CHUNG**, P. T., Jihong, O. & Goh, M. (2001). Impact on inventory costs with consolidation of distribution centers. *The Transactions* 33, pp 99-110.

**DAVIS**, T. (1993). Effective Supply Chain Management. *Sloan Management Review* (Summer), 35-46.

**EPPE**N, G. D. (1979). Effects of Centralization on Expected Costs in a Multi-Location Newsboy Problem. *Management Science*, vol. 25, No 5, Mayo 1979, pp 498-501.

**FEITZINGER**, E., & Lee, H. L. (1997). Mass customization at Hewlett-Packard: The power of postponement. *Harvard Business Review*, Jan-Feb, pp 116-121.

**FISHER**, M. L. (1997) What is the Right Supply Chain for Your Product? *Harvard Business Review*, Mar-Apr. pp 105-116

**FISHER**, M. L., Hammond, J. H., Obermeyer, W. R., & Raman, A. (1994). Making Supply Meet Demand in an Uncertain World. *Harvard Business Review*, May-June, pp 83-93.

**GERCHAK**, Y., & He, Q. (2003). On the Relation Between the Benefits of Risk Pooling and the Variability of Demand. *IIE Transactions* (2203) 35, pp 1027-1031.

**KAO**, E. C. P. (1974) Modeling the Movement of Coronary Patients within a Hospital by Semi-Markov Processes. *Operation Research*, July-August 1974 , pp 683-699.

**LEE**, H. L., Padmanabhan, V., Whang, S. (1997). Information Distortion in a Supply Chain: The Bullwhip Effect. *Management Science*, April, pp 546-558

**SIMCHI-LEVI**, D., Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (1998). Designing and managing the supply chain. New York, NY: Irwin/McGraw-Hill. 321pp

**TURBAN**, E., McLean, E. & Wetherbe, J. (2002). Information Technology for Management Transforming Business in the Digital Economy. John Wiley & Sons, Inc. 3<sup>rd</sup> Edition. 771pp

**WOLFF**, R. W. (1982). Poisson Arrivals see Time Average. *Operations Research*, Mar/Apr82, Vol. 30 Issue 2, pp 223-231.