

## Publicaciones

# La gestión eficiente de inventarios

*Por Raúl Tomé*

### Antecedentes

La empresa moderna, especialmente la de gran tamaño, resulta en lo operativo rehén de la complejidad. Esta complejidad operativa proviene de la necesidad de articular cada día multiplicidad de proveedores, plantas, productos, medios de transporte, puntos de almacenamiento, canales a servir y tipo de consumidores a los que van dirigidos sus esfuerzos.

Las combinaciones que cada día se presentan como opción para las decisiones operativas de la compañía son casi infinitas y requieren enfoques cada día más potentes, soportados por más y mejor información.

Los inventarios o stocks se despliegan a lo largo de este complejo sistema de relaciones intra e inter-empresa para permitir la operación económica y fluida del sistema a la vez que para absorber el impacto de la variabilidad e incertidumbre asociadas a su operación. De estas dos componentes, la técnico-económica y la incertidumbre, en una cadena logística compleja la incertidumbre produce dos tercios de los inventarios. (Ver Cuadro 1- Fuentes de variabilidad)

Estos inventarios, aunque varían de industria a industria y dentro de cada sector según la ubicación en la cadena de valor, son importantes en magnitud, tanto absoluta como relativa al compromiso global de recursos que la empresa hace con el negocio. (Ver Cuadro 2 - Importancia de los inventarios)

Acorde con este peso relativo las empresas realizan un importante esfuerzo para gestionarlos apropiadamente; una prueba de esta concentración de esfuerzos es la inversión en sistemas orientados al control de inventarios en tiempo real, que supone en general una reingeniería de todo el order processing and fulfillment. Lo mismo puede decirse de los programas de capacitación, los comités interfuncionales para estudiar el problema y otros esfuerzos del mismo tenor.

No obstante, existe evidencia de que los resultados obtenidos no son satisfactorios, como parecen sugerirlo numerosas encuestas publicadas al respecto.

Un análisis pormenorizado de los enfoques aplicados en nuestro medio sugiere dos causas principales detrás de dichos resultados no proporcionales a la magnitud de los esfuerzos

- un alcance restringido del enfoque de gestión,
- herramientas no apropiadas, que no se corresponden en complejidad a la naturaleza de las decisiones que deben facilitar.

Los conceptos que siguen probarán este diagnóstico de partida y presentarán una metodología superadora: la Gestión Eficiente de Inventarios (GEI)

## El problema de la Gestión de Inventarios

En la mayor parte de las situaciones logísticas reales las decisiones de stock son tomadas por un decisor que tiene un muy limitado control sobre los procesos que definen el nivel de inventarios: demanda y reposición.

Dos decisiones de la logística pueden resumir los grados de libertad del decisor para influir sobre el nivel de inventarios en dicho contexto de control limitado: cuándo y cuánto comprar / reponer / ordenar / producir. (Ver Cuadro 3: Decisiones de la logística que definen el nivel de stocks).

Para enfrentar estas decisiones la logística dispone de la ayuda del análisis cuantitativo de decisiones que puede aplicar desde distintos enfoques o definiciones de alcance del problema. (Ver Cuadro 4: Decisiones de stocks: herramientas y enfoques).

Un análisis pormenorizado de la forma en que se aborda el problema sugiere un alcance restringido del enfoque gerencial. Las razones por las que una definición incorrecta del alcance del problema conduce a resultados insatisfactorios son dos:

- Decisiones que impactan sobre la cadena en su conjunto son tomadas por cada parte desde un enfoque independiente, con una definición de objetivos y con información restringida a lo "local", como si el resto de los eslabones no existiera
- Intereses en conflicto aparente entre las partes: el que produce quiere lotes largos para absorber mejor los costos de set-up, el almacén de servicio quiere entregas just-in-time y el transportista entre ambos camiones con pallets completos,...

Por otra parte, desde largo tiempo atrás, aunque no con la extensión deseable, se ha aplicado a las decisiones de stocks técnicas de análisis cuantitativo, tales como las de lote óptimo, punto de reorden, determinación estadística de stocks de seguridad, etc. Lo mismo cabe decirse, aunque de incorporación reciente, de las herramientas operativas que asisten en el día a día, tales como los sistemas de direccionamiento de depósito, control de inventarios, lanzamiento automático del replenishment, etc.

El mismo análisis de procedimientos comentado ha puesto de manifiesto la debilidad de las herramientas y aproximaciones usuales, en general basadas en modelizaciones deterministas, sin incorporar todas las variables relevantes y asumiendo como controladas las variables reconocidas, es decir herramientas incapaces de recoger con realismo la naturaleza compleja de la empresa y su contexto.

Para ponerlo en términos más contundentes, las empresas en general en sus decisiones de inventarios buscan óptimos locales, en conflicto con los intereses de los restantes socios en la cadena de aprovisionamiento, con herramientas pensadas para un contexto estable, simple y limitado en alcance, que conducen a un trade-off propio de juegos de suma cero, en el cual para que uno gane otro pierde, pervirtiendo la relación entre las partes.

## Revisando el alcance de los esfuerzos

Las tendencias modernas hacia el enfoque y la intra-especialización han conducido a cadenas de aprovisionamiento cada vez más largas e intrincadas.

No obstante dicha complejidad aparente toda cadena, por compleja que parezca, puede ser entendida como una combinación de relaciones más simples del tipo proveedor - productor - cliente, que son las partes que se reparten los costos e inversiones en inventarios en el sistema, a la vez que representan las fuentes principales de incertidumbre que conducen a su despliegue. (Ver Cuadro 5: Definiendo una cadena elemental)

En una cadena compleja de aprovisionamiento como la discutida, la variabilidad en los acontecimientos produce dos tercios de los inventarios desplegados. A la hora de erradicar incertidumbre, importantes mejoras pueden obtenerse en la interfase proveedor- productor aplicando los principios de Supply Management reconocidos en el Puente hacia la Competitividad (Ver Anexo 1).

Lo mismo puede decirse en el frente productivo por aplicación de técnicas modernas de gestión de manufactura tales como el Total Quality Management (TQM), el Control Estadístico de Procesos (SPC), el Minimalismo y otras por el estilo.

Por último, aún en el frente consumidor, se encuentran disponibles técnicas de presupuestación y seguimiento más modernas y apropiadas para gestionar en forma más eficiente la logística de servicio al mercado.

Es decir, se puede, aún más se deben aplicar todos los recursos que brinda la técnica moderna de gestión para aprovechar las sinergias emergentes de la cooperación entre las partes componentes de la cadena de aprovisionamiento, antes que de la competencia entre ellas.

No obstante ello no toda la incertidumbre puede ser removida económicamente de la operación de cada parte; ni por ende se puede impedir que se propague por el sistema.

Las decisiones de índole económica y técnica producen el tercio restante de los stocks. La aplicación de técnicas de análisis cuantitativo de decisiones y de las herramientas operativas que soportan las decisiones del día a día, ha sido discutida en el capítulo anterior en cuanto a su diversidad y propósitos.

Sin embargo la aplicación de las mismas admite diverso alcance según la situación de poder relativo (controlante versus subordinado) de cada parte en la cadena logística. Las posibles situaciones y enfoques emergentes relevantes para las decisiones de stocks son tres, como se desarrolla por separado. (Ver Cuadro 6: Enfoques alternativos para las decisiones de stocks).

## Análisis de los diferentes enfoques de gestión de stocks

En situaciones empresariales reales existen relaciones muy variadas de poder relativo entre las partes de la cadena logística. Estas relaciones de poder suelen arrastrar implícitamente una definición de alcance y una pos-

tulación de objetivos para la decisión, propias del grado de poder relativo percibido por cada parte en la relación.

Así un decisor que se siente controlante de la relación logística suele asumir un enfoque independiente (como si la parte débil no existiera), restringiendo la información y alcance a la propia empresa, decidiendo con arreglo a su sólo interés, en la búsqueda de un óptimo local, y trasladando su decisión acerca de cuándo y cuánto a los otros integrantes de la cadena.

En el ejemplo de la página opuesta se asume como controlante a la manufactura, que en base a sus costos de set-up y de mantener stocks en almacén de producto terminado para servir oportunamente a la red de servicio, decide su política de producción (cuánto y cuándo producir con destino a su propio almacén) y fuerza al escalón siguiente a una determinada condición operativa. (Ver Cuadro 7: Las decisiones de stock desde el enfoque independiente).

Lo mismo puede formularse con la parte demandante como controlante de la relación.

En ese mismo contexto, con una parte controlante y otra/s subordinada/s, a las partes controladas le quedan grados de libertad proporcionales a su poder relativo.

En el enfoque dependiente una vez la parte controlante ha tomado sus decisiones desde una definición o enfoque independiente, a la parte controlada le queda solo tomar sus propias decisiones con dicha información como dato.

En el ejemplo (Ver Cuadro 8: Las decisiones de stock desde el enfoque dependiente) una vez la demanda decide su lote y frecuencia de reposición, al productor solo le queda decidir la modalidad de producción para reducir el costo de set-up y de mantenimiento de inventarios en el almacén de manufactura.

De este modo en el sistema en su conjunto quedan definidos stocks emergentes de la suma de óptimos locales para la parte controlante y subóptimos condicionados para la parte controlada. Se demostrará que el enfoque dependiente es preferible al primero.

A esta sumatoria de stocks y de costos e inversiones comprometidas las podemos reconocer como resultantes de la aplicación de enfoques parciales de gestión de stocks, producto de la mejor ecuación inversión-costo-servicio que la técnica puede proveer a decisores que enfocan su gestión desde un enfoque "local".

### **Primacía del enfoque interdependiente**

Por último tenemos el enfoque sistémico o interdependiente, que exige que la parte controlante asuma un punto de vista más amplio incorporando información sobre todo el sistema, para coordinar todas las decisiones de producción / reposición de la cadena global. (Ver Cuadro 9: Las decisiones de stock desde el enfoque interdependiente).

Esto supone optimizar los costos del sistema como un todo y luego reestructurar las condiciones de operación para redistribuir el beneficio entre las partes.

Este último paso de redistribución restituye el atractivo para la parte controlante, quien puede quedar en el enfoque interdependiente con mayores costos que antes. La omisión de esta redistribución en el análisis suele obstaculizar la consideración del enfoque sistémico como preferible.

Ahora bien, ¿lo es?. En la página opuesta (Ver Cuadro 10: Beneficios del enfoque interdependiente de Gestión de Stocks) se incluye una síntesis del ejemplo del Anexo 2 en el que se ha aplicado las herramientas de optimización conocidas a las decisiones de stock de las partes de la cadena (manufactura, almacén de servicio) bajo los distintos enfoques y alcances alternativos en un contexto determinista (sin incertidumbre).

La extensión al contexto real (con incertidumbre de demanda y variabilidad en el circuito manufactura–reaprovisionamiento) ha exigido la utilización de herramientas de simulación, que desarrollaremos más adelante, pero que vuelven a probar con contundencia los beneficios del enfoque interdependiente.

### **Las técnicas de análisis cuantitativo en un contexto interdependiente de gestión**

Es posible redefinir las matemáticas propias de estas decisiones para su aplicación en el nuevo contexto. Se incluye en Anexo 3 la discusión pertinente de las decisiones de inventario en los distintos enfoques, corrigiéndose las expresiones de optimización para cada caso relevante.

Se prueba matemáticamente la primacía del enfoque interdependiente y se derivan axiomas que habrán de constituir la estructura vertebral de la Gestión Eficiente de Inventarios (GEI) como metodología.

Por último se introduce la simulación de desempeño como el vehículo apropiado para las decisiones de inventario en un entorno real con demanda incierta y con variabilidad de reaprovisionamiento. Es importante resaltar que la simulación brinda un ambiente más apropiado que el de las matemáticas que, si no se corrige la covarianza emergente de ampliar el alcance de la definición lo cual no es sencillo, conduce a stocks de seguridad mayores que los necesarios para un deseado nivel de servicio.

### **La modelización de desempeño aplicada a la gestión de inventarios**

La simulación de desempeño es una técnica de modelización que reproduce la parte relevante de la operación de un sistema complejo y lo somete a las exigencias operativas a que está expuesto en la realidad, midiendo su desempeño de manera objetiva.

A diferencia de la simulación determinista de las hojas de cálculo, o la modelización analítica propia de la investigación de operaciones, los sacrificios modelo vs. realidad son menores y mayor la capacidad de evolucionar y aprender.

Para el desarrollo del modelo GEI se ha utilizado Extend™, una herramienta de simulación especialmente diseñada para la reingeniería de pro-

cesos de negocios y enfocada a decisiones de mejora de procesos operativos, logísticos y de manufactura<sup>1</sup>.

La modelización de desempeño aplicada a la gestión eficiente de inventarios persigue:

- Dimensionar los lotes de producción y reposición, los puntos de reorden y los períodos de reposición óptimos;
- Determinar los stocks de lote y en tránsito emergentes de dicha optimización;
- Dimensionar los stocks de seguridad para un dado nivel de servicio;
- Determinar los niveles de costos e inversión aspirables para cada participante en la cadena de aprovisionamiento

En particular, el modelo desarrollado (Ver Cuadro 11: Estructura de la modelización GEI) muestra los resultados comparativos de operar bajo los enfoques independiente/ dependiente e interdependiente, permitiendo cuantificar el premio para el controlante de liderar la cadena como un todo y mostrar el mejor despliegue de los stocks de seguridad para brindar el servicio deseado a la demanda final.

En anexo se incluye la corrida de resultados del modelo de simulación con datos reales de una situación industrial piloto tomada como testigo.

Como se aprecia en los resultados numéricos y gráficos proporcionados por la simulación, la Gestión Eficiente de Inventarios (GEI) desde un enfoque interdependiente de gestión conduce a una tasa de servicio más alta con una inversión y costo conjunto para el sistema menor, también en un contexto real con incertidumbre de demanda y variabilidad en la producción. (Ver Anexo 4).

### **Aplicando la Gestión Eficiente de Inventarios**

La discusión presentada hasta aquí ha sido sistematizada, dando como resultado una metodología estructurada como proceso en tres fases:

- de investigación o benchmarking: selección de indicadores, establecimiento de objetivos, identificación de brechas y análisis de barreras para su superación
- de rediseño: definición de alcance, investigación sobre el problema, modelización y corrida, análisis del output y rediseño propiamente dicho de las decisiones
- de desarrollo e implantación: destinada a la aprobación de iniciativas, la gestación de los programas de migración y la estructuración de un sistema de seguimiento

---

<sup>1</sup> Como datos ampliatorios del modelo particular, que se presenta en el Cuadro 12 considérese que está compuesto de unos 900 bloques que procesan 0,8 millones de valores representativos de un año de operación en aproximadamente 6 minutos. Su desarrollo en particular, representa varios cientos de horas hombre pero su adaptación a situaciones usuales es muy rápida.

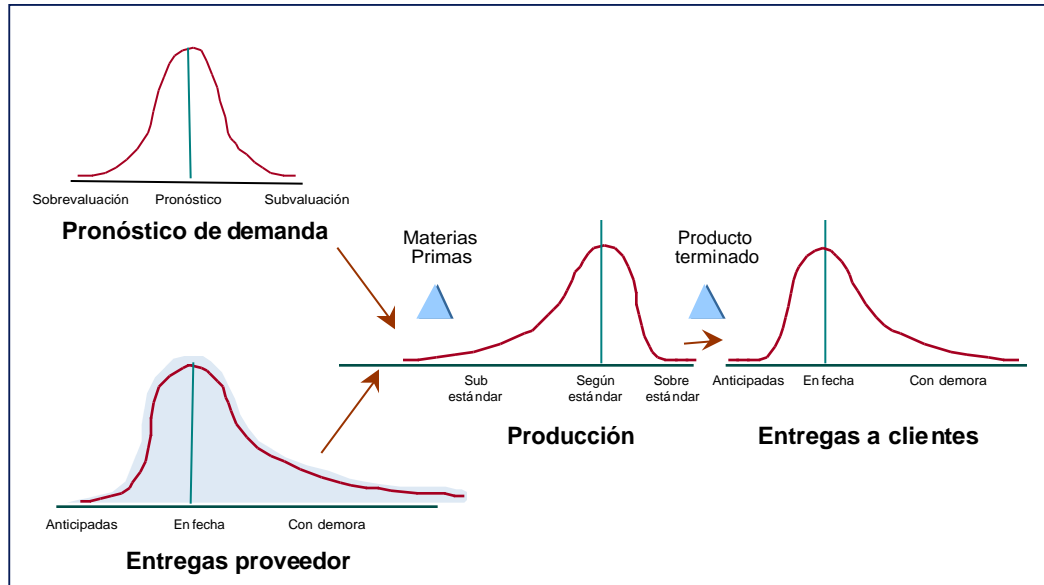
Esta metodología ha sido pensada para operar en dos estadios distintos de sofisticación en materia de gestión logística (incipiente o desarrollado), en ambos extremos de la célula proveedor - productor - cliente (interfase aprovisionamiento e interfase logística), desde un enfoque integral e interdependiente, si la madurez del problema lo justifica o explotando al máximo los enfoques independiente y dependiente según sea el caso, si no se hallan desarrollados apropiadamente (Ver Cuadro 13: Aplicando la Gestión Eficiente de Inventarios -GEI-).

Un proyecto de este tipo produce retornos significativos y concretos en un calendario de un año, no obstante el plan de tareas queda condicionado por la madurez del proceso gerencial en el área de la gestión logística (Ver Cuadro 14: Plan de trabajo).

En cuanto a resultados ha probado en diversas aplicaciones impactar los indicadores típicos de desempeño para la medición de la eficiencia de la gestión de stocks. También se ha observado un paralelo y no menos importante impacto en áreas tales como trabajo en equipo, cooperación cruzada entre funciones y departamentos, enfoque en el cliente y mejora de relaciones con proveedores.

Cuadro 1 - Fuente de variabilidad en los stocks

## La incertidumbre y variabilidad de procesos produce dos tercios de los inventarios de una red logística compleja



Cuadro 2 - Importancia del área de gestión inventarios

Los inventarios tienen un peso muy importante, tanto en monto como en porcentaje sobre activos, en muchas industrias...

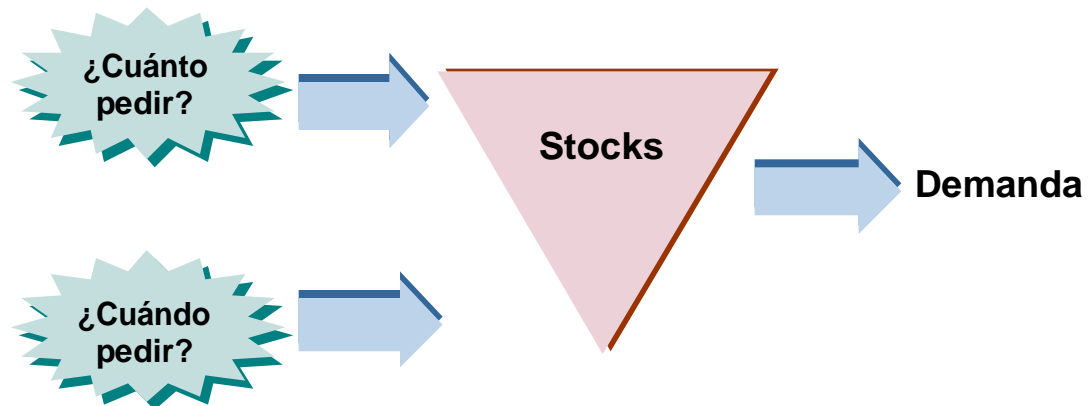
### Importancia de los inventarios (\*)

Millones de pesos	Bienes de cambio	Activos	% s/ activos totales
Petroquímica	57	270	21,1
Automotriz	80	530	15,1
Alimentos	33	91	36,3
Textil	123	906	13,6
Acero	151	438	34,5

(\*): Empresas seleccionadas que cotizan en la Bolsa de Comercio de Buenos Aires  
Fuente: Balances y Sociedades - Bolsa de Comercio de Buenos Aires

Cuadro 3 - Decisiones de la logística que definen los stocks

**Los inventarios quedan determinados por dos decisiones clave de la logística: cuándo y cuánto reponer**



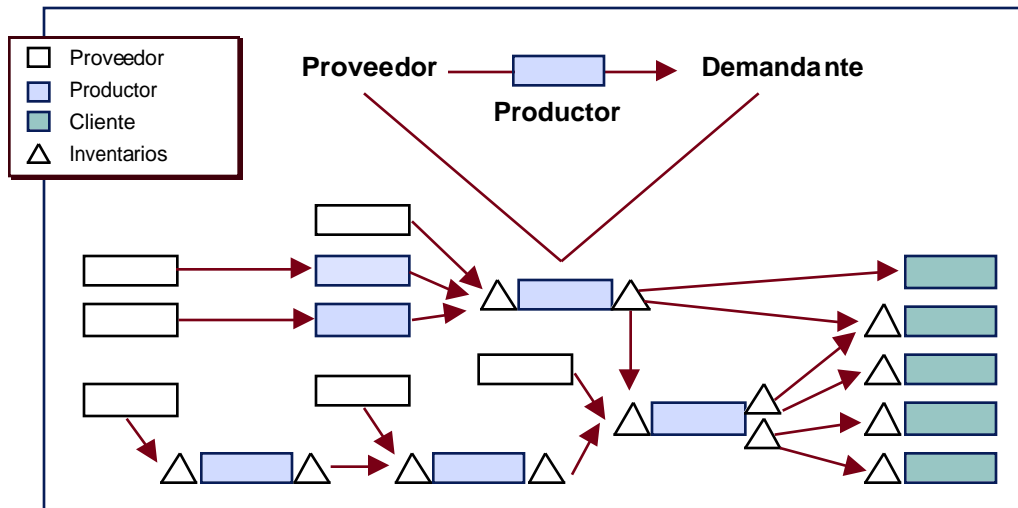
Cuadro 4 - Decisiones de stocks: herramientas y enfoques

**Un método generalmente aceptado y tres posibles enfoques son aplicables a la contestación de las anteriores preguntas relevantes.**

Método	Enfoques
¿Cuánto pedir? ¿Cuándo pedir? ↓ Análisis cuantitativo de decisiones ↓ Costo mínimo Inversión aceptable Nivel de servicio requerido	<ul style="list-style-type: none"><li>• Independiente (o controlante)</li><li>• Dependiente (o subordinado)</li><li>• Interdependiente (o sistémico)</li></ul>

Cuadro 5 - Definiendo una cadena elemental

**No obstante su complejidad toda cadena logística real puede ser reducida a un modelo elemental proveedor-productor-demandante.**



Cuadro 6 - Enfoques alternativos para las decisiones de stocks

**A la hora de la aplicación de las distintas técnicas ha de atenderse a las diversas situaciones de control relativo en las relaciones proveedor - cliente.**

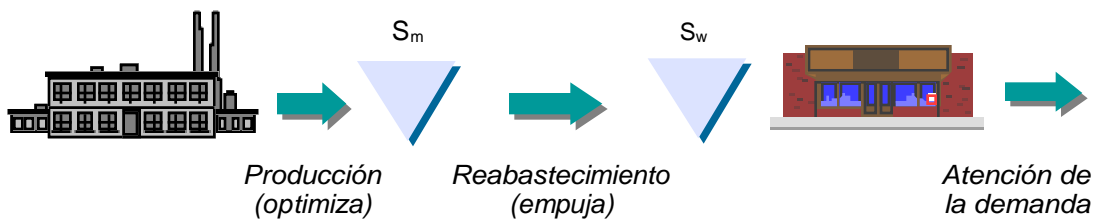
	Enfasis	Propósito	Quién	Alcance
<i>Enfoque Independiente</i>	Controlante	Minimizar el costo del que detenta el control de la relación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demandante u</li> <li>• Oferente</li> </ul>	La empresa
<i>Enfoque Dependiente</i>	Subordinado	Minimizar el costo sujeto a las condiciones impuestas por quien controla la relación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El oferente si controla el demandante</li> <li>• El demandante si controla el oferente</li> </ul>	La empresa
<i>Enfoque Interdependiente</i>	Sistémico	Minimizar el costo para todo el sistema demandante - oferente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El demandante y oferente bajo el liderazgo de la parte que controla a la relación</li> </ul>	La cadena

Cuadro 7 - Las decisiones de stocks desde el enfoque independiente

**Bajo este enfoque, las decisiones las impone la parte controlante de la relación buscando:**

- Minimizar sus propios costos
- Con atención exclusiva a los factores económicos y operativos que la afectan
- Trasladando unilateralmente a la otra parte eventuales cargas económicas o de servicio

*Ejemplo: Manufactura manda*

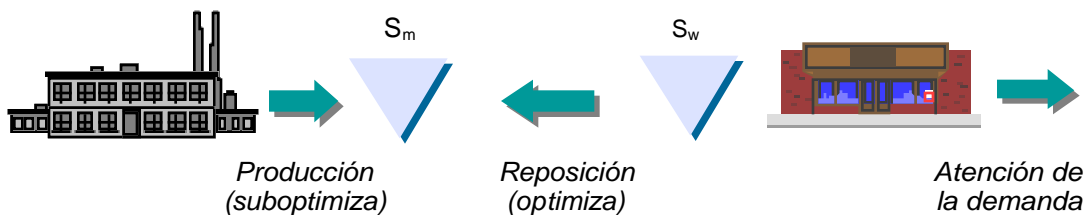


Cuadro 8 - Las decisiones de stocks desde el enfoque dependiente

**Bajo este enfoque, las decisiones las toman la parte controlante y subordinada de la relación buscando:**

- Optimizar los costos propios la controlante (igual decisión que en el enfoque independiente)
- Suboptimizar los costos propios la subordinada dentro de las restricciones impuestas por su “socio” en la cadena de aprovisionamiento

*Ejemplo: Almacén manda, producción se adecua*

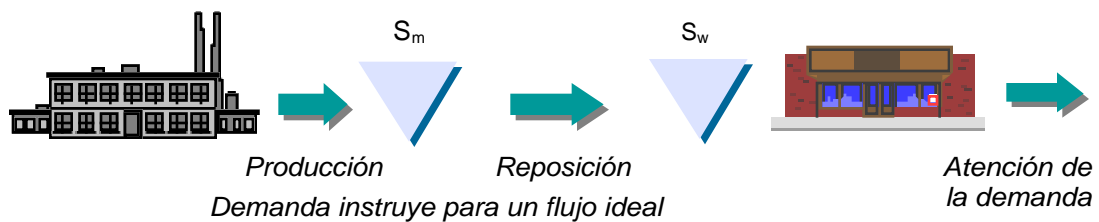


Cuadro 9 - Las decisiones de stocks desde el enfoque interdependiente

**Bajo este enfoque, la parte controlante asume la gestión de los intereses globales de la relación buscando:**

- Optimizar los costos del sistema como un todo
- Repartir los beneficios incrementales en función del poder relativo de las partes y su subordinación al orden global

Ejemplo: Almacén manda, producción acompaña



Cuadro 10 - Beneficios del enfoque interdependiente de gestión de stocks

**La gestión eficiente de inventarios produce impactos muy significativos en los parámetros clave de resultado de esta actividad.**

Ilustrativo	por ciento		Tasa de servicio	
	en \$		Inversión	
	en \$ / año		Costos	
Enfoque	Manufac-	Almacén	Total	
<b>Independiente</b>				
• Almacén manda	68,692	8,050	76,742	
• Manufactura manda	20,785	26,604	47,389	
<b>Dependiente</b>				
• Almacén manda (manufactura suboptimiza)	35,380	8,050	43,430	
<b>Interdependiente</b>				
• Almacén coordina	35,380	4,654	40,034	
• Manufactura coordina	13,370	26,604	40,034	

Notas de anotación:

- 49% (comparación entre Almacén manda y Almacén coordina)
- 42% s/óptimo independiente (comparación entre Almacén coordina y Almacén manda)
- 36% s/óptimo independiente (comparación entre Manufactura coordina y Manufactura manda)



Cuadro 13 - Aplicando una gestión eficiente de inventarios -GEI-

**La aplicación de los enfoques anteriormente citados depende de dos dimensiones clave en la situación de la empresa...**

Rol en la relación	Estadio de gestión de la logística			
	Nulo	Incipiente	Desarrollado	Avanzado
Controlante	<p>No importa, no atenderán ni esta discusión</p>	Independiente	Interdependiente (lidera)	
Subordinado		Dependiente	Interdependiente (promueve)	

Cuadro 14 - Plan de trabajo

**...características que también influyen en forma importante en el perfil de un proyecto de Gestión Eficiente de Inventarios.**

