

**SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA
ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES**

2003

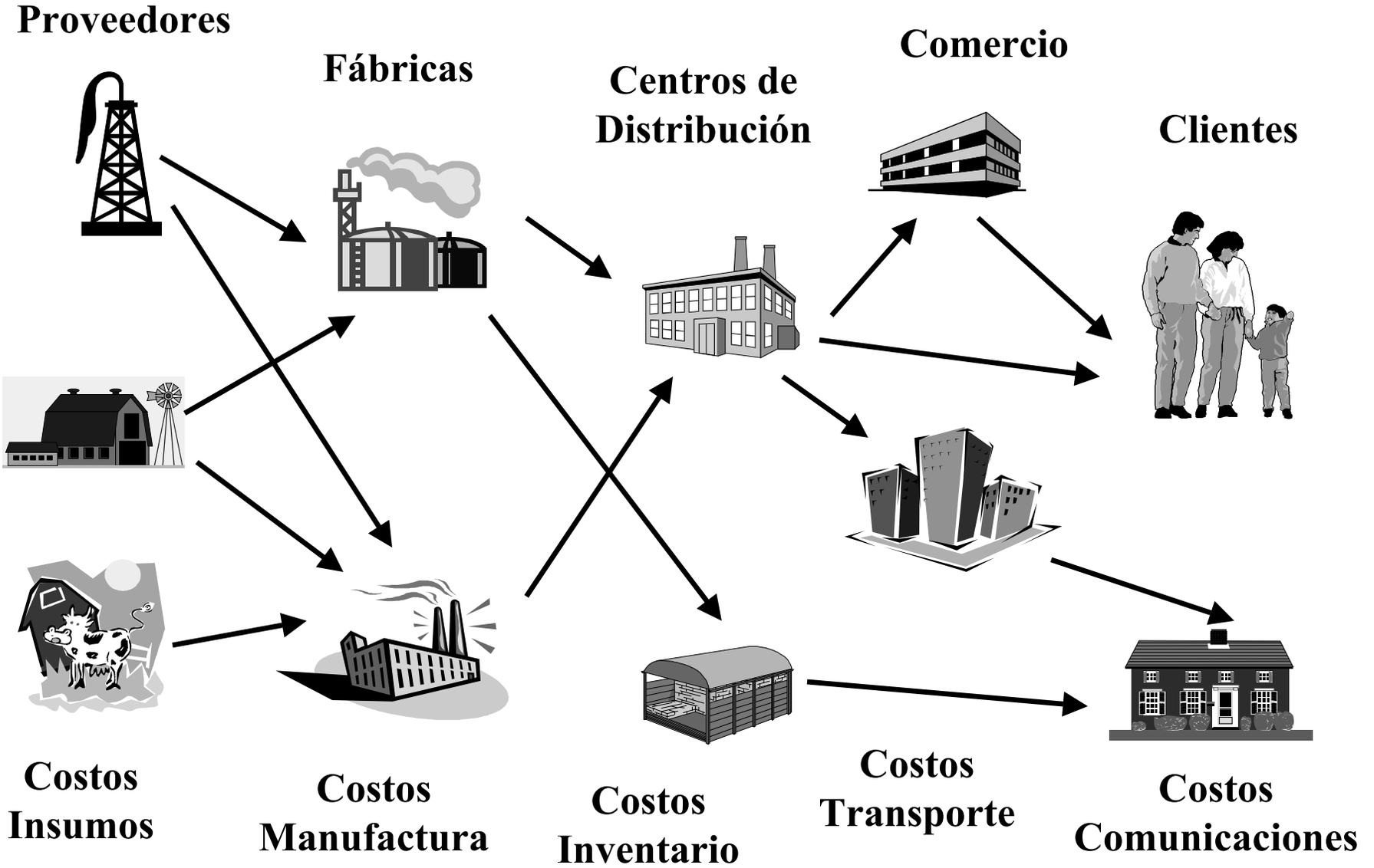
CADENA DE SUMINISTROS

I

CADENA DE SUMINISTROS

Gestión de la Cadena de Suministros (GCS): es un conjunto de enfoques y herramientas utilizadas para integrar eficientemente a **proveedores, empresas manufactureras, centros de distribución y locales de venta** de modo que los bienes sean producidos y distribuidos en las cantidades correctas, a los lugares correctos y en los momentos correctos, a fin de minimizar los costos en el sistema global, satisfaciendo, al mismo tiempo los requerimientos de nivel de servicio.

CADENA DE SUMINISTROS



GESTIÓN LOGÍSTICA

Gestión de logística: Proceso de planificar, implementar y controlar el flujo eficiente y efectivo y el almacenamiento de *materias primas, inventario en proceso, productos terminados* e *información relacionada* desde el punto de origen al punto de consumo con el propósito de conformar los requerimientos de los clientes (Council of Logistic Management)

OBSERVACIONES

- Cada **unidad** tiene impacto sobre el **costo** y juega un papel importante en hacer que el **producto conforme los requerimientos del cliente**
- El objetivo de la **GCS** es ser **eficiente a través del sistema completo**, no sólo sobre una parte del mismo
- Dado que la **GCS** implica la **integración eficiente de proveedores, fábricas, centros de distribución y locales de venta**, abarca las actividades de la firma en muchos niveles, desde **el estratégico al operativo**

DIFICULTADES PARA LA GCS

➤ **Diferentes unidades en la cadena de suministros tienen objetivos distintos y en conflicto. Ejemplo: Estabilidad versus Flexibilidad;**

➤ **La cadena de suministros es un sistema dinámico que evoluciona en el tiempo**

Desarrollos en TI, comunicaciones y la comprensión de la GCS permiten mejorar simultáneamente objetivos considerados conflictivos a priori (Rotación de inventarios versus Nivel de servicio).

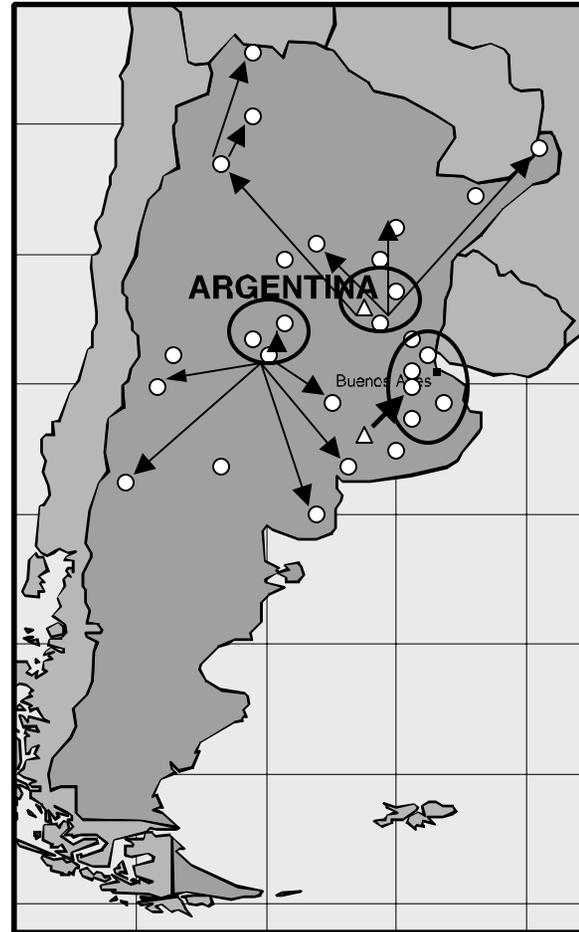
ALGUNAS CIFRAS SOBRE LA GCS

- Las empresas de EEUU gastaron 862.000 millones en actividades relativas al suministro. Se incluye movimiento, almacenamiento y control de productos sobre la cadena de suministros
- Una caja de cereal tarda más de **tres meses** en llegar desde la fábrica al supermercado
- Un auto nuevo tarda, en promedio, **15 días** en llegar desde la fábrica hasta el comercio, cuando el viaje no requiere más de 4 ó 5 días

CONFIGURACIÓN DE LA RED LOGISTICA

- **Determinar el número apropiado de Centros de Distribución**
- **Determinar la ubicación de cada Centro de Distribución**
- **Determinar la dimensión de cada Centro de Distribución**
- **Asignar espacio para cada producto en el Centro de Distribución**
- **Determinar que clientes recibirán los productos de cada Centro de Distribución**

CONFIGURACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN



Incrementar el número de centros de distribución se traduce en:

- **Mejora en el nivel de servicio** por reducción en el tiempo promedio de viaje hasta el cliente
- Un **incremento en el costo de inventario** debido a mayores niveles de stocks de seguridad para proteger a cada centro de distribución
- Un **incremento en costos fijos**
- Una **reducción en costos de transporte** desde los centros de distribución hasta los clientes
- Un **incremento en los costos de transporte** desde los proveedores o fábricas hasta los centros de distribución

DATOS REQUERIDOS

- **Ubicación de clientes, comercios, centros de distribución existentes, fábricas y proveedores**
- **Todos los productos, incluyendo volúmenes, modos de transporte (refrigerado, por ejemplo)**
- **Demanda anual de cada producto por cada cliente**
- **Tarifas de transporte**
- **Costos de almacenamiento (labor, inventario, gastos fijos, etc.)**
- **Dimensión de los pedidos y frecuencias**
- **Requerimientos de servicios a los clientes y objetivos**

CONSIDERACIONES SOBRE LOS DATOS

- **Agregación de datos: clientes y productos**
- **Tarifas de transporte: internos y externos. Medios.**
- **Determinación de distancias**
- **Costos de almacenamiento: Costos de manipuleo, fijos y de almacenamiento**
- **Capacidad de los centros de distribución**
- **Ubicaciones potenciales de centros de distribución**
- **Requerimiento del nivel de servicio**
- **Demanda futura**

DETERMINACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DE LA RED LOGISTICA

- **Modelo de optimización**
- **Modelo lineal**
- **Utilización de variables enteras**
- **Respuesta a cuestiones “¿Qué pasa si?”**
- **Herramienta del nivel de gestión: Sistema de Soporte de Decisión**

MODELO DE OPTIMIZACION

FUNCIÓN OBJETIVO

Minimizar costo de la Red Logística



sujeto a

RESTRICCIONES

No exceder la capacidad de los centros de distribución



Cumplir con las solicitudes de los clientes



No exceder la capacidad de las fábricas

No superar la capacidad de producción de cada fábrica

FUNCIÓN OBJETIVO

Costo Total = Costo de transporte desde las fábricas a los centros de distribución para cada tipo de producto +
Costo de transporte desde los centros de distribución a los clientes para cada tipo de producto +
Costo de instalación de los centros de **distribución** +
Costo de manejo de materiales de las unidades en el centro de distribución para cada tipo de producto +



FUNCIÓN OBJETIVO

$$\text{Costo} = \sum_i \sum_j \sum_h d_{ij} p_h x_{ijh} + \sum_j \sum_k \sum_h d_{jk} p'_h y_{jkh} +$$

$$+ \sum_j F_j z_j + \sum_i \sum_j \sum_h M_h x_{ijh} + \dots$$

- i : Fábrica; j : Centro de Distribución; k : Cliente; h : Artículo
- x_{ijh} : número de unidades que van desde i hasta j del artículo h
- d_{ij} : Distancia desde la fábrica i al centro de distribución j
- p_h : Precio del flete de una unidad del artículo h por km recorrido de fábrica a centro
- p'_h : Precio del flete de una unidad del artículo h por km recorrido
- F_j : Costo fijo de instalar un centro de distribución
- z_j : Variable binaria que indica si el centro se instala ($z_j=1$) o no ($z_j=0$) 
- M_h : Costo de manipuleo por unidad del artículo h

CAPACIDAD DE LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN

La suma de las unidades que llegan al centro de distribución debe ser menor a su capacidad total

$$\sum_i \sum_h v_h x_{ijh} \leq C_j z_j \quad \forall j$$

- i : Fábrica; j : Centro de Distribución; h : Artículo
- x_{ijh} : número de unidades que van desde i hasta j del artículo h
- v_h : volumen unitario del artículo h
- C_j : Capacidad del centro de distribución j
- z_j : Variable binaria que indica si el centro se instala ($z_j=1$) o no ($z_j=0$)



DEMANDA DE LOS CLIENTES

La suma de las unidades del artículo h que llegan al cliente k deben ser igual a la demanda solicitada

$$\sum_j y_{jkh} = D_{kh} \quad \forall k, h$$

- j: Centro de Distribución; k: cliente h: Artículo
- y_{jkh} : número de unidades que van desde j hasta k del artículo h
- D_{kh} : Demanda del artículo h por el cliente k (parámetro)

RESTRICCIÓN DE BALANCE

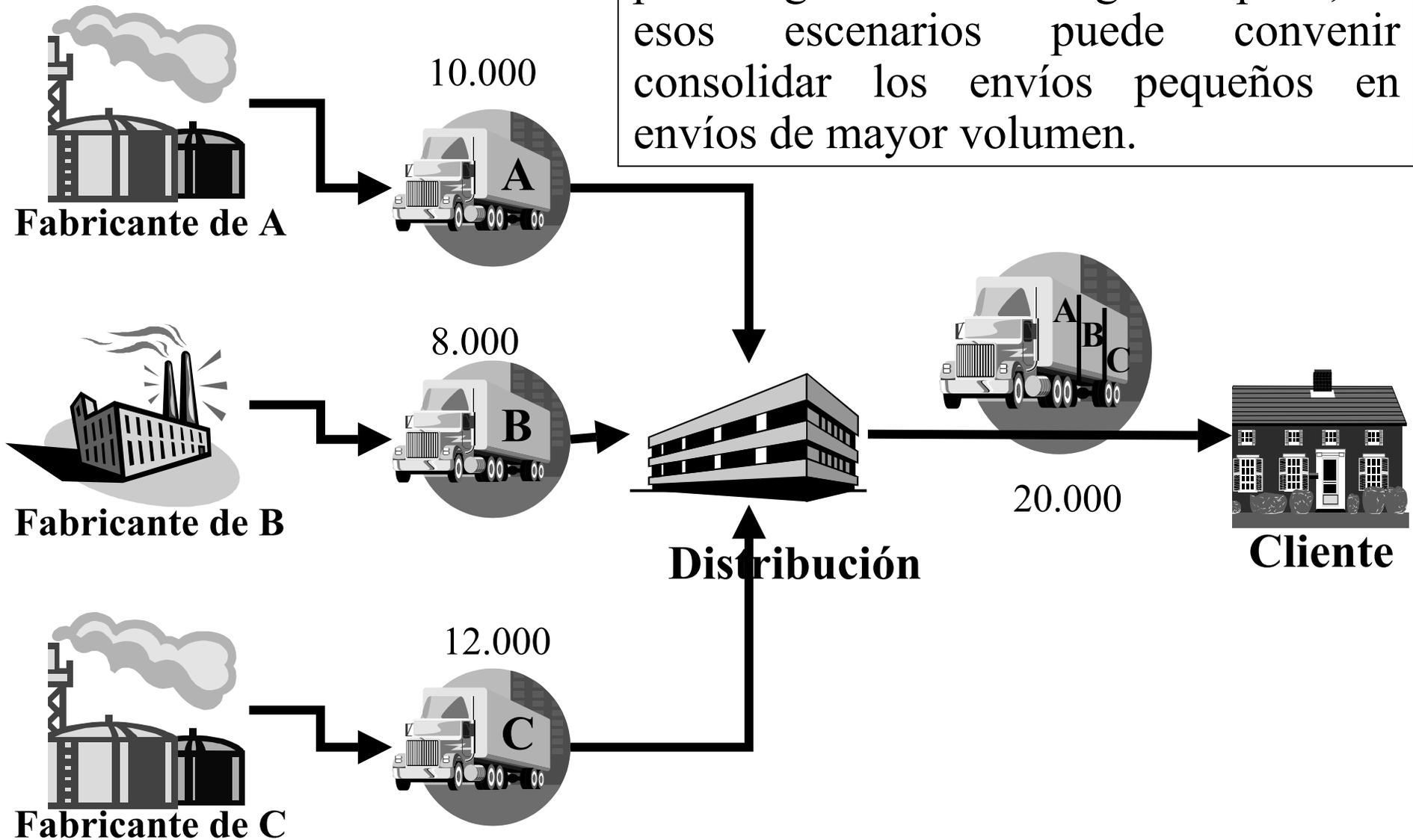
La suma de las unidades del artículo h que llegan al centro j deben ser mayor o igual a las cantidades enviadas para satisfacer la demanda solicitada por todos los clientes

$$\sum_{i=1}^{NF} x_{ijh} \geq \sum_{k=1}^{NK} y_{jkh}; h = 1..NA; j = 1..NC$$

- i : fábrica; j : Centro de Distribución; k : cliente; h : Artículo
- x_{ijh} : número de unidades del artículo h que van desde la fábrica i hasta el centro j
- y_{jkh} : número de unidades del artículo h que van desde el centro j hasta el cliente k

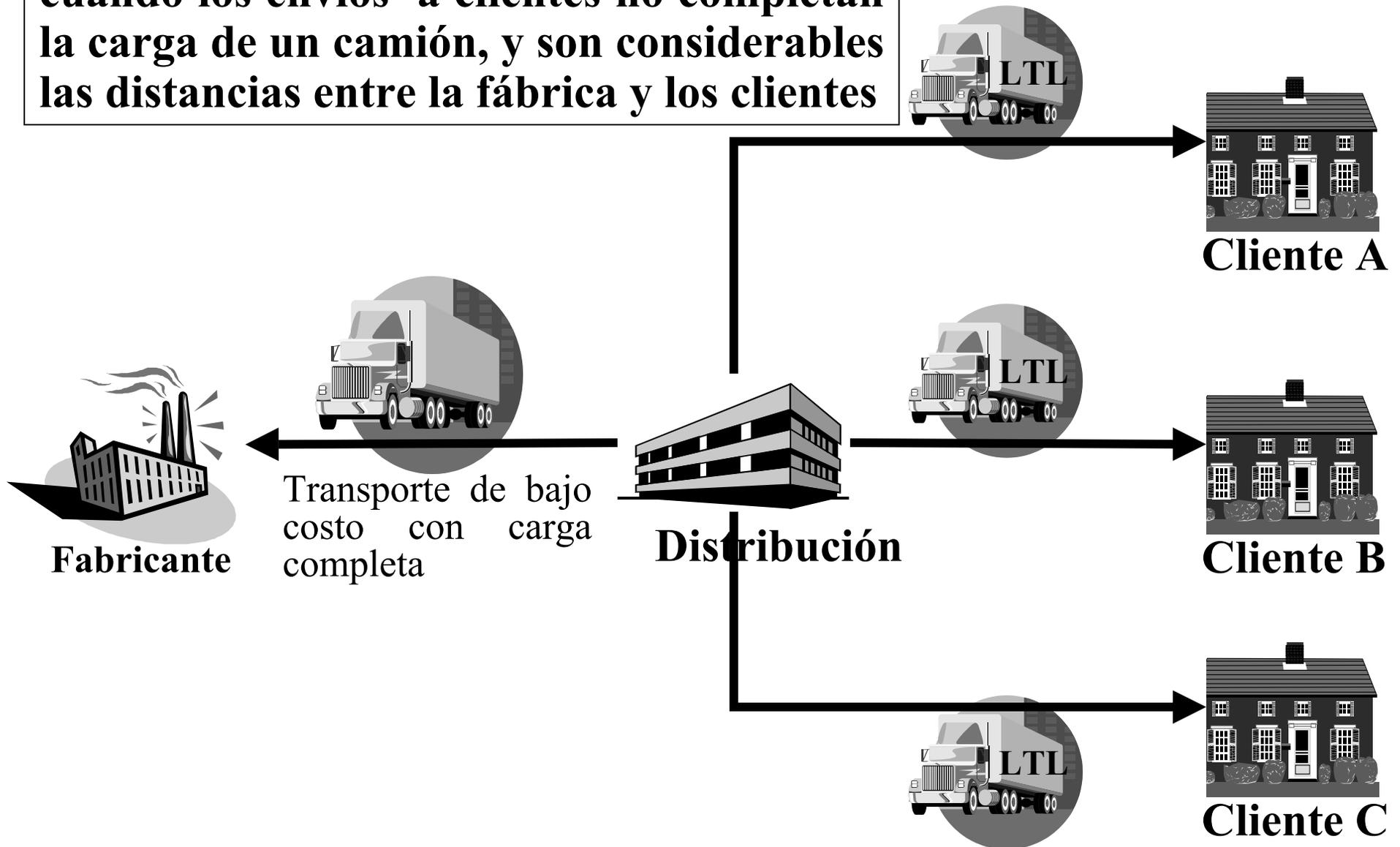
CONSOLIDACIÓN

Si los productos son fabricados en múltiples facilidades, y los clientes no pueden garantizar la carga completa, en esos escenarios puede convenir consolidar los envíos pequeños en envíos de mayor volumen.



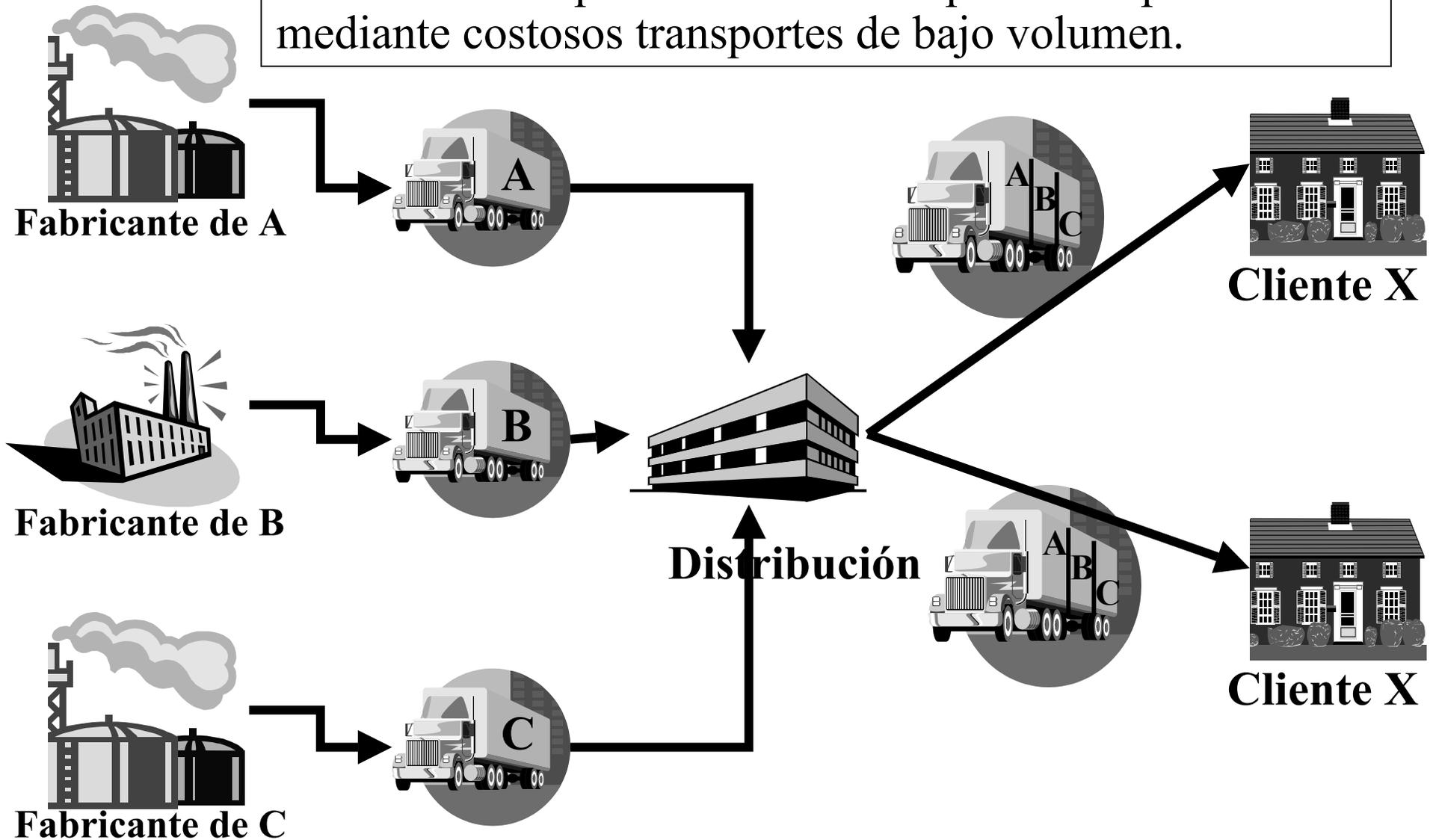
DESCOMPOSICIÓN DE ENVÍOS

La *descomposición* de envíos es usual cuando los envíos a clientes no completan la carga de un camión, y son considerables las distancias entre la fábrica y los clientes



EMPLEO DE ALMACENAMIENTO PARA MEZCLA DE PRODUCTO

Sin los almacenes para mezcla, las órdenes de los clientes deberían ser respondidas desde los puntos de producción mediante costosos transportes de bajo volumen.



Localización: “Trade-offs” asociados

- *Un aumento en el número de “Warehouses” da lugar a:*
 - ✓ *Una mejora en el nivel de servicio debido a una reducción en el tiempo medio que demanda el transporte al cliente.*
 - ✓ *Un incremento en los costos de inventario debido a mayores niveles de seguridad necesarios para proteger a cada “warehouse” de distintas incertidumbres.*

$$I_T = I_i \sqrt{n}, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

donde,

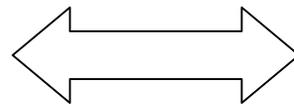
I_i es el nivel de inventario en uno de los “n” depósitos en los cuales se distribuye la mercadería.

I_T es el nivel de inventario promedio que habría si todo el inventario se concentrara en un único depósito

Localización: “Trade-offs” asociados (Cont.)

- *Un aumento en el número de “Warehouses” da lugar a:*
 - ✓ *Un incremento en los costos administrativos y de “setup”.*
 - ✓ *Una reducción de los costos “outbound” de transporte de materiales desde las “warehouses” hasta los clientes.*
 - ✓ *Un incremento de los costos de transporte “inbound” desde las fábricas o proveedores hasta las “warehouses”.*

*Costos de abrir y
operar nuevas
“Warehouses”*

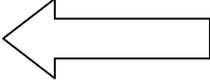
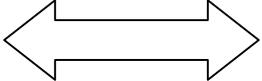


*Ventajas de estar
cerca del cliente*

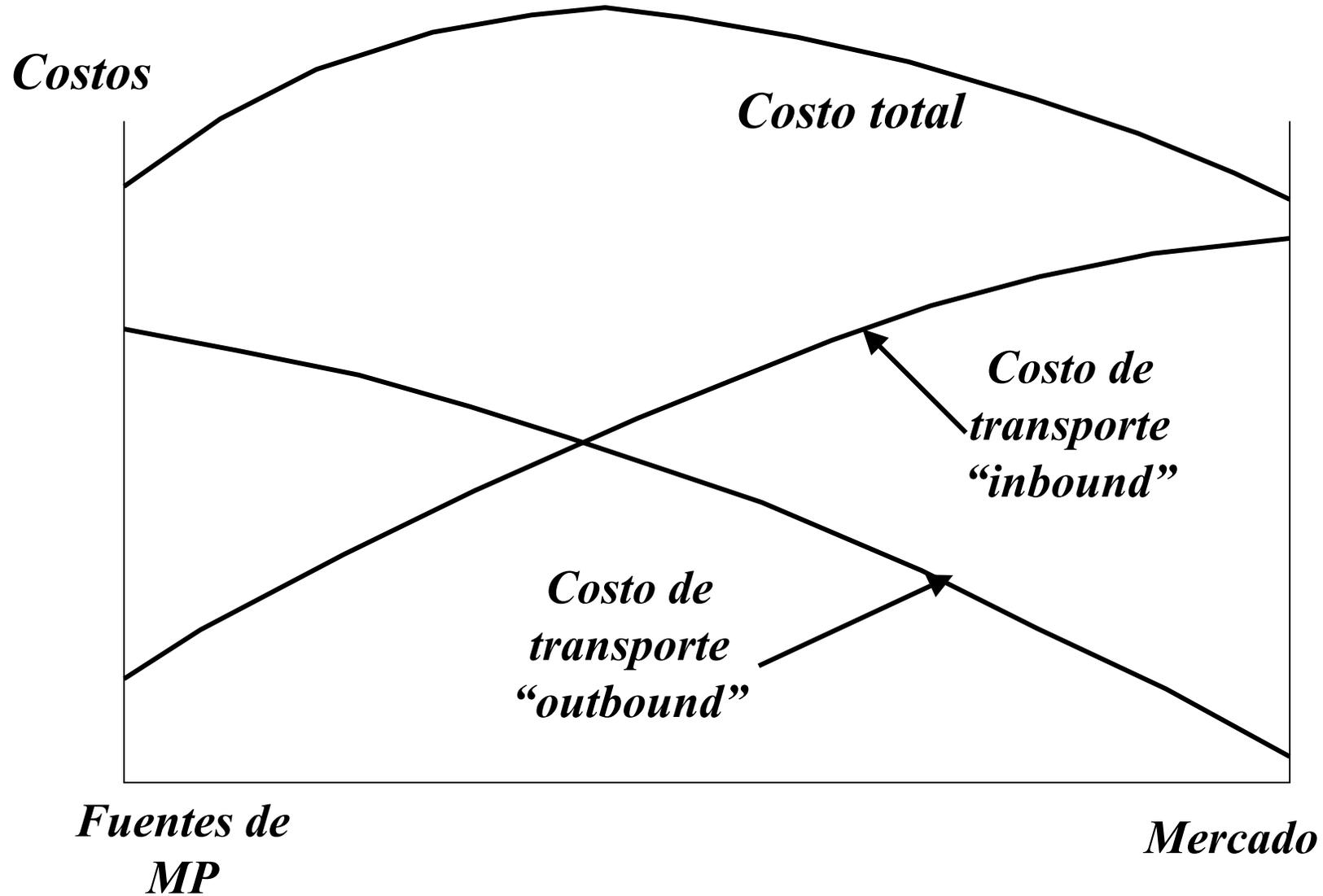
“Trade-off”

Localización: Otros problemas

- *Localización de fábricas o facilidades productivas. Cerca de los puntos de producción/aprovisionamiento de materias primas o de los centros de consumo?*
 - *En este caso es importante reconocer las características del proceso productivo en cuanto a la incorporación de peso a las materias primas.*

<i>Tipo de proceso productivo</i>	<i>Peso antes fabricación</i>	<i>Peso después fabricación</i>	<i>Fuentes de MP</i>	<i>Mercados</i>
<i>Pérdida de peso</i>	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 30px;"></div>	<div style="border: 1px solid black; width: 60%; height: 30px;"></div>		
<i>Incorporación de peso</i>	<div style="border: 1px solid black; width: 40%; height: 30px;"></div>	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 30px;"></div>		
<i>Equilibrio</i>	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 30px;"></div>	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 30px;"></div>		

Localización de facilidades productivas



Gestión de datos - Gran volumen de información a manipular

- ***Los problemas de configuración de una red logística involucran una cantidad avasallante de información.***
 - *Por ejemplo, un sistema de distribución de bebidas gaseosas en los EE.UU. se asocia generalmente a la atención de 10000-12000 puntos de servicio.*
 - *En el rubro megamercados, el gran volumen de información se refiere a productos, cuyo número oscila entre los miles a los cientos de miles.*
- ***Los datos usualmente empleados en la solución de estos problemas son:***
 - *Ubicación de clientes, puntos de venta, warehouses y centros de distribución, fábricas y proveedores.*
 - *Listado de todos los productos, incluyendo datos de peso y volumen unitario o cubo logístico, requerimientos especiales de manejo de materiales y transporte, así como toda otra característica relevante.*
 - *Demanda anual de cada producto por parte de cada cliente.*
 - *Costos de transporte para cada medio factible de ser utilizado.*
 - *Costos fijos y variables asociados a warehouses.*
 - *Costos de procesamiento de órdenes y vinculados al tamaño de los envíos.*

Agregación de datos de clientes y productos

- *Dado que el volumen de información puede llegar a ser excesivo, se trata de agregar datos de clientes y/o productos:*
- *Agregar datos de clientes: Se define un cliente agregado o sustituto. Para ello, se divide el área bajo estudio en celdas o clusters. Algunas técnicas efectivas de clustering contemplan:*
 - *Código postal: agrupando en base a cercanía geográfica.*
 - *Niveles de servicio: se agrupan clientes cercanos con niveles de servicio similares.*
 - *Frecuencia de entrega: agregando clientes cercanos con frecuencias de entrega similares.*
- *Agregar datos de productos: Los criterios a utilizar incluyen:*
 - *Patrones de distribución similares, es decir agregar productos que tienen un mismo origen y llegan a un mismo destino y atributos logísticos similares (iguales requerimientos de manejo) .*
 - *Tipo de producto: Se agrupan productos de una misma familia.*