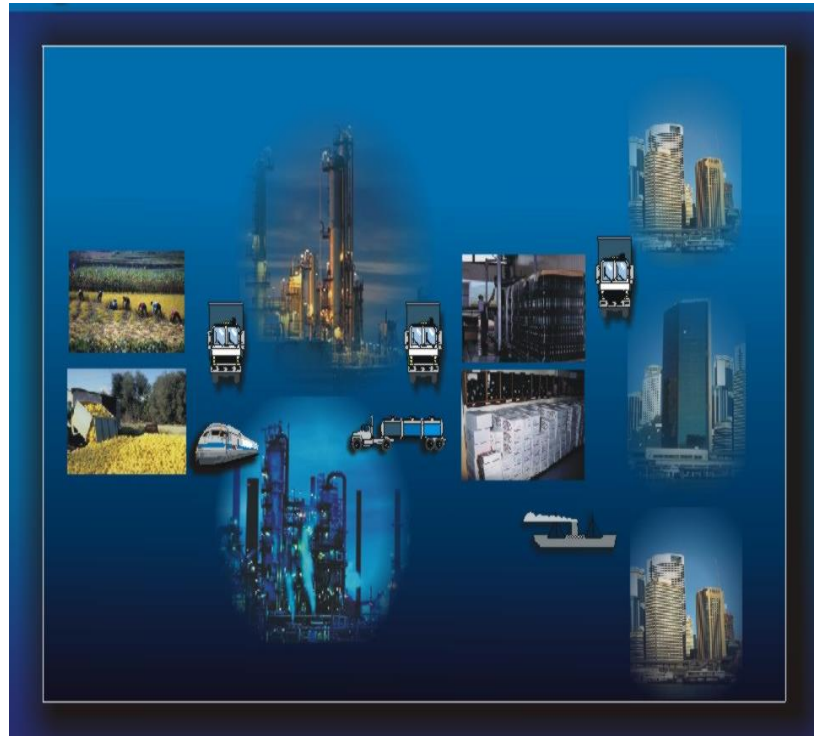


Cadenas de suministro SCM



Gestión de la Cadena de Suministro SCM (*Supply Chain Management*)

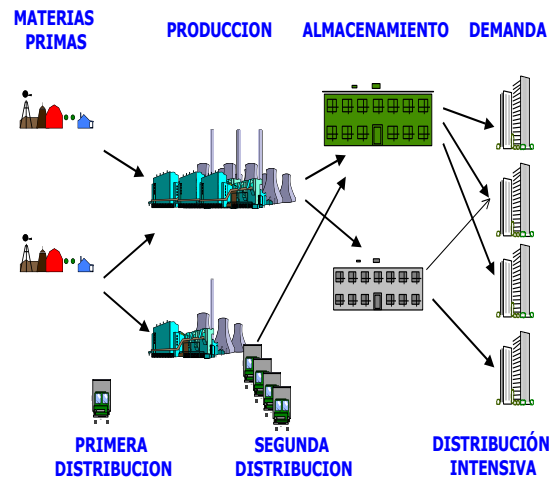
Un SCM o gestión de la cadena de suministro en una empresa es un sistema en el cual la planificación está integrada desde el punto de vista jerárquico, temporal y funcional.

La integración se extiende a todos los elementos externos que de alguna manera están relacionados con la empresa, como proveedores y clientes.

Una buena gestión de la cadena implica un proceso eficaz donde la **eficacia de toda la cadena de suministro** es más importante que la eficacia de cada subsistema individual.

Sobre una estructura de red que admite proveedores, plantas, centros de distribución y clientes, se modelan los flujos de materias primas y productos terminados a lo largo de toda la cadena.

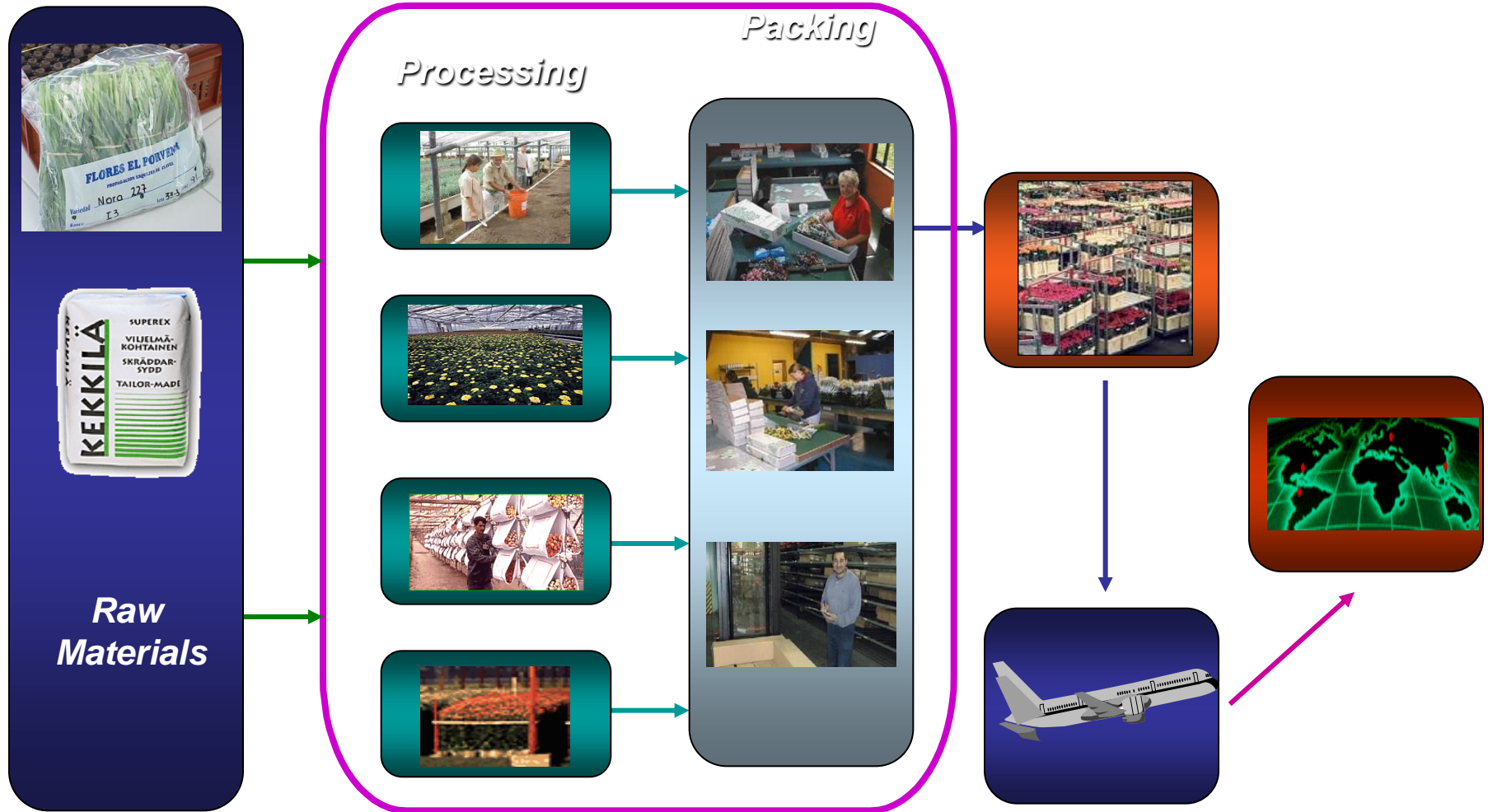
El modelo puede usarse para objetivos distintos a la sola localización, puesto que incluye la optimización de toda la cadena mediante la asignación de tamaños de flujos óptimos para cada nodo de la red, de modo que el costo total de operación sea el mínimo.



El resultado de la optimización: la descripción detallada de la estructura óptima de la cadena y de Cómo se debe operar.

Ejemplo: Cadena productiva de Flores

Farms



La gestión integrada de la cadena de suministro integra:

0. Pronóstico de la demanda

1. Planificación de atención a la demanda.

2. Planificación de la Distribución

3. Planificación de la Capacidad

4. Planificación de la Producción

5. Planificación del Transporte

La formulación del problema básico

Función objetivo: Minimizar el Costo Total Relevante (CTR)

variables de decisión definirán cuáles plantas se abren y cuáles no, cuánto suministro de materia prima se llevará desde los diferentes proveedores a las plantas que se abrirán, y cuántos productos terminados se llevarán desde estas plantas a los centros de distribución

Sujeto a las **restricciones**:

- Capacidad de los proveedores.
- Capacidad de producción de las plantas.
- Capacidad de flujo en los centros de distribución.
- Satisfacción de la demanda para cada cliente o zona de consumo.
- Balance de materiales: en cada nodo entradas = salidas + pérdidas
- Restricciones por capacidad del modo de transporte disponible.
- Restricciones de configuración y restricciones lógicas.
- Límites sobre las variables de decisión.

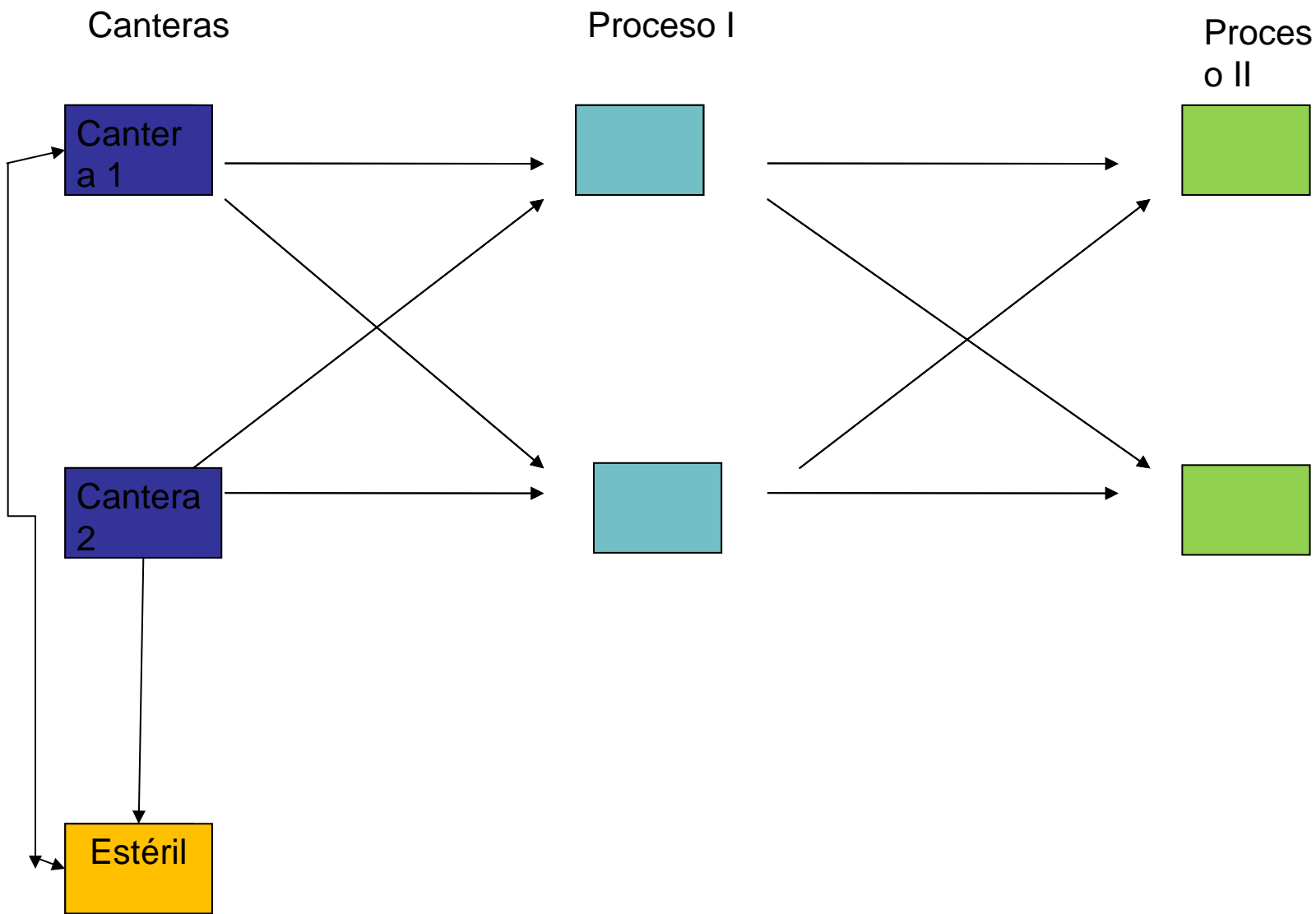
Ejemplo básico dos eslabones

Se cuenta con dos canteras que deben llevar el 20% del material extraído a una pila de estéril y el resto pasa a dos plantas de proceso I (alternativas), cada una de ellas con capacidad de 500 ton/semana. Allí se procesa con unas pérdidas del 5% y pasa a otro proceso II que cuenta con dos plantas alternativas con capacidad de 450 cada una.

- El costo del primer proceso es de \$40 por tonelada en la planta 1 y de \$30 por tonelada en la 2.
-
- De la cantera 1 se extrae 625 toneladas, y de la 2 500 toneladas.
- Cuesta \$3 por milla transportar una tonelada de material entre las plantas. Las distancias (en millas) entre las plantas I y las plantas II se muestra en la tabla.

	Proceso II 1	Proceso II 2
Proceso I 1	5	8
Proceso I 2	9	6

Formular el problema como un Problema lineal PL tal que se que se minimice el costo total del proceso



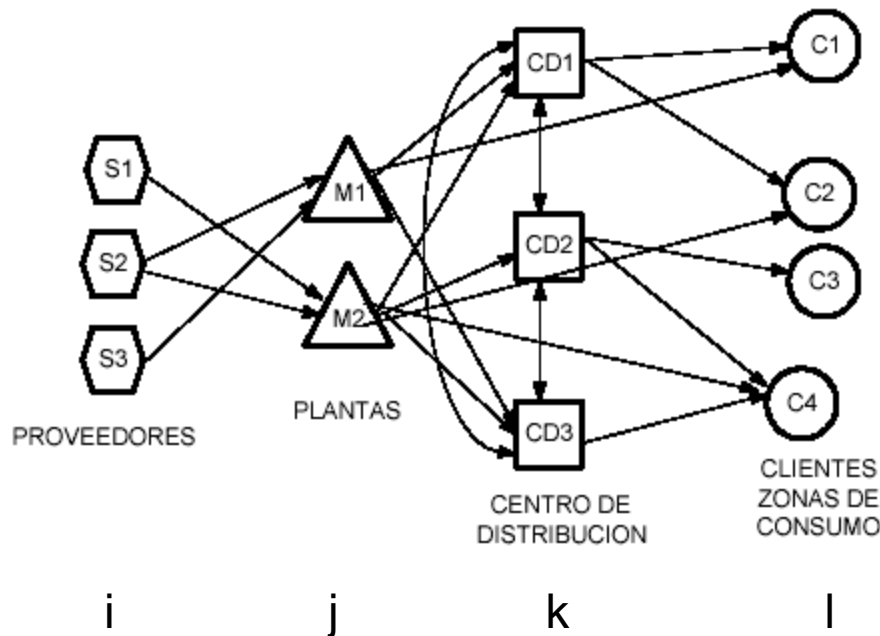
Problema mas completo

Función objetivo: minimizar costos

- Costo de obtención de la materia prima incluyendo transporte, seguros y otros, obtenida de los diferentes proveedores para las diferentes plantas.
- Costo de producción en las diferentes plantas
- Costo de transporte de producto terminado a los centros de distribución.
- Costo de transporte de estos productos desde los centros de distribución a los clientes finales.
- Costos fijos de las plantas y de los centros de distribución.
- Costos de manejo de inventario de la materia prima y de los productos terminados en cada planta
- Costos de inventario de los productos terminados durante un tiempo esperado en el que deben permanecer en los centros de distribución mientras son enviados a los clientes finales.

Índices del modelo

- S = Conjunto de Proveedores [i]
- PL = Conjunto de plantas de producción [j]
- CD = Conjunto de centros de distribución [k]
- C = Conjunto de consumidores y/o zonas de consumo [l]
- PT = Conjunto de productos terminados [p]
- MP = Conjunto de materias primas, partes y/o componentes [r]
- T = Conjunto de modos de transporte disponibles [m]



i= proveedor

r = materia prima

j = planta

m = modo de transporte

k = centro de distribución l = centro de consumo

Las variables de decisión:

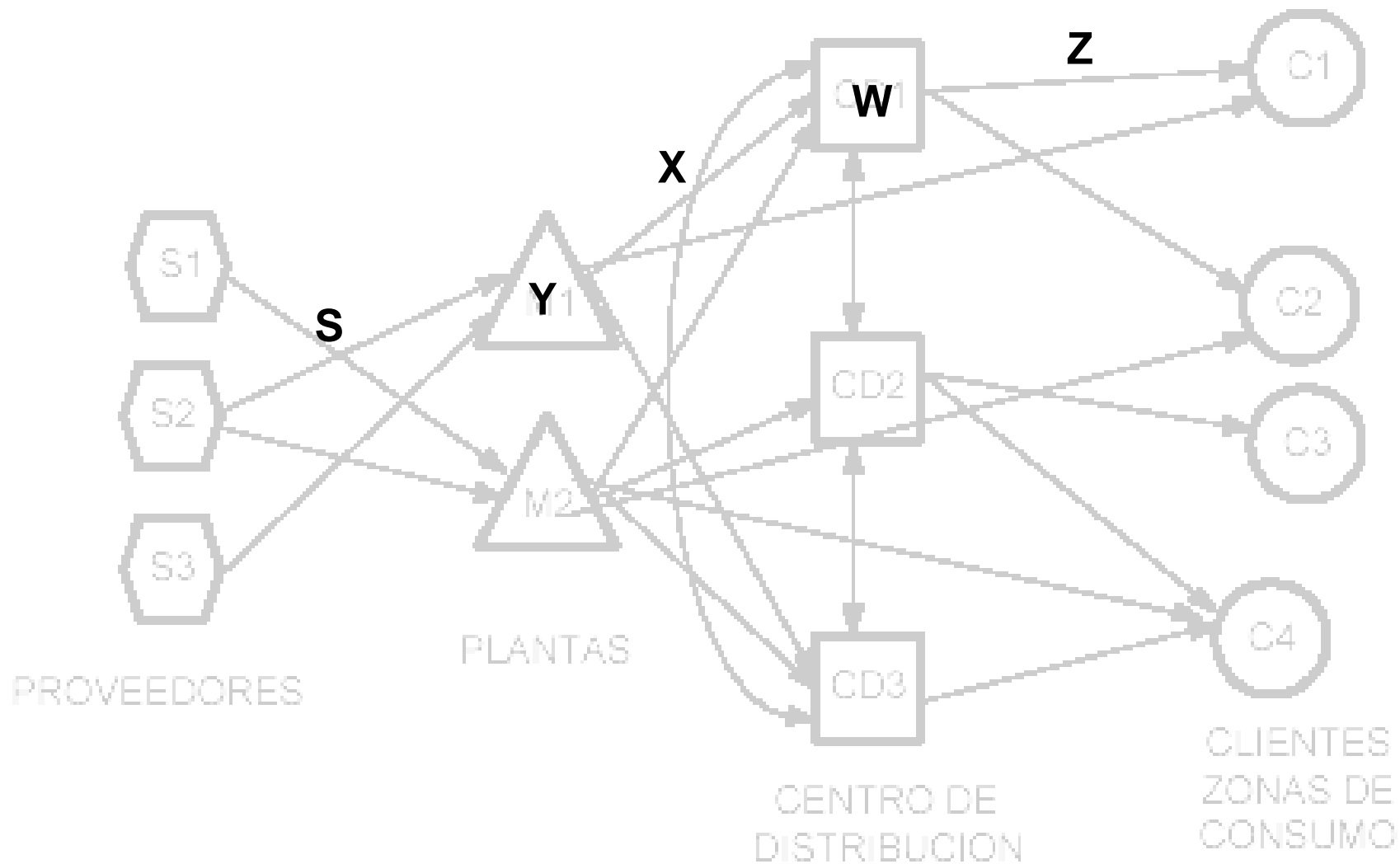
S_{ijmr} = Cantidad de materia prima r adquirida al proveedor i para la planta j y enviada usando el modo de transporte m [*unidades de r / unidad de tiempo*]

X_{jkmp} = Cantidad de producto terminado p producido en la planta j, y enviado al centro de distribución k usando el modo de transporte m [*unidades de p / unidad de tiempo*]

Z_{klmp} = Cantidad de producto terminado p enviado a la zona de consumo l desde el centro de distribución k usando el modo de transporte m [*unidades de p / unidad de tiempo*]

Y_j = Variable binaria asociada a cada planta, igual a 1 si la planta j se abre e igual a 0 (cero) en caso contrario.

W_k = Variable binaria asociada a cada centro de distribución, igual a 1 si el centro de distribución k se abre e igual a 0 (cero) en caso contrario.



i = proveedor r = materia prima
j = planta m = modo de transporte
k = centro de distribución l = centro de consumo

Función Objetivo: minimizar costos

Costo de Obtención de materia prima

$$\sum_i \sum_j \sum_m \sum_r (\text{Costo Materia Prima})_{ijmr} S_{ijmr}$$

materias primas r adquirida al proveedor i para la planta j y enviada usando el modo de transporte m

Costo de produccion de los productos terminados

$$\sum_j \sum_k \sum_m \sum_p (\text{Costo producción producto})_{jp} X_{jkmp}$$

productos terminados p producido en la planta j, y enviado al centro de distribución k usando el modo de transporte m

i = proveedor r = materia prima
j = planta m = modo de transporte
k = centro de distribución l = centro de consumo

Función Objetivo: minimizar costos

Costo de transporte de productos terminados

Costo de transporte por unidad de peso de los productos terminados p enviados desde la planta j hacia el centro de distribución k usando m

Factor de peso

productos terminados p producido en la planta j, y enviado al centro de distribución k usando el modo de transporte m

$$\sum_j \sum_k \sum_m \sum_p (TRC)_{jkm} FPESO_p X_{jkmp} + \sum_k \sum_l \sum_m \sum_p (TRC)_{klm} FPESO_p Z_{klmp}$$

Costo de transporte por unidad de peso de productos terminados enviados desde el centro de distribución k hacia el cliente l usando m

producto terminado p enviado a la zona de consumo desde el centro de distribución k usando el modo de transporte m

Costo por manejo de inventarios:

a. Inventario de Materias primas en plantas

Valor unitario del inventario de materia prima r en la planta j

Costo de manejo / almacenamiento

materia prima r adquirida al proveedor i para la planta j y enviada usando el modo de transporte m

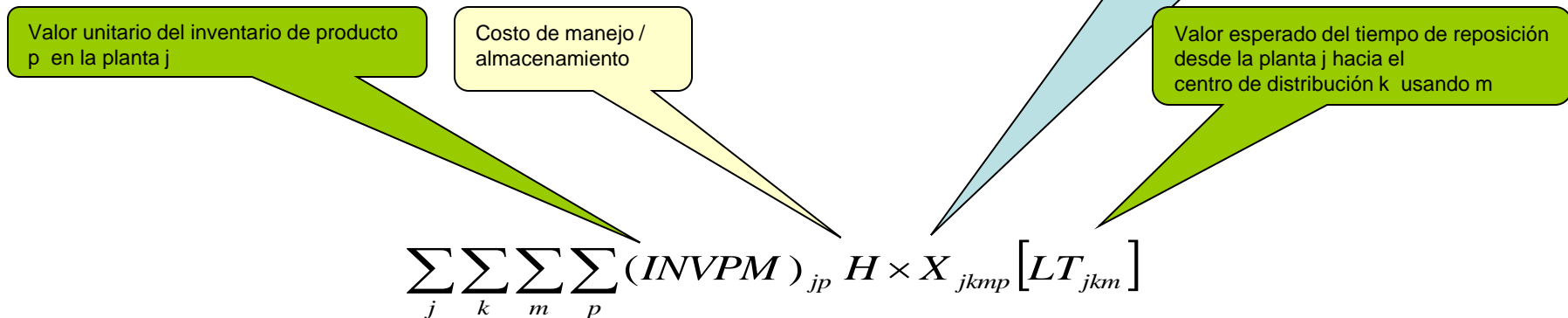
Valor esperado del tiempo de reposición (Lead Time) desde el proveedor i hacia la planta j usando m

$$\sum_i \sum_j \sum_m \sum_p (INVMP)_{jr} H \times S_{ijmr} [LT_{ijm}]$$

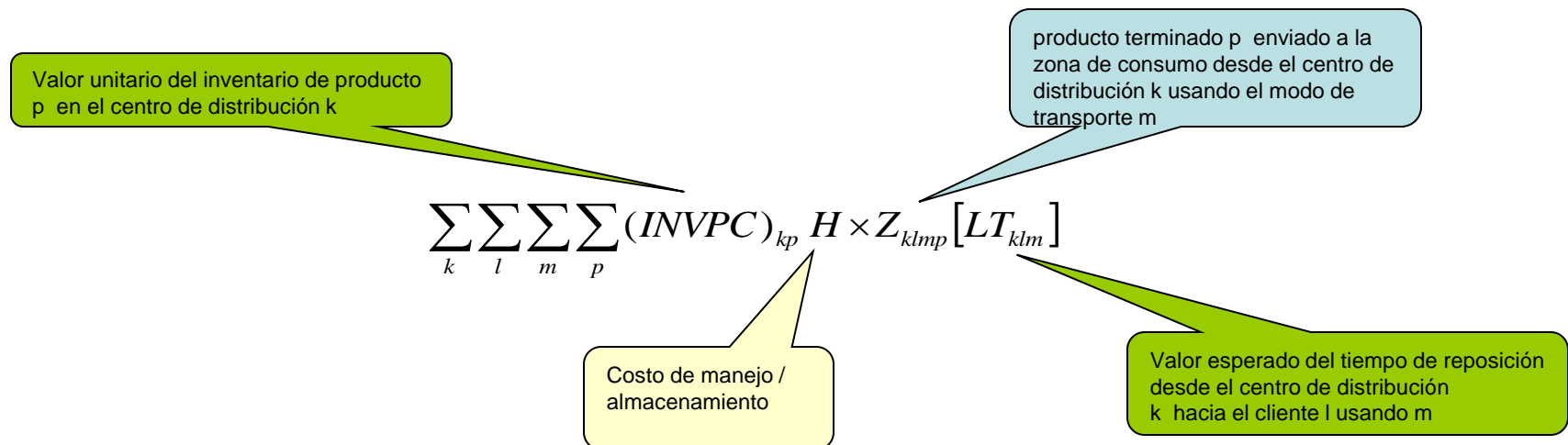
i = proveedor r = materia prima
 j = planta m = modo de transporte
 k = centro de distribución l = centro de consumo

Costo por manejo de inventarios:

b. Inventario de productos terminados en plantas



c. Inventario de productos terminados en centros de distribución



i = proveedor	r = materia prima
j = planta	m = modo de transporte
k = centro de distribución	l = centro de consumo

Costo por manejo de productos terminados en centros de distribución:

$$\sum_i \sum_j \sum_m \sum_r (CMANCD)_{kp} \times Z_{klmp}$$

Costos de manejo del producto p en el centro de distribución k

producto terminado p enviado a la zona de consumo desde el centro de distribución k usando el modo de transporte m

Costos fijos de plantas y centros de distribución

$$\sum_j FIJPL_j \times Y_j + \sum_k FIJCD_k \times W_k$$

Costos fijos de la planta j

1 si la planta j se abre
0 en caso contrario

1 si la centro de distribución k se abre
0 en caso contrario

Costos fijos de l centro de distribución k

i = proveedor r = materia prima
j = planta m = modo de transporte
k = centro de distribución l = centro de consumo

Restricciones

Capacidad de los proveedores: La materia prima proporcionada por los proveedores no puede exceder la cantidad de materia prima ofrecida por los diferentes proveedores

materia prima r adquirida al proveedor i para la planta j y enviada usando el modo de transporte m

$$\sum_j \sum_m \sum_r S_{ijmr} \leq CAPR_i, \forall i$$

Capacidad total del proveedor i

Capacidad de producción de las plantas: La producción programada en las diferentes plantas no puede exceder su capacidad de producción (siempre y cuando el modelo aconseje abrirlas)

productos terminados p producido en la planta j, y enviado al centro de distribución k usando el modo de transporte m

$$\sum_k \sum_m \sum_p X_{jkmp} \leq CAPL_j \times Y_j, \forall j$$

Capacidad de producción de la planta j

1 si la planta j se abre
0 en caso contrario

i = proveedor	r = materia prima
j = planta	m = modo de transporte
k = centro de distribución	l = centro de consumo

Capacidad de los centros de distribución: La cantidad de productos terminados despachados desde las diferentes plantas no puede exceder la capacidad de almacenamiento de los diferentes centros de distribución.

producto terminado p enviado a la zona de consumo desde el centro de distribución k usando el modo de transporte m

Capacidad de flujo del CD k para todos los productos

1 si la centro de distribución k se abre
0 en caso contrario

$$\sum_l \sum_m \sum_p Z_{klmp} \leq CAPCD_k \times W_k, \forall k$$

productos terminados p producido en la planta j, y enviado al centro de distribución k usando el modo de transporte m

Capacidad de flujo del CD k para todos los productos

1 si la centro de distribución k se abre
0 en caso contrario

$$\sum_j \sum_m \sum_p X_{jkmp} \leq CAPCD_k \times W_k, \forall k$$

i = proveedor r = materia prima
j = planta m = modo de transporte
k = centro de distribución l = centro de consumo

Balance de materiales de producción: Debe satisfacerse la demanda proyectada de los productos terminados de los diferentes clientes

producto terminado p enviado a la zona de consumo desde el centro de distribución k usando el modo de transporte m

Proyección de demanda del producto p en la zona de consumo l

$$\sum_k \sum_m Z_{klmp} = D_{lp}, \quad \forall l, p$$

Materia prima necesaria r para elaborar una unidad de p

• La cantidad de materia prima que se provee a cada planta para la producción que el modelo recomiende programar en las plantas debe ser igual a la materia prima requerida para la producción que el modelo recomiende programar en las plantas.

productos terminados p producido en la planta j, y enviado al centro de distribución k usando el modo de transporte m

materia prima r del proveedor i para la planta j y enviada usando el modo de transporte m

$$\sum_k \sum_m \sum_p Q_{rp} \times X_{jkmp} = \sum_i \sum_r S_{ijmr}, \quad \forall j, r$$

Balance de flujo en centros de distribución: La cantidad de productos producidos en las diferentes plantas debe ser igual a la demanda de los diferentes clientes.

productos terminados p producido en la planta j, y enviado al centro de distribución k usando el modo de transporte m

producto terminado p enviado a la zona de consumo l desde el centro de distribución k usando el modo de transporte m

$$\sum_j \sum_m X_{jkmp} = \sum_l \sum_m Z_{klmp}, \quad \forall k, p$$

i = proveedor r = materia prima
j = planta m = modo de transporte
k = centro de distribución l = centro de consumo

Capacidad en modos de transporte: No puede superarse la capacidad en peso que tiene el medio de transporte que se usará para transportar los productos terminados desde las diferentes plantas a los diferentes centros de distribución.

productos terminados p producido en la planta j, y enviado al centro de distribución k usando el modo de transporte m

Factor de peso

Capacidad del modo m para transportar el producto terminado entre la planta j y el CD k

$$\sum_p X_{jkmp} \times FPESO_p \leq TRCAP_{jmk}, \quad \forall j, k, m$$

producto terminado p enviado a la zona de consumo desde el centro de distribución k usando el modo de transporte m

Capacidad del modo de transporte m para transportar el producto terminado entre el centro de distribución k y el cliente l

$$\sum_p Z_{klmp} \times FPESO_p \leq TRCAP_{klm}, \quad \forall k, l, m$$

Todas las variables son positivas y Y_j y W_k son binarias

Se han realizado grandes planes de optimización en grandes empresas de carácter mundial, que dan cuenta de la validez de la metodología para enfrentar problemas cuyo tamaño es considerable.

En la mayoría de los casos, los problemas de localización de instalaciones han sido abordados bajo una perspectiva de modelación similar a la que aquí se ha usado, programación mixta. Ello ha hecho que el mercado de software haya respondido con aplicaciones cada vez más potentes para enfrentar la solución de este tipo de problemas

Software

Algunas empresas como Oracle, Sun y SAT ya ofrecen softwares muy completos para la ASCM.

- ***Oracle Supply Chain Management:*** contiene: SCM Gestión de Compras, SCM Oracle Manufacturing, Oracle Process Manufacturing, específicamente para las industrias de fabricación por procesos, tales como los fabricantes de productos químicos,, metales primarios y derivados del petróleo.
- **mySAP Supply Chain Management** (mySAP SCM) incorpora modelos de coordinación, planificación, ejecución y colaboración en la SCM y se integra con la plataforma para negocios mySAP Business Suite.
- **Baan company** administración de las cadenas de suministro con el software Baan Supply Chain.