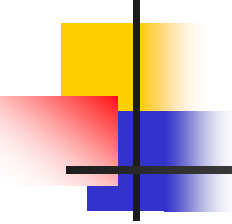


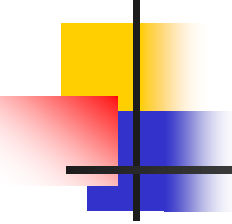
Gestión de Operaciones

Capítulo 7: Decisiones sobre Instalaciones



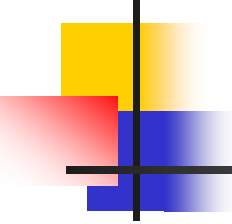
Problemas de Localización

- Tipos de problemas de localización:
 - Una instalación que no interactúa con otras.
 - Ejemplo: Sedes de Gobierno.
 - Localización de fábricas y almacenes múltiples que comparten costos y manejos de producción y distribución.
 - Ejemplo: Cadenas de Supermercados.
 - Localización de comercios competitivos.
 - Ejemplo: Tiendas, restaurantes, etc.
 - Localización de servicios de emergencia.
 - Ejemplo: Hospital.



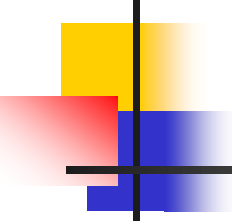
Problemas de Localización

- 1.- Localización de una instalación que no interactúa con otras:
 - Factores:
 - Tangibles:
 - Costo del terreno, edificio y equipos.
 - Costo de transporte.
 - Costo de producción.
 - Costo de mano de obra.
 - Impuestos y seguros.
 - No fácilmente cuantificables:
 - Oferta de mano de obra.
 - Relaciones laborales sindicales.



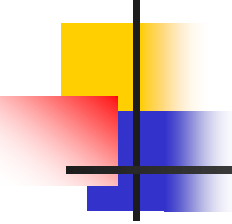
Problemas de Localización

- Actitudes de la comunidad (ejemplo: estadio UC).
 - Reglamentos (ejemplo: San Francisco).
 - Calidad de vida (ejemplo: Pesquera Quellón, Colegio Arauco...).
 - Impactos y normas ambientales.
 - Reacción de la competencia.
-
- Una metodología rudimentaria en estos casos es la asignación de notas a los factores no tangibles, los cuales se ponderan.
 - Métodos más sofisticados son interactivos.



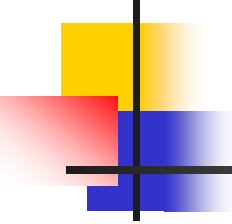
Problemas de Localización

- 2.- Múltiples instalaciones (plantas, bodegas o centros de distribución):
 - Decisiones típicas:
 - ¿Dónde localizar una planta o bodega adicional?
 - ¿De qué capacidad debe ser la nueva instalación?
 - Datos:
 - Costos de instalación y operación.
 - Costos de transporte.
 - Localización de la demanda.
 - Política de servicio a los clientes.
 - Ubicaciones potenciales.



Problemas de Localización

- Si se conocen las localizaciones el problema corresponde a uno de producción y transporte a costo mínimo.
- Si las ubicaciones no se conocen:
 - Se deben considerar como alternativas: arrendar, construir o comparar locales.
 - Habitualmente se hace necesaria la utilización de modelos matemáticos, simulación o métodos heurísticos.



Problemas de Localización

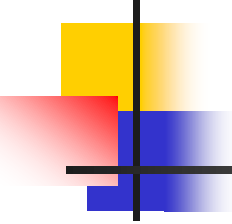
- Variables de decisión:

z_i = producción en planta i .

x_{ij} = flujo entre planta i y cliente j .

w_j = venta a cliente j .

$$\delta_i = \begin{cases} 1 & \text{si se construye planta } i. \\ 0 & \sim. \end{cases}$$



Problemas de Localización

- Parámetros:

M_i = costo de construcción de la planta i .

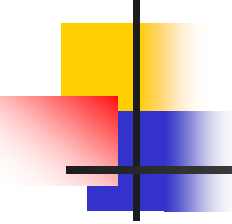
d_j = demanda mínima del cliente j .

c_i = costo unitario de producción de la planta i .

r_j = precio de venta al cliente j .

f_{ij} = costo unitario de transporte entre la planta i y el cliente j .

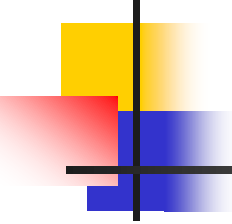
u_i = capacidad de la planta i .



Problemas de Localización

- Función objetivo:

$$\text{Min } z = \sum_i M_i \delta_i + \sum_i c_i z_i + \sum_i \sum_j f_{ij} x_{ij} - \sum_j r_j w_j$$



Problemas de Localización

■ Restricciones:

$z_i \leq u_i \delta_i$ $\forall i$ (se puede producir hasta capacidad u_i si se construye).

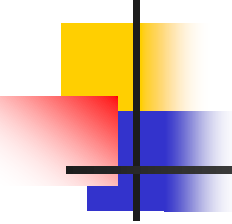
$z_i = \sum_j x_{ij}$ $\forall i$ (lo que se produce se despacha).

$w_j = \sum_i x_{ij}$ $\forall j$ (se vende lo que llega).

$w_j \geq d_j$ $\forall j$ (satisfacción de la demanda mínima).

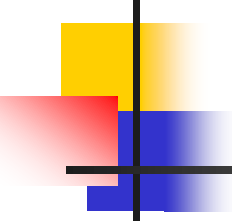
$z_i, x_{ij}, w_j \geq 0$

$\delta_i \in \{0,1\}$



Problemas de Localización

- Formas de solución:
 - Usar paquetes de programación lineal con variables binarias (ejemplo: CPLEX).
 - Puede demorar mucho para problemas complejos.
 - Heurísticas:
 - Redondeos inteligentes.
 - Búsqueda local.
 - Trabajar con escenarios:
 - Fijar algunas variables y correr el problema que queda haciendo varias iteraciones (el caso extremo es fijar todas las ubicaciones quedando un problema lineal).
 - Probar con distintas configuraciones.



Problemas de Localización

- Variantes:

- Múltiples productos:

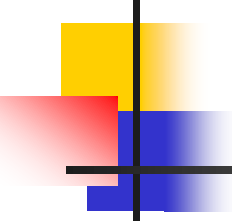
z_{ik} = producción del producto k en la planta i .

$$\sum_k z_{ik} \leq u_i \delta_i$$

- Múltiples períodos:

$$z_i^t \leq u_i \sum_{\theta \leq t} \delta_i^\theta \quad \forall i.$$

- Se construyen en un período para la producción futura.



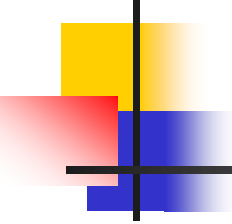
Problemas de Localización

- Inventario:
 - Está permitido guardar productos en bodega para venderlos o distribuirlos en otro período.

I_i^t = inventario en i de t a $t + 1$.

$$z_i^t + I_i^{t-1} = \sum_j x_{ij}^t + I_i^t \quad \forall i, t.$$

- Ejemplos:
 - Plantas CCU (bodega de Los Angeles, Temuco).
 - Localización de bodegas para cadena de supermercados.



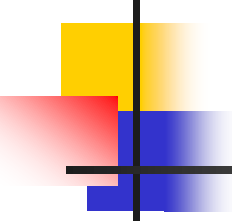
Problemas de Localización

- 3.- Localización de Comercios Competitivos:
 - Modelos Gravitacionales:
 - Relacionan los deseos de ir a un lugar (atracción) versus la dificultad para llegar a éste (impedancia).
 - Comparable a la fórmula de Newton.
 - Se divide la ciudad en I sectores.

N_{ij} = número de clientes en sector i que viajarán a local j .

P_{ij} = probabilidad que cliente en sector i vaya a local j .

C_i = número total de clientes en sector i .



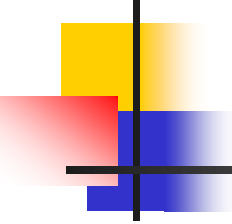
Problemas de Localización

S_j = atractivo del local j (m^2 del local, índice, etc.).

T_{ij} = tiempo de viaje del sector i al local j .

A = parámetro para calibrar efecto tiempo.

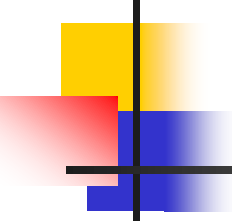
$$N_{ir} = P_{ir} C_i = \left[\frac{\frac{S_r}{T_{ir}^A}}{\sum_j \frac{S_j}{T_{ij}^A}} \right] C_i$$



Problemas de Localización

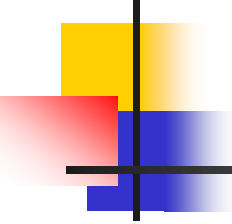
- Caso atracción-competencia:
 - Ejemplos:
 - Tiendas en Parque Arauco - Alto Las Condes.
 - Restaurantes calle El Bosque.
 - Mueblerías calle Arturo Prat, Los Leones.

- Caso competencia casi pura:
 - ¿Cuántos clientes pasan por mi puerta y que porcentaje puedo atraer?
 - Fuente de Soda en la Alameda.



Problemas de Localización

- 4.- Localización de Servicios de Emergencia:
 - El objetivo primordial es minimizar el tiempo de respuesta.
 - Casos:
 - Simple: no llegar a paciente en más de 5 minutos.
 - Complicado: llamados múltiples con flota limitada.
 - Ejemplos:
 - Compañías de Bomberos.
 - Ambulancias, Help.
 - Chilectra.
 - Carabineros.



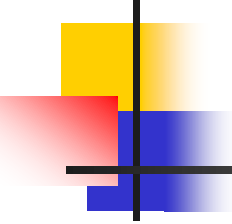
Problemas de Localización

- Emplea modelos matemáticos, simulación y heurísticas.
 - Caso: Central que desea minimizar la distancia (tiempo) máxima de llegada a los clientes (Modelo MinMax).

c_{kj} = tiempo de viaje de central en k a cliente en j .

t_j = tiempo final en llegar a cliente j (conocida la solución).

$$y_k = \begin{cases} 1 & \text{si se ubica la central en } k. \\ 0 & \sim \end{cases}$$



Problemas de Localización

$$\text{Min } S$$

$$\text{sa}$$

$$S \geq t_j \quad \forall j.$$

$$t_j = \sum_k c_{kj} y_k \quad \forall j.$$

$$\sum_k y_k = 1$$

$$S \geq 0, \quad y_k \in \{0,1\} \quad \forall k.$$