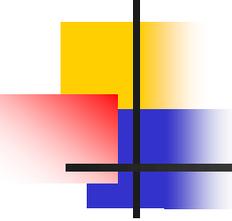




# Logística y Producción

---

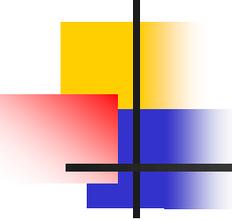
## Capítulo 3: Manejo de Inventarios y Riesgo



# Introducción

---

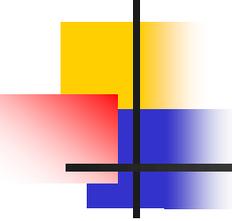
- Formas de manejar inventario:
  - Caso determinístico:
    - Lote económico.
  - Caso demanda aleatoria:
    - Revisión Continua (Reporte por Transacción).
    - Revisión Periódica.
    - Problema del vendedor de diarios.



# Introducción

---

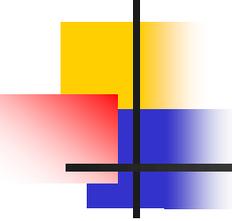
- Problemas que enfrentan las empresas:
  - Variabilidad de la demanda.
  - Relación calidad de servicio - nivel de inventario.
  - Tiempos de suministro que pueden ser largos e inciertos, en particular en una cadena.
  - Gran número de productos.



# Introducción

---

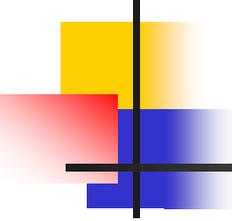
- Ejemplos:
  - General Motors 1984:
    - Poseía 20.000 plantas de materia prima, 133 plantas de componentes, 31 plantas de armado y 11.000 distribuidores.
    - Costos de transporte de \$4,1 billones y costos de inventario de \$7,4 billones (70% materiales en proceso).
    - Con modificaciones en la política de inventarios y transporte los costos se redujeron un 26%.



# Introducción

---

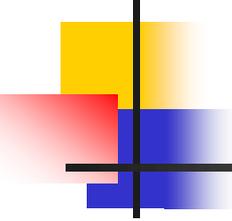
- Dell Computers 1993:
  - Pérdidas por mal manejo al producirse errores en las estimaciones de demanda.
  - Errores  $\Rightarrow$  inventarios muy altos  $\Rightarrow$  obsolescencia.
- IBM 1994:
  - Niveles de stock reducidos en Think Pad.



# Factores Claves

---

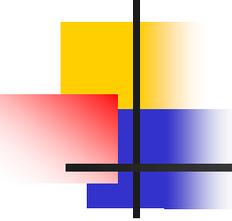
- Para una política de inventario adecuada se debe considerar:
  - Demanda conocida o aleatoria (más importante).
  - Tiempo de suministro conocido o aleatorio.
  - Número de productos a guardar.
  - Horizonte de planeación.
  - Costos de oportunidad, obsolescencia, asociados a pérdidas, mantención de bodegas, impuestos, seguros, etc.
  - Requerimientos de calidad de servicio.



# El Problema de la Incertidumbre

---

- **Definición:**
  - Cuando la demanda es aleatoria la decisión de cuánto producir se ve influenciada por el trade-off existente entre los costos de remanentes y de ventas perdidas o pendientes.
- **Ejemplo 1: Trajes de Baño.**
  - La decisión debe tomarse antes de la temporada.
  - Se consideran estimaciones para diversos escenarios.



# El Problema de la Incertidumbre

---

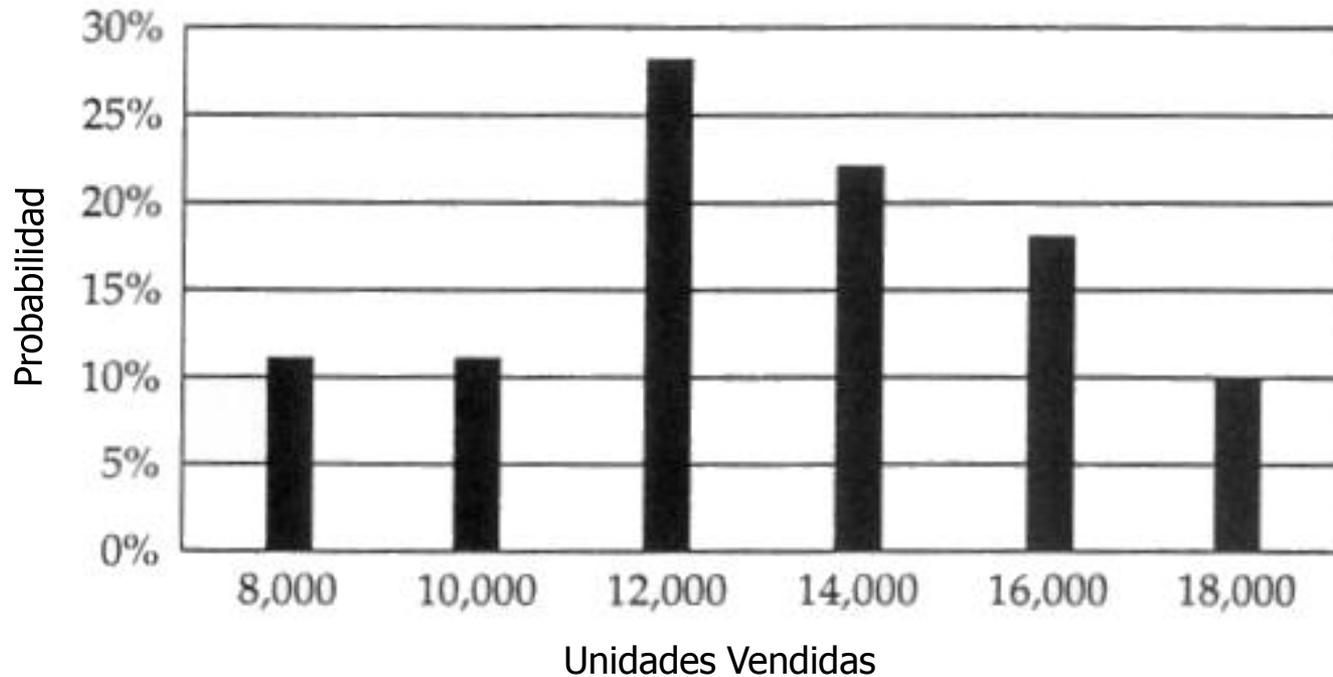
## ■ Datos:

- Costo fijo: \$100.000.
- Costo variable: \$ 80.
- Precio de venta en temporada: \$ 125.
- Precio de venta en liquidación: \$ 20.
- Se producen 10.000 unidades.
- No se penalizan ventas perdidas.

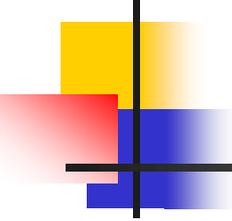
## ■ Escenarios:

- Demanda 12.000 unidades, vende todo y gana:  
 $125 \times 10.000 - 80 \times 10.000 - 100.000 = 350.000$
- Demanda 8.000 unidades:  
 $125 \times 8.000 + 20 \times 2.000 - 80 \times 10.000 - 100.000 = 140.000$

# El Problema de la Incertidumbre



## Escenarios de Ventas

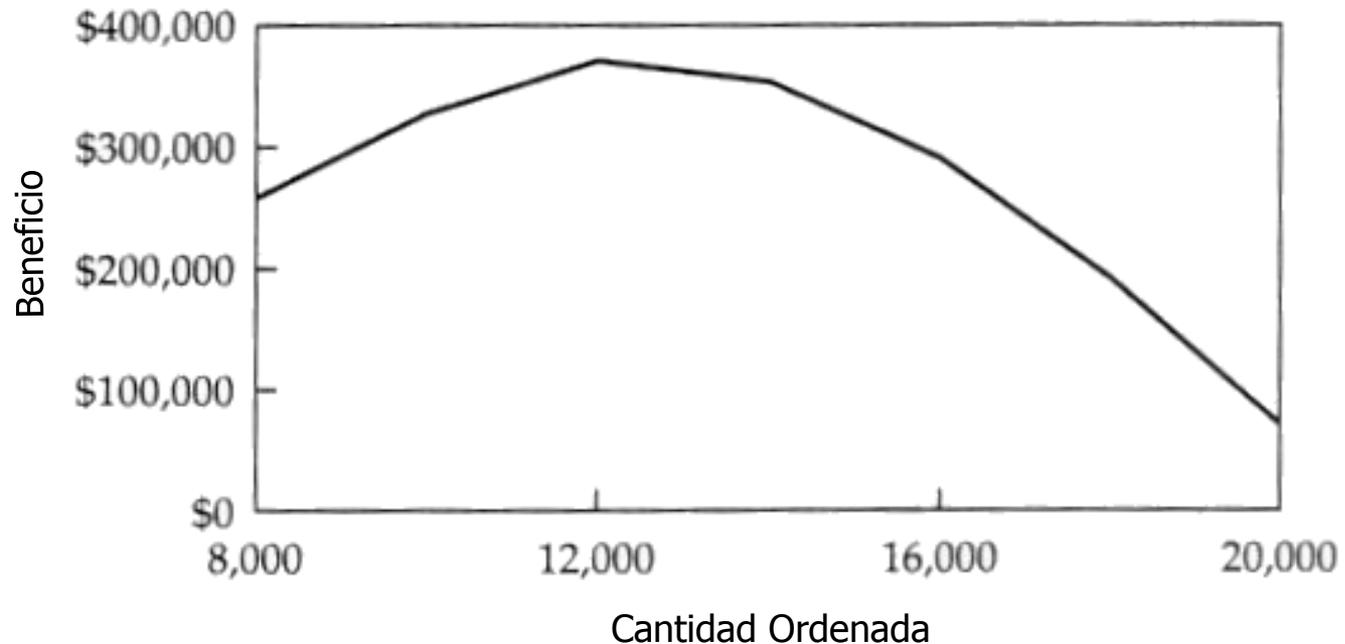


# El Problema de la Incertidumbre

---

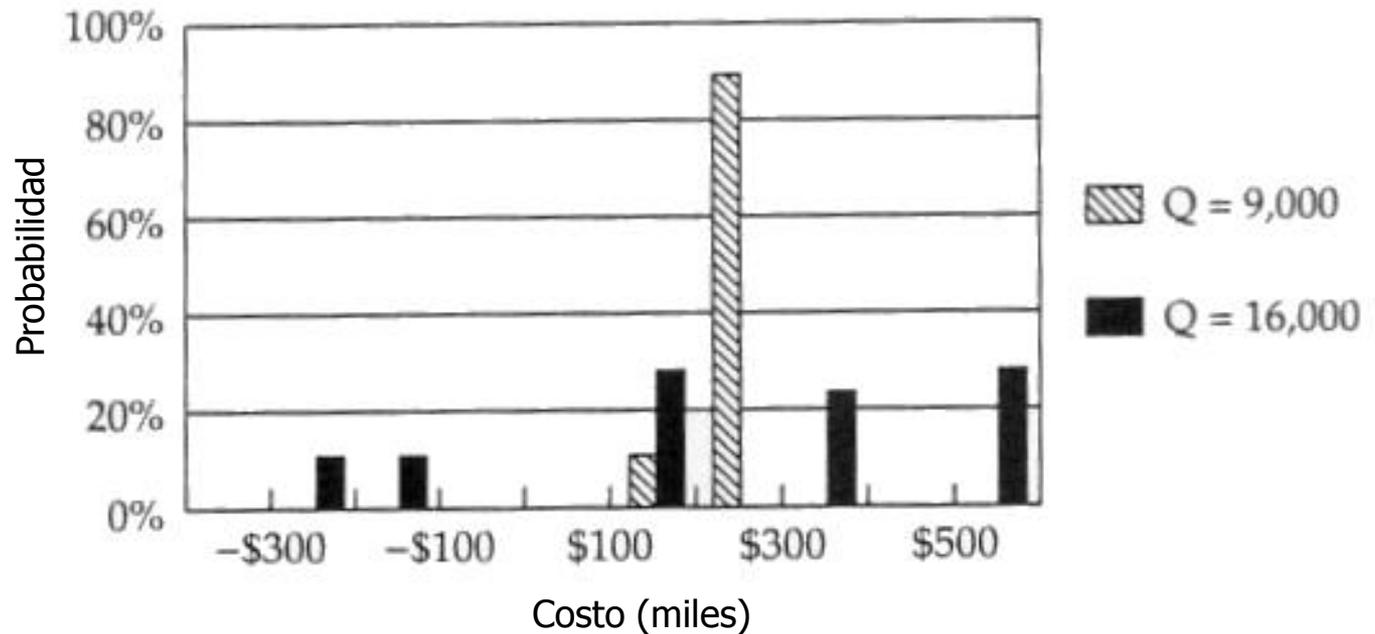
- Conclusiones:
  - Se puede estimar la ganancia esperada en función de la producción.
  - El óptimo es cercano a las 12.000 unidades.
  - Las producciones de 9.000 y 16.000 unidades dan aproximadamente igual ganancia, pero con distinto riesgo.  
⇒ Importancia de la actitud frente al riesgo.

# El Problema de la Incertidumbre

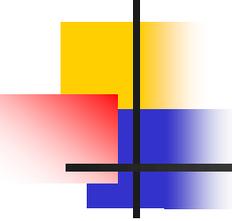


Beneficio Promedio como  
Función de la Cantidad Ordenada

# El Problema de la Incertidumbre



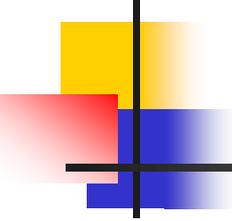
Histograma de Frecuencia de Beneficios



# El Problema de la Incertidumbre

---

- Ejemplo 2: Problema Clásico del Vendedor de Diarios.
  - Datos:
    - $p$  : precio de compra.
    - $q$  : precio de venta (mayor que  $p$ ).
    - $r$  : precio de devolución (menor que  $p$ ).
    - $f(t)$  : probabilidad de una demanda de  $t$  unidades.
  - Variable de decisión:
    - $x$  : número de diarios a comprar.



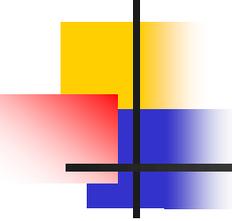
# El Problema de la Incertidumbre

- Ingreso esperado:

$$I(x) = \begin{cases} (q-p)t + (r-p)(x-t) & \text{si } x > t. \\ (q-p)x & \text{si } x \leq t. \end{cases}$$

$$E[I(x)] = \int_0^x [(q-p)t + (r-p)(x-t)]f(t)dt \\ + \int_x^{\infty} (q-p)xf(t)dt$$

$$\frac{\partial E[I(x)]}{\partial x} = 0 \Rightarrow x^*$$

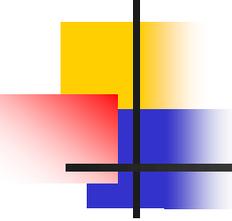


# El Problema de la Incertidumbre

- Si la demanda sigue una distribución Uniforme  $[0, T]$ :

$$\begin{aligned} E[I(x)] &= \int_0^x (q - r)t \frac{1}{T} dt + \int_0^x (r - p)x \frac{1}{T} dt \\ &\quad + \int_x^T (q - p)x \frac{1}{T} dt \\ &= \frac{(q - r)}{T} \frac{x^2}{2} + \frac{(r - p)}{T} x^2 + \frac{(q - p)x}{T} (T - x) \end{aligned}$$

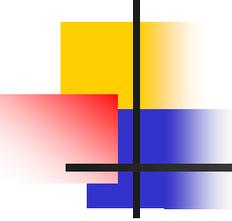
$$\Rightarrow x^* = \frac{(p - q)}{(r - q)} T$$



# El Problema de la Incertidumbre

---

- En resumen:
  - El pedido óptimo no es igual al valor esperado de la demanda. Depende de la función de demanda, costos y precios marginales.
  - A medida que crece la producción, la ganancia esperada crece hasta un máximo y después decrece.
  - A mayor producción aumenta el riesgo.



# El Problema de la Incertidumbre

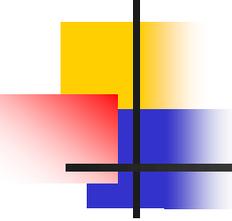
---

- **Ejemplo 3: Televisores.**

Un distribuidor de televisores esta tratando de determinar qué política de inventario utilizar en su bodega, para un modelo particular de televisor. A continuación se presenta la información del número de televisores vendidos en cada uno de los últimos doce meses. Cada vez que la bodega coloca una orden al productor, ésta demora en llegar alrededor de dos semanas. El distribuidor quiere asegurar que el nivel de servicio sea cercano al 97%. Asumiendo que no existen costos fijos de orden, ¿Cuál es el nivel objetivo que el distribuidor debería usar?

De la tabla que presenta la Información Histórica de la Demanda se puede concluir que la demanda mensual promedio es 191,17 y la desviación estándar de la demanda mensual es 66,53.

Debido a que el tiempo que demora una orden es dos semanas, se deben transformar el promedio y la desviación estándar de la demanda a valores semanales como sigue:



# El Problema de la Incertidumbre

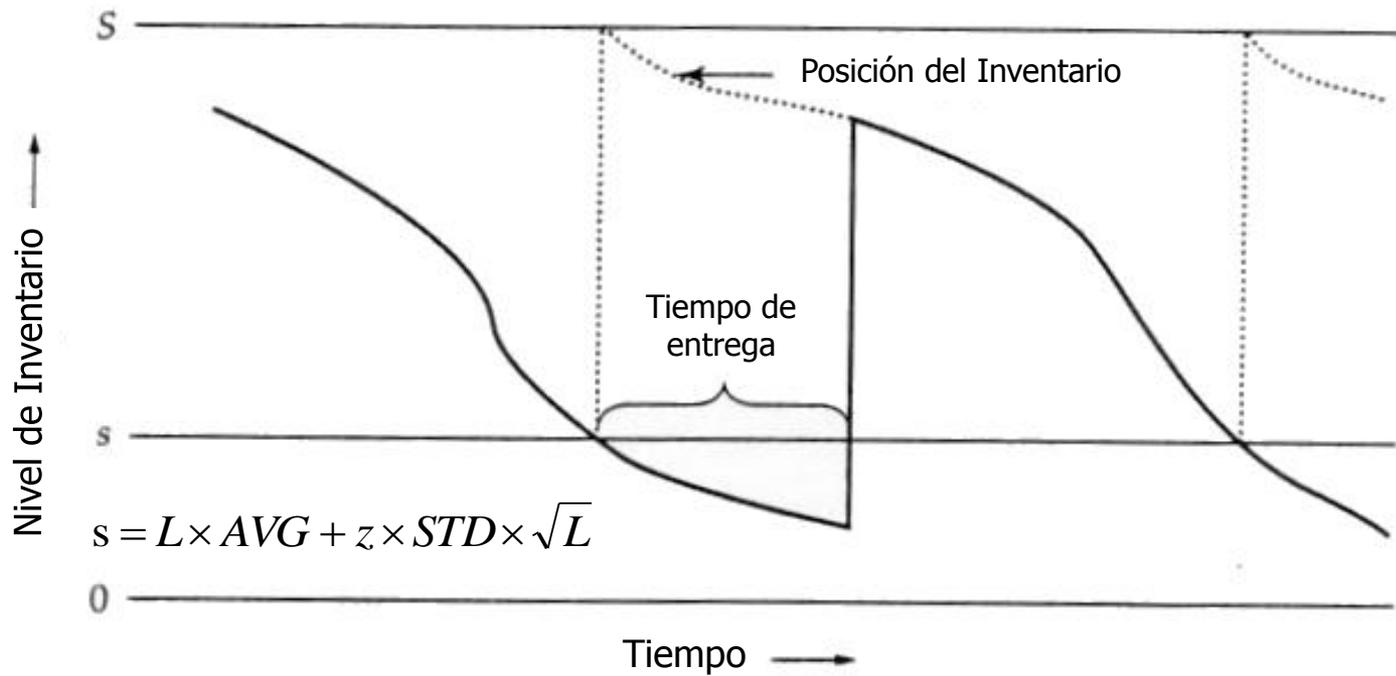
---

$$\text{Demanda Promedio Semanal} = \frac{\text{Demanda Promedio Mensual}}{4,3}$$

$$\text{Desviación Estándar de la Demanda Semanal} = \frac{\text{Desviación Estándar Mensual}}{\sqrt{4,3}}$$

Esta información es provista en la tabla "Análisis de Inventario". De aquí se pueden calcular la demanda promedio en el tiempo de entrega y el stock de seguridad, usando una constante  $z = 1,9$  (o más precisamente 1,88) basada en un nivel de servicio del 97%. El punto de reorden es simplemente la suma de la demanda promedio durante el tiempo de entrega y el stock de seguridad. Toda esta información es presentada en la tabla "Análisis de Inventario". Finalmente, en la última columna se muestra el nivel objetivo, expresado en términos de semanas de oferta. Como se puede ver, el distribuidor necesita mantener alrededor de cuatro semanas de inventario en la bodega.

# El Problema de la Incertidumbre

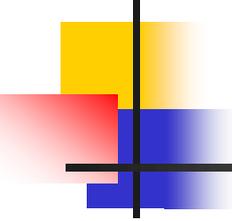


$L$  = tiempo de reposición.

$AVG$  = demanda media.

$STD$  = desviación estándar demanda.

**Sistema (s,S)**



# El Problema de la Incertidumbre

---

## Información Histórica:

---

<b>Mes</b>	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.
<b>Venta</b>	200	152	100	221	287	176	151	198	246	309	98	156

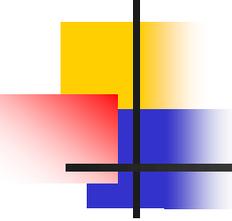
---

## Análisis de Inventario:

---

<b>Parámetro</b>	Demanda Promedio Semanal	Desviación Estándar Demanda Semanal	Demanda Promedio en el Tiempo de Entrega	Stock de Seguridad	Punto de Reorden	Semanas de Oferta
<b>Valor</b>	44,58	32,08	89,16	86,20	176	3,95

---



# El Problema de la Incertidumbre

---

- Ejemplo 4:

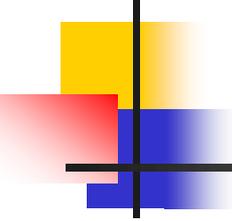
Continuando con el ejemplo anterior se asume que el distribuidor cada vez que coloca una orden por televisores, incurre en un costo fijo de \$4,500, el cual es independiente del tamaño del pedido.

El costo de un televisor para el distribuidor es \$250 y el costo anual de mantención de inventario corresponde al 18% del costo del producto. De esta manera, semanalmente el costo de mantención del inventario por televisor es 87 centavos.

$$\frac{0.18 \times 250}{52} = 0.87$$

De acuerdo a lo anterior, la cantidad a ordenar (Q) podría ser calculada como:

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times 4,500 \times 44.58}{0.87}} = 679$$



# El Problema de la Incertidumbre

---

Da aquí que el nivel objetivo es:

$$\text{Stock de Seguridad} + Q = 86 + 679$$

Por lo tanto, el distribuidor debería colocar una orden para alcanzar una posición de 765 televisores en inventario cada vez que el nivel de inventario sea menor a 176 unidades.