

# IN42A-3

Francisco J. Errandonea

[ferrando@sinvest.cl](mailto:ferrando@sinvest.cl)

Abril 2005

# Costos

# Definición de costos

- Recurso que se sacrifica o al que se renuncia para alcanzar un objetivo específico. Los costos son importantes ya que nos ayudan en la toma de decisiones, como por ejemplo : producto, servicio, proyecto, cliente, categoría de marca, actividad, departamento, programa, etc.

# Costos

- La estimación de costos es fundamental para el evaluador de proyectos ya que son necesarios para lograr una buena estimación de los flujos futuros que éste generará.
- Existen varias formas de clasificarlos: Según quien lo consume, su identificación, momento de cálculo, su control, importancia, tipo de desembolso, su comportamiento

# 1) Según el área que lo consume

- **Producción:** Son los costos que se generan en el proceso de transformar la materia prima en productos terminados: se clasifican en Material Directo, Mano de Obra Directa, CIF y Contratos de servicios.
- **Distribución:** Son los que se generan por llevar el producto o servicio hasta el consumidor final
- **Administración:** Son los generados en las áreas administrativas de la empresa. Se denominan Gastos.
- **Financiamiento:** Son los que se generan por el uso de recursos de capital.

## 2) Según su identificación

- **Directos:** Son los costos que pueden identificarse fácilmente con el producto, servicio, proceso o departamento. **Ejemplo:** Madera aserrada que se utiliza para fabricar un mueble.
- **Indirectos:** Su monto global se conoce para toda la empresa o para un conjunto de productos. Es difícil asociarlos con un producto o servicio específico. Para su asignación se requieren base de distribución (metros cuadrados, número de personas, etc). **Ejemplo:** Sueldos de los trabajadores.

### 3) De acuerdo con el momento en el que se calcula

---

- **Históricos:** Son costos pasados, que se generaron en un periodo anterior.
- **Predeterminados:** Son costos que se calculan con base en métodos estadísticos y que se utilizan para elaborar presupuestos.

## 4) De acuerdo con el control que se tenga sobre su consumo:

- **Costos Controlables (Discrecionales):** Son aquellos costos sobre los cuales la dirección de la organización tiene autoridad para que se generen o no. Ejemplo: el porcentaje de aumento en los salarios de los empleados que ganen más del salario mínimo es un costo controlable para la empresa.
- **Costos no Controlables:** Son aquellos costos sobre los cuales no se tiene autoridad para su control. Ejemplo el valor del arrendamiento a pagar es un costo no controlable, pues dependen del dueño del inmueble.



## 5) De acuerdo con el tipo de desembolso

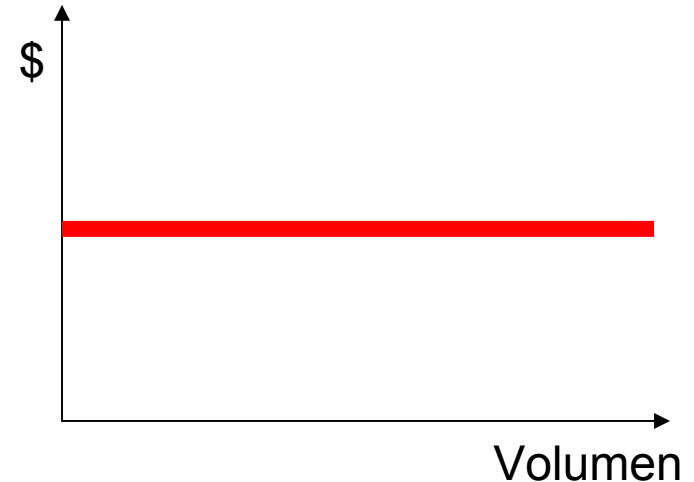
- **Costos desembolsables:** son aquellos que generan una salida real de efectivo.
- **Costos de oportunidad:** es el costo que se genera al tomar una determinación que conlleva la renuncia de otra alternativa.

## 6) De acuerdo con su comportamiento

- Clasificación más importante para efectos del flujo de caja, la que divide los costos de acuerdo a su relación con la producción como **fijos, variables (o semi-variables)**.

# Costos fijos

- Costos que permanecen constantes dentro de un determinado tiempo, sin importar si cambia el nivel (volumen de producción).



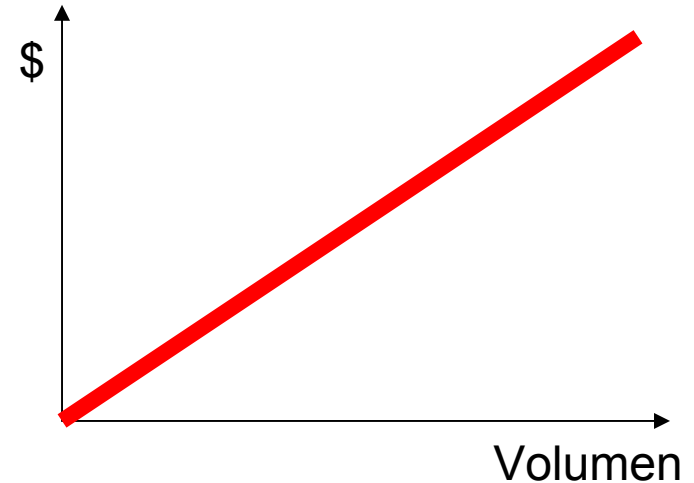
- Generalmente su peso por cada unidad producida es inversamente proporcional al número de unidades producidas.

# Costos fijos (CF)

- Características
  - Están relacionados estrechamente con la capacidad instalada, ya que resultan del establecimiento previo de una capacidad de producción y no varían por cambios en la actividad en un cierto rango de producción.
  - Generalmente son regulados por la administración.
  - En su mayoría se relacionan con el factor temporal, ya que muchos CF se identifican con el transcurso del tiempo.

# Costos variables (CV)

- Son aquellos que cambian o fluctúan en relación directa a una actividad o un volumen dado.



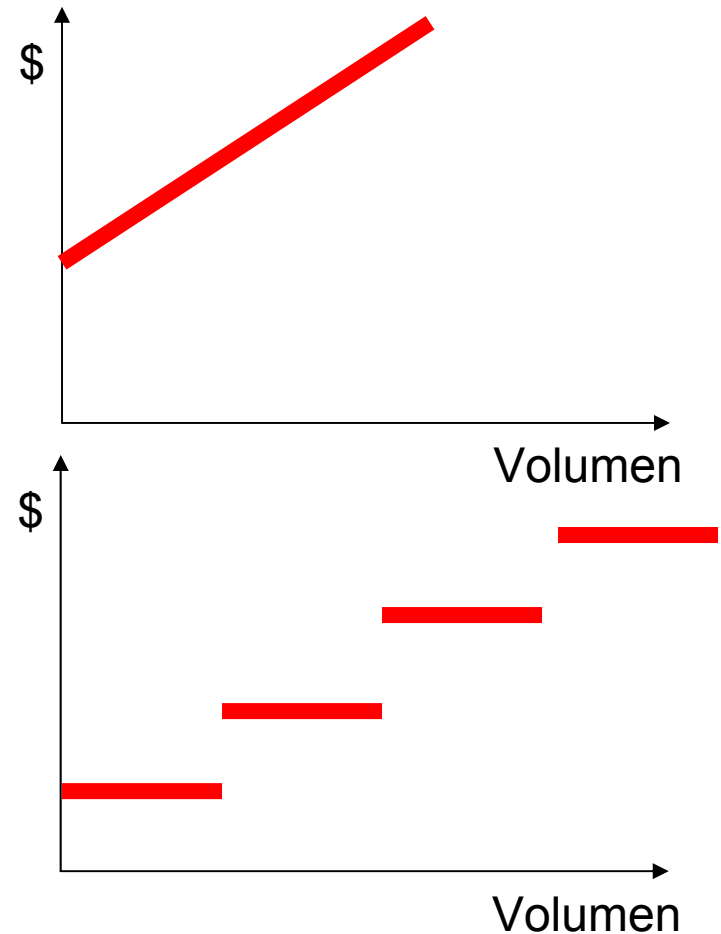
- Dicha actividad puede ser relacionada con la producción o con las ventas, por ejemplo la materia prima se relaciona con la producción, mientras que las comisiones se relacionan con la ventas.

# Costos variables

- Características
  - Generalmente son proporcionales a una actividad.
  - Su unidad de medida depende la actividad relacionada: \$/ton, \$/% venta, etc...
  - Son controlados a corto plazo.

# Costos semi-variables

- Son aquellos costos que se componen de una parte fija y una parte variable que se modifica de acuerdo con el volumen de producción. Hay dos tipos de costos semi-variables:
- **Mixtos:** son los costos que tienen un componente fijo básico y a partir de éste comienzan a incrementar
- **Escalonados:** son aquellos costos que permanecen constantes hasta cierto punto, luego crecen hasta un nivel determinado y así sucesivamente



# **Estimación de Costos**



# **Fuentes de datos para estimación**

---

- **1. La contabilidad.**
- **2. Fuentes internas y externas.**
- **3. Investigación y desarrollo.**

# La contabilidad y la ev. proyectos

- La contabilidad se basa en una ecuación fundamental, que relaciona activos, pasivos y patrimonio (capital)

Activos	= Pasivos	+ Patrimonio (Capital)
Efectivo (Caja)	Deuda de corto plazo	Capital pagado
Cuentas por cobrar	Cuentas por pagar	Utilidades retenidas
Inventarios	Deudas de largo plazo	
Activo fijo		



BALANCE GENERAL : Medida de Stock de la situación financiera de una empresa.

# La contabilidad y la ev. proyectos

- La contabilidad también tiene medidas de cambio de estado:

$$\text{Ingresos} - \text{Egresos} = \text{Utilidad (Pérdida)}$$

ESTADO DE RESULTADOS

$$\text{Activos} = \text{Pasivos} + \text{Patrimonio inicial} + \text{Utilidad /Pérdida}$$

# El mundo real y el mundo contable

- Los ingresos se reconocen a medida que son ganados y los gastos mientras se incurra en ellos, independiente del momento en que se produzcan los flujos.
- → Los ingresos por ventas, costos de explotación y gastos, no necesariamente coinciden con los ingresos y egresos de caja. Aunque, en base anual se asume que estas diferencias son menores.
- → Efecto de la depreciación.

# Fuentes externas de datos de costos

- Volviendo a las fuentes de datos ...

Existen múltiples fuentes de datos con los que se puede estimar costos:

Organismos públicos, asociaciones gremiales, reguladores, instituciones internacionales.

- Banco Central, INE, Ministerios, Banco Mundial, FAO, etc...

# **Investigación y desarrollo**

---

- Planta piloto → prototipo.
- Pruebas de mercado.
- Cotizaciones
- Entrevistas (juicio experto)

# **Técnicas de Estimación de Costos**

# Resumen costos

- Proporcionan información → precio de venta, flujos, capital necesario, productividad.
- Costos variables:  $C=C(Q)$
- Costos fijos:  $dC/dQ=0$
- Costos directos: Pueden medirse y asignarse a una actividad o trabajo.
- Costos indirectos: Difícil de atribuir a una actividad.



# Costos hundidos

- Se incurrió en el pasado y no tiene relevancia para estimar los costos ni ingresos futuros.
- **Ejemplo:** Juan paga \$100 mil de reserva por un departamento que vale \$25 millones, los que se pierden si no lo compra. Durante el fin de semana Juan encuentra otro departamento igual de interesante a un precio de \$20 millones.

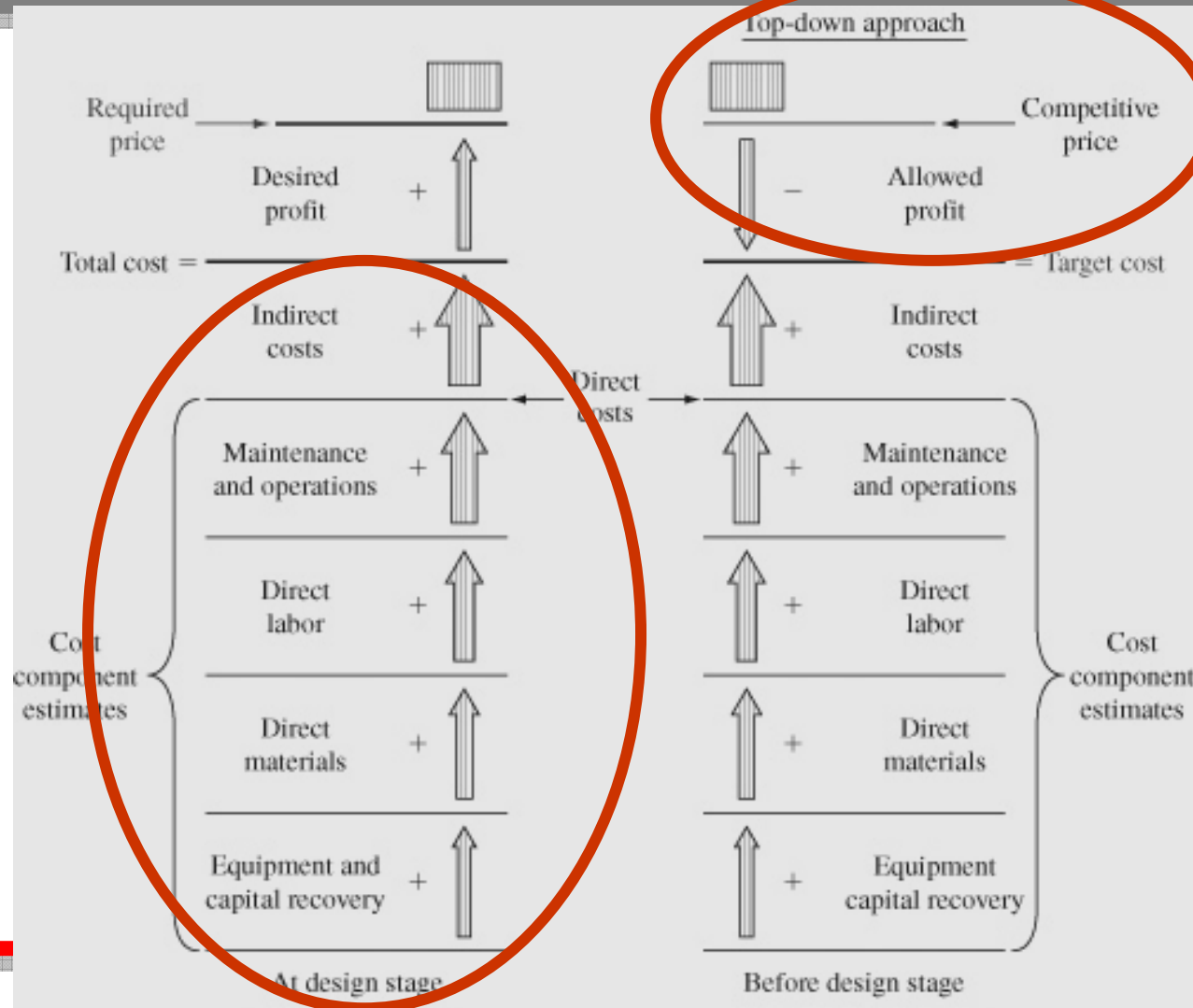
# Costos hundidos

- Para fines de decisión de cual departamento elegir, los \$100.000 son un costo hundido, por lo tanto no deben entrar en la decisión, a no ser que se puedan abonar al precio total del departamento

# **Modelos de estimación de costos (beneficios)**

# Acercamientos

Enfoque de abajo a arriba



Enfoque de arriba-abajo

# Acercamientos

- **Abajo – Arriba (Bottom-Up):** Trata al costo final como una variable de salida y los costos asociados como entrada.
- **Arriba – Abajo (Top-Down, Design-to-Cost) :** Trata al costo competitivo como una variable de entrada y los costos asociados como variable de salida.

# **Abajo – Arriba (Bottom-Up)**

- Es el método tradicional de costeo y se aplica en industrias donde las condiciones competitivas de mercado no son el factor dominante para poner los precios.

$$\text{Precio} = \text{Costos Directos} + \text{Costos Indirectos} + \text{Utilidad}$$

# Arriba – Abajo (Top-Down, Design-to-Cost)

- Se hace más popular conforme se hacen más competitivos los mercados.
- Define un costo objetivo, de acuerdo a una expectativa de utilidad.
- Este costo debe ser definido en las fases preliminares de diseño, sin haber entrado todavía en el “detalle”
- Requiere una mayor precisión en las estimaciones de costos.
- El costo objetivo debe ser realista.

$$\text{Costo Objetivo} \times (1 + \text{margen esperado}\%) = \text{Precio del competidor}$$

# **Modelos de estimación**

1. Método de las unidades
2. Índices de actualización
3. Ajuste de potencias
4. Técnica del factor
5. Curva de aprendizaje
6. Modelos estadísticos



# 1. Método de las unidades

- Es un método bastante popular, aunque de naturaleza preliminar.
- Multiplica un “factor unitario”, por el número de unidades de costo.
- Ejemplos:
  - Costos de operación en una distancia (autos, camiones, etc.)
  - Costos de construcción (por metro cuadrado)
  - Costos por distancia (carreteras, TV Cable, teléfono).

# 1. Método de las unidades

- Fuentes:
  - Juicio experto.
  - Comparaciones con proyectos o instalaciones similares.
  - Experiencia.
  - Índices, si existen.
  - Relaciones estadísticas.
  - Estudios de mercado.
  - Combinaciones de lo anterior.

## 2. Índices de actualización

- Corresponden a un indicador que relaciona el costo **hoy** con el costo en algún momento dado.
- Es un índice que no tiene dimensiones.
- Un ejemplo conocido es el IPC, que es el índice de inflación en Chile.

## 2. Índices de actualización

$$C_t = C_0 \left( \frac{I_t}{I_0} \right)$$

$C_t$  : Costo estimado hoy.  
 $C_0$ : Costo en un tiempo  $t_0$  (base)  
 $I_t$ : Valor del índice en  $t$   
 $I_0$ : Valor del índice en el tiempo  $t_0$ , base.

$$I_t = \left[ \sum_{i=1}^M w_i \left( \frac{C_{ti}}{C_{0i}} \right) \right] I_0$$

$M$ : Número de artículos en el índice  
 $C_{ij}$ : Costo unitario del artículo  $j$ -ésimo en el año  $i$ .  
 $I_t$ : Valor del índice en el año  $t$ .

## **2. Índices de actualización**

- Hay que tener precauciones en su uso
  - La información generalmente tiene un costo.
  - Estos índices cambian según la geografía.
  - Son muy sensibles a cambios tecnológicos.

## 2. Índices de actualización

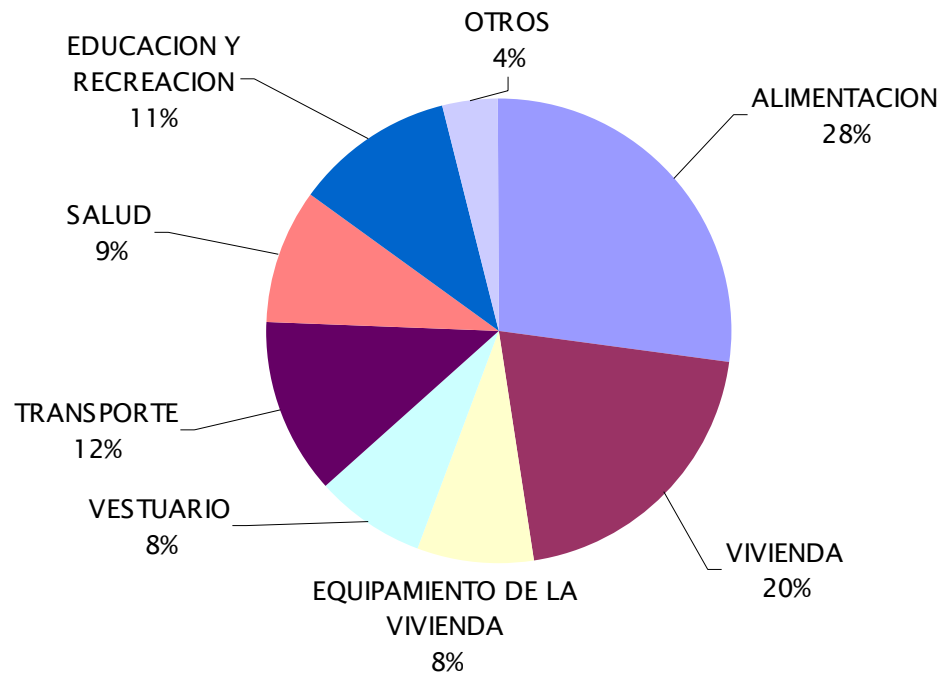
- **Ejemplo:** Ud. Evalúa un proyecto para hacer una fabrica que elabora un componente eléctrico, el que requiere de una tarjeta de circuito (que es subcontratada) y una aleación de platino. Para la fabricación del componente se requiere de 10 gramos de la aleación de platino y de una tarjeta de circuito. Usted sabe que el año 1999 el costo total del componente eléctrico era de US\$183, y que el platino costaba US\$12.6/gramo. Conociendo los índices de ambos productos, estime el costo total del componente el año 2005.

	Índice platino	Tarjeta
1999	99.1	100.5
2000	100.0	100.4
2001	101.1	100.4
2002	127.8	100.0
2003	135.6	99.8
2004	138.9	99.5
2005	141.1	99.2

- **Sol:**
- El año 1999:  $183 - 10 * 12.6 = 57$ , que es el costo del circuito.
- El platino cuesta hoy  
 $141.1 * 12.6 / 99.1 = 17.94$   
US\$/gramo
- La tarjeta cuesta hoy  
 $57 * 100.5 / 99.2 = 56.25$   
US\$/unidad
- Costo 2005 = 235,64  
US\$/unidad

# Índices en Chile

- IPC = Índice de Precios al Consumidor (INE)



Fuente: INE

# IPC

- **Ejemplo:** Calcule la inflación anual, aislando el efecto de la componente de Alimentación, Transporte y Salud.

	Peso	Nuevo Peso	Aumento anual	Incidencia en el IPC
ALIMENTACION	27.2%		0.70%	
VIVIENDA	20.2%	39.4%	2.30%	0.91%
EQUIPAMIENTO DE LA VIVIENDA	8.1%	15.8%	-0.30%	-0.05%
VESTUARIO	7.9%	15.4%	1.00%	0.15%
TRANSPORTE	12.2%		8.10%	
SALUD	9.4%		2.90%	
EDUCACION Y RECREACION	11.1%	21.7%	3.00%	0.65%
OTROS	3.9%	7.6%	-1.70%	-0.13%
				1.53%



# IPP

- Índice de precios productor
- Separa por sector y en bienes de consumo, intermedios y de capital.
- Sectores: Agricultura, Pesca, Minería, Servicios, Construcción en Industria.
- Disponible pesos y series históricas en [www.ine.cl](http://www.ine.cl).

# IPM

- Similar al IPC, pero mide variación de precios de productos al por mayor.
- Separa en Productos Nacionales e internacionales, así como sectores: Agropecuarios, Pesca, Minería e Industrial.
- También es calculado por destino: General, intermedio, consumo y capital.

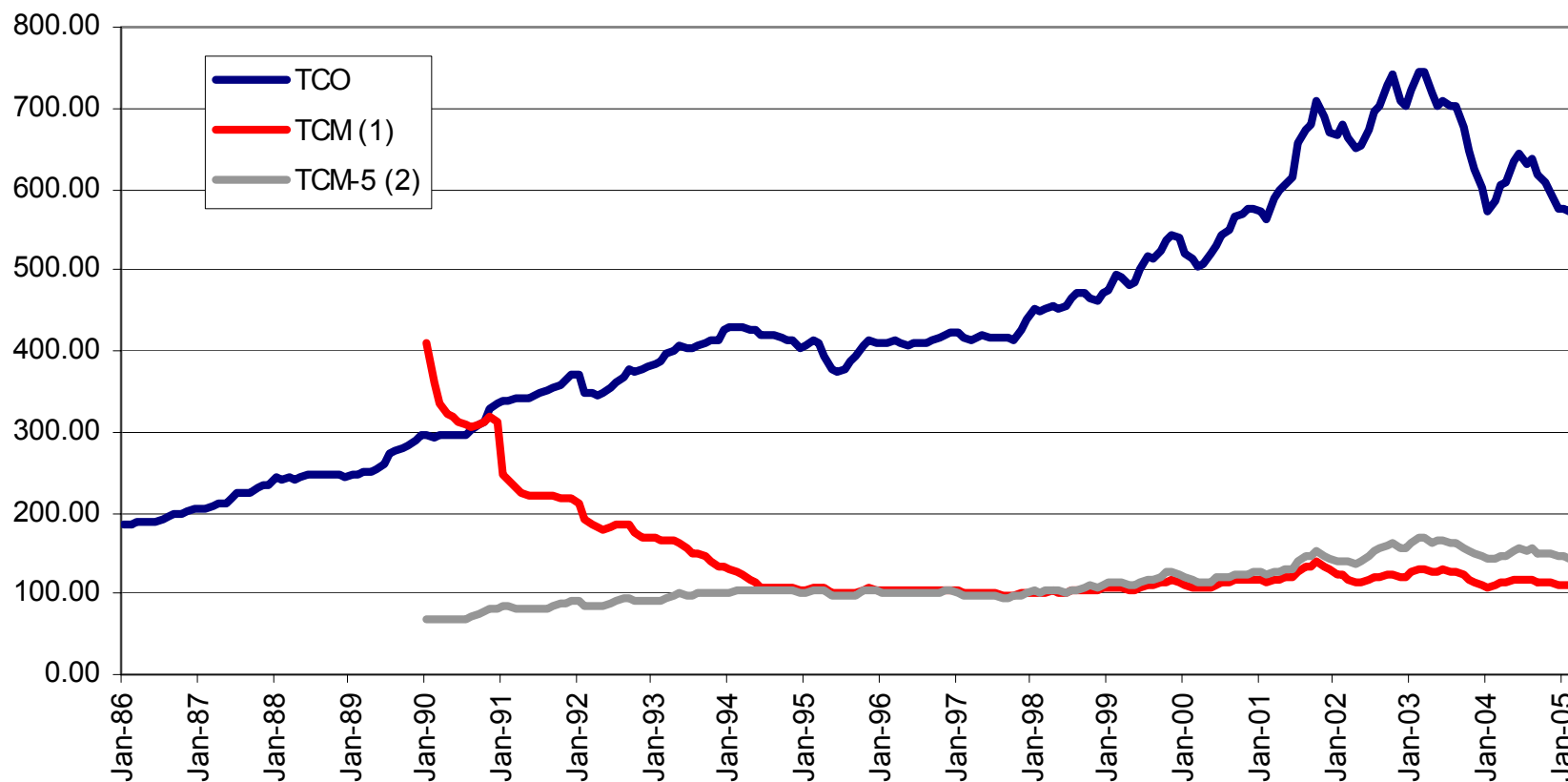
# Índice de remuneraciones

- Estima el cambio en los salarios de los trabajadores, por actividad económica, calculando un índice general y mostrando los crecimientos sectoriales.
- Existe también el índice nominal de costo de la mano de obra por hora.
- Disponible en el sitio del INE.

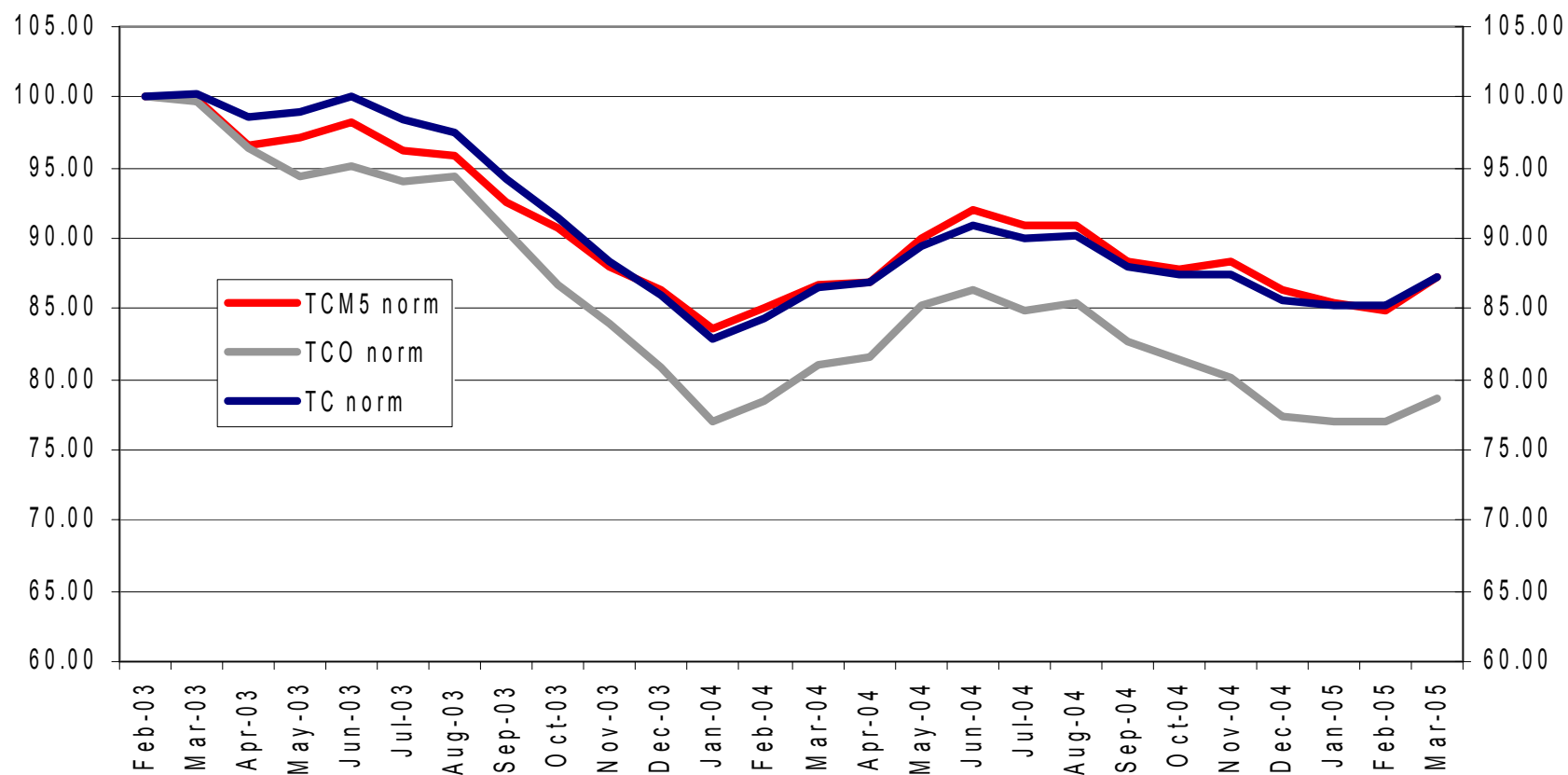
# Índices de tipo de cambio

- El Banco Central calcula balanzas referenciales de tipo de cambio.
- Tipo de cambio multilateral (TCM): representa una medida del valor nominal del peso respecto de una canasta amplia de monedas extranjeras.
- El TCM-5 agrupa a las monedas de: EE.UU. de América, Japón, Reino Unido, Canadá y las de la zona del Euro.
- El índice del Tipo de Cambio Real Observado (TCR) se define como el tipo de cambio nominal observado multiplicado por el cociente entre la inflación externa relevante y el IPC.

# Índices de tipo de cambio



# Índices de tipo de cambio



# Estimación paramétrica

- Utilización de datos históricos y técnicas estadísticas para predicción de costos, uniendo el costo con una o más variables independientes.
- Usualmente son fruto de regresiones lineales o no-lineales.
- Son conocidas como **relaciones de estimación de costos** (REC)

### **3. Ajuste de potencias**

- Relaciona el costo de un activo/actividad con su capacidad (volumen/tiempo).
- Otros nombres: Costo-capacidad, Power Law.
- Utilizada con frecuencia para estimaciones de inversión en plantas, equipos industriales y equipos de generación eléctrica.



### 3. Ajuste de potencias

- Dadas dos capacidades:  $S_1$  y  $S_2$ , y dos costos  $C_1$  y  $C_2$ :

$$C_2 = C_1 \left( \frac{S_2}{S_1} \right)^x$$

- $x$  es el **factor de capacidad de costo**, normalmente  $0 < x < 1$ . Si  $x < 1$ , entonces existen economías de escala.
- Si no se conoce  $x$ , el común es asumir 0,6.
- **Ejemplos:** 0,68 plantas eléctricas nucleares; 0,79 plantas a base de combustible fósiles; 0,86 planta de cemento ... generalmente entre 0,8 y 0,6. (Industria química está bien documentada)

# 3. Ajuste de potencias

- Si no se conoce  $x$ , el común es asumir 0,6.
- **Ejemplos:** 0,68 plantas eléctricas nucleares; 0,79 plantas a base de combustible fósiles; 0,86 planta de cemento ... generalmente entre 0,8 y 0,6.  
(Industria química está bien documentada)

Componentes /sistema /planta	Tamaño del rango	Exponente
Planta de lodos activados	1-100 MGD	0.84
Clasificador aeróbico	0.2-40 MGD	0.14
Soplador	1000-7000 pies/min	0.46
Centrífuga	40-60 pulgadas	0.71
Planta de cloro	3-350 M Ton/año	0.44
Secador	15-400 pies <sup>2</sup>	0.71
Pozo de estabilización	0.01-0.2 MGD	0.14
Tanque, acero inox.	100-2000 gal	0.67

Fuente: Blank, Tarquin, quinta edición

### 3. Ajuste de potencias

- **Ejemplo:** El costo de construcción total de un pozo de estabilización para manejar una tasa de flujo de 0,05 millones de galones diarios fue de U\$173.000 en 1997. Estime el costo total de un pozo 10 veces más grande. El factor de capacidad de costo es de 0,14. El índice de costo era de 131 en 1997 y se actualizó a 225 para este año.
- **Sol:**

$$C = 173.000 * \left( \frac{225}{131} \right) \left( \frac{0,5}{0,05} \right)^{0,14}$$

$$C = 410.155$$

## 4. Técnica del factor

- En 1947 Lang desarrolló este método para el uso en costos totales de inversión (en plantas, por ej.), considerando que si uno estimaba los costos totales en equipos, el costo total era un factor de éste
- $h$  se conoce como factor de Lang y puede ser un costo total o la suma de factores de costos individuales. Para la industria química:  $h = 3,1$  para procesadoras de sólidos,  $h=3,63$  sólido-fluido y  $h=4,74$

$$C_t = hC_e$$

## 4. Técnica del factor

- ¿Qué pasa con los costos indirectos? → administración, seguridad, control de calidad..., entonces se asignó que...  $h = 1 + \sum f_i$

$$C = \sum_d C_d + \sum_m f_m U_m$$

Costo estimado  
directamente

Costo estimado por  
técnica unitaria

## 5. Curva de experiencia

- Incluye el efecto de aumentos de eficiencia de una organización al repetir un proceso.
- Asume reducción constante de insumo requerido, cada vez que se duplica el número de unidades producidas. (1925)

$$\frac{Z_u}{K} = u^{\log(n) - \log(2)}$$

$Z_u$ : Unidades del insumo necesario para producir la unidad de salida número  $u$ .

$u$ : Número de unidades de salida.

$k$ : Insumos requeridos para producir la primera unidad.

$s$ : Parámetro de curva de aprendizaje

## 5. Curva de experiencia

- **Ejemplo lectura:**
- Se necesitan 100 horas para producir la primera unidad
- Se necesitan 90 horas para la segunda  
→ curva de aprendizaje del 90%
- → Se necesitan  $100 \times 0,9 \times 0,9 = 81$  horas para el tercero
- Se reduce un 10% las horas cada vez.

## 5. Curva de experiencia

- **Ejemplo:**
- Una operación tiene un aprendizaje del 75% y le toma 90 horas para producir la primera unidad. ¿Cuánto se demorará en la quinta unidad?



## 5. Curva de experiencia

- En *Cost Estimator's Reference Manual-2nd Ed.*, de Rodney Stewart:

Trabajo manual	maquinaria	aprendizaje
75%	25%	80%
50%	50%	85%
25%	75%	90%

- ➔ Nasa ha estimado curvas de aprendizaje:

<http://www1.jsc.nasa.gov/bu2/learn.html>

## 5. Curva de experiencia

- Tiempo total para producir  $m$  unidades

$$T_m = K \sum_{u=1}^m u^n = K(1^n + 2^n + \dots m^n)$$

- Tiempo por unidad tras  $m$  unidades

$$\overline{C}_m = (K / m) \sum_{u=1}^m u^n = T_m / m$$

## 6. Otras ecuaciones de REC

- Etapas:
  - Definición del problema: EDT
  - Obtención y normalización de datos:  
Fuentes externas e internas → normalizar por inflación, moneda, datos disponibles, geografía.
  - Desarrollo de la ecuación de REC
  - Validación del modelo REC

# Desarrollo de la ecuación

- Buscar relaciones históricas entre los costos y factores.
- Generalmente se hace graficando y después creando el modelo
- Modelos lineales, potenciales, logarítmicos, exponenciales....

# Regresión lineal

- Recordando los tiempos de estadística...

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik} + \varepsilon$$

$$Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & \dots & X_{1k} \\ 1 & X_{21} & \dots & X_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{n1} & \dots & X_{nk} \end{bmatrix}$$


# Regresión lineal


- Estimador de mínimos cuadrados

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T Y$$

- Ejemplo:

Temperatura °C	Costo (\$)
25	80
18	58
12	43
10	38
-5	-10


$$\beta = \begin{pmatrix} 6,1 \\ 3,0 \end{pmatrix}$$



Costos=6,14+3,0\*Temperatur  
a

# Validación del modelo

- Usar indicadores de significancia del modelo ( $F$ ,  $T$  y  $R^2$ ) y de las variables.
- Recuerdo: El coeficiente de correlación ( $R$ ), mide la cercanía de la línea de regresión con los datos. ← OJO!!!
- → Seleccionar la REC que tenga las mejores variables de validación para el caso.