



UNIVERSIDAD
Popular del cesar

Ingeniería de Sistemas



INGENIERIA DE SOFTWARE II

UNIDAD No. 3

Estimación del software

Estimación de Costos



MODELO DE ESTIMACION COSTOS - COCOMO

- COCOMO es el modelo de construcción de costos más conocido y utilizado de los modelos algorítmicos compuestos que se basan sobre todo en datos estadísticos, pero también en ecuaciones analíticas y en un ajuste fruto de la opinión de expertos.

MODELO DE ESTIMACION COSTOS - COCOMO

- El modelo original **COCOMO** se publicó por primera vez en 1981 por Barry Boehm
- Se basó en 63 proyectos, principalmente de la NASA
- Es el modelo de estimación de costos más utilizado
- En 1995 se publicó la versión COCOMO II
- COCOMO II está adaptado a las nuevas prácticas de desarrollo de software

MODELO COCOMO CLASICO DE 1981

El COCOMO clásico lo forman tres **modelos** diferentes, que tienen en cuenta diferentes grados de complejidad:

- **Modelo básico:** Se basa exclusivamente en el tamaño expresado en LDC.
Aplicable cuando se conoce muy poco del proyecto
- **Modelo intermedio:** Además del tamaño del programa incluye un conjunto de medidas subjetivas llamadas conductores de costos. **Aplicable luego de la especificación de requerimientos.**
- **Modelo avanzado:** Incluye todo lo del modelo intermedio además del impacto de cada conductor de costo en las distintas fases de desarrollo.
Aplicable cuando se termina el diseño.

MODELO COCOMO CLASICO DE 1981

Existen Tres tipos de **proyectos** en COCOMO:

- ❖ **Orgánicos:** relativamente pequeños y sencillos, en los que trabajan pequeños equipos con experiencia, sobre un conjunto de requisitos poco rígidos.
- ❖ **Semiacoplados:** proyectos intermedios (en tamaño y complejidad) en los que participan equipos con variados niveles de experiencia, y que deben satisfacer requisitos poco o medio rígidos
- ❖ **Empotrados:** proyectos que deben ser desarrollados en un conjunto de hardware, software y restricciones operativas muy restringido.

MODELO COCOMO CLASICO DE 1981

Los valores de los tres tipos de proyectos en COCOMO clásico:

MODELO COCOMO BASICO				
PROYECTO	a	b	c	d
ORGANICO	2.4	1.05	2.5	0.38
SEMIACOPLADO	3.0	1.12	2.5	0.35
EMPOTRADO	3.6	1.20	2.5	0.32

MODELO	ESFUERZO Hombre-mes	Tiempo de desarrollo (Meses)	No. Personas
BASICO	$E = a(KLOC)^b$	$T = c E^d$	$P = E/T$
INTERMEDIO	$E = a(KLOC)^b * FAE$	$T = c E^d$	$P = E/T$
AVANZADO	$E = a(KLOC)^b * FAE$	$T = c E^d$	$P = E/T$

COCOMO II

Objetivos que se tuvieron en cuenta para crear el modelo COCOMO II

- Proporcionar modelo de estimación de costes ajustado a las prácticas de los 90's y del 2000.
- Proporcionar técnicas analíticas para evaluar los efectos de ciertas decisiones sobre planificación y costes.
- Crear una bases de datos y herramientas que permitan mejorar el modelo.

El nuevo modelo COCOMO II tiene como objetivo principal desarrollar un modelo de estimación de costos y planificación del software especialmente adecuado para los ciclos de vida.

COCOMO II

COCOMO II posee tres modelos:

- Composición de Aplicación
- Diseño Temprano
- Post-Arquitectura.

Modelo de composición de aplicaciones:

- Incluye el uso de prototipos para disminuir los riesgos potenciales que surgen con las interfaces gráficas de usuario típicas de herramientas RAD y otras herramientas actuales de productividad y de la orientación a objetos.
- En este modelo se definen unos puntos objeto que vendrían a ser una adaptación y modernización de los puntos de función

COCOMO II

Modelo de diseño temprano:

- Intenta obtener una primera aproximación en las fases iniciales del ciclo de vida, cuando todavía se conocen pocas de las características y datos definitivos del proyecto.
- Utiliza como primitivas de salida tanto las líneas de código como los clásicos puntos de función.

Modelo de postarquitectura:

- Se aplica cuando se considera que el proyecto dispone ya de requerimientos estables. Por otra parte, también utiliza como primitivas de salida las líneas de código y los puntos de función.
- Además, tiene en cuenta indicadores de la reutilización de software, cinco factores de escala y hasta diecisiete factores específicos diferentes

COCOMO II

ETAPA	MODELO	DESCRIPCION
Etapa 1	Composición de Aplicación	<ul style="list-style-type: none">• Soporta proyectos con prototipado y proyectos que hacen uso intensivo de la Reutilización.• Basado en estimaciones estándar de la productividad del desarrollador en puntos de objetos
Etapa 2	Diseño anticipado	<ul style="list-style-type: none">• Puede utilizarse antes de que esté determinada por completo su arquitectura.• Utiliza un pequeño conjunto de elementos de costo nuevo• Está basado en Punto de Función sin ajustar o KLOC.• Primeras etapas de desarrollo, especificaciones de Hardware y Software.
Etapa 3	Post-Arquitectura	<ul style="list-style-type: none">• Se ha desarrollado por completo la arquitectura del proyecto.• Tiene nuevos elementos de costo, nuevas reglas para el recuento de líneas y nuevas ecuaciones.• Etapa de desarrollo

COCOMO II

Modelo Composición de Aplicación.

Estimación del Esfuerzo

$$E = NPO / PROD$$

- **NPO** (Nuevos Puntos Objeto): Tamaño del nuevo software a desarrollar expresado en Puntos Objeto
- **PROD**: Es la productividad promedio determinada a partir del análisis de datos de proyectos en [Banker 1994].

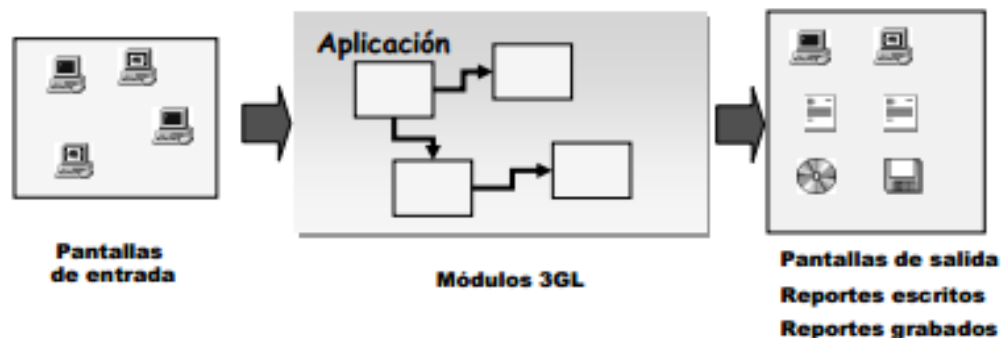
COCOMO II

Modelo de composición de aplicación

NOP se calcula de la siguiente manera:

- **Identificación de los tipos de objetos:**

- Ventanas o Pantallas
- Informes
- Componente o módulos de tercera generación - 3GL



COCOMO II

Modelo de composición de aplicación

- Clasificar cada instancia de objeto dentro de niveles de complejidad

<i>Pantallas</i>	Número de Tablas de Datos		
Número de vistas	<4	<8	>=8
<3	Sencillo	Sencillo	Medio
3-7	Sencillo	Medio	Difícil
>=8	Medio	Difícil	Difícil

<i>Informes</i>	Número de Tablas de Datos		
Número de secciones	<4	<8	>=8
0 ó 1	Sencillo	Sencillo	Medio
2 ó 3	Sencillo	Medio	Difícil
>=4	Medio	Difícil	Difícil

COCOMO II

Modelo de composición de aplicación

- Pesar el número de cada celda usando las tablas del punto anterior. El peso refleja el esfuerzo relativo que se requiere para implementar una instancia de ese nivel de complejidad.

Tipo de objeto	Complejidad - Peso			
	Simple	Media	Difícil	Subtotal
Ventana	x 1	x 2	x 3	=
Informe	x 2	x 5	x 8	=
Componente de 3GL			x 10	=
			Total OP	=

COCOMO II

Modelo de composición de aplicación

- **Determinar Puntos Objeto (OP):** Suma todas las instancias de objeto pesadas para conseguir un número.
- **Estimar el porcentaje de reutilización** que se espera lograr en este proyecto.
- **Calcular los nuevos Puntos Objeto a desarrollar.**

$$\text{NOP} = \frac{(\text{Object Points}) \times (100 - \% \text{Reuse})}{100}$$

%reuso: Porcentaje de reuso que se espera lograr en el proyecto

COCOMO II

Modelo de composición de aplicación

Determinar la razón de productividad a partir de la siguiente tabla

Experiencia y capacidad de los desarrolladores	Muy Baja	Baja	Nominal	Alta	Muy Alta
Madurez y capacidad de ICASE	Muy Baja	Baja	Nominal	Alta	Muy Alta
PROD	4	7	13	25	50

Calcular el esfuerzo dado en Meses-persona estimado según la ecuación

$$PM = NPO / PROD$$

COCOMO II

Modelo de diseño temprano

Este modelo se usa en las etapas tempranas de un proyecto de software, cuando se conoce muy poco del tamaño del producto a ser desarrollado, de la naturaleza de la plataforma, del personal a ser incorporado al proyecto o detalles específicos del proceso a utilizar. Este modelo podría emplearse tanto en productos desarrollados en sectores de Generadores de Aplicación, Sistemas Integrados o Infraestructura.

El modelo de Diseño Temprano ajusta el esfuerzo nominal usando siete factores de costo. La fórmula para el cálculo del esfuerzo es la siguiente:

$$PM_{estimado} = PM_{nominal} \times \prod_{i=1}^7 EM_i$$

COCOMO II

Modelo de diseño temprano

A= Constante que captura el esfuerzo lineal de los proyectos a medida que estos incrementan su tamaño, evita los efectos multiplicativos del esfuerzo en proyectos que van creciendo. Actualmente está calibrada en 2,45 y es ajustable a los datos empíricos de cada empresa.

B = Factor escalar que indica el grado de economía en el esfuerzo a realizar o bien variaciones en la productividad

$$B = 0,91 + 0,01 \sum W_i$$

Factores W_i

PREC
precedente

FLEX
flexibilidad

RESL
resolución
riesgos

TEAM
cohesión
equipo

PMAT
madurez
del proceso

Esfuerzo
medido en
personas/
meses

$$PM_{nominal} = A \times (Size)^B$$

Tamaño del software expresado en miles de líneas de código **KSLOC** determinado a partir de los Puntos de Función sin ajustar que se convierten según tabla en LOC y se dividen por 1000, $KSLOC = LOC / 1000$.

COCOMO II

Modelo de diseño temprano

El esfuerzo viene dado por:

$$PM_{Nominal} = A \times (Tamaño)^B$$

Donde:

- **A**= Constante de calibración (2,45 o 2,94)
- Tamaño= **KLOC**
- **B**= **0.91 + 0.01 x Σ Fej** (j= 1..5)
(Fe=Factor de escala)

COCOMO II

Modelo de diseño temprano

Establecer la escala de ahorro o gasto

$$B = 0.91 + 0.01 \times \sum FE_j \quad (j = 1 \text{ a } 5)$$

Factores de Escala

	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Extra Alto
Precedentes (PREC)	6,2	4,96	3,72	2,48	1,24	0
Flexibilidad (FLEX)	5,07	4,05	3,04	2,03	1,01	0
Arquitectura/resolución del riesgo (RESL)	7,07	5,65	4,24	2,83	1,41	0
Cohesión del Equipo (TEAM)	5,48	4,38	3,29	2,19	1,10	0
Madurez del Proceso (PMAT)	7,80	6,24	4,68	3,12	1,56	0

PREC	Experiencia previa de la organización con este tipo de proyectos.
FLEX	Refleja el grado de flexibilidad en el proceso de desarrollo.
RESL	Refleja la amplitud de análisis de riesgo que se lleva a cabo.
TEAM	Refleja la relación entre los miembros del equipo de desarrollo.
PMAT	Refleja la madurez del proceso de la organización.

COCOMO II

Factores de Escala (SF_j)	Muy Bajo	Bajo	Nominal	Alto	Muy Alto	Extra Alto
PREC	Completamente sin precedentes	Prácticamente sin precedentes	Casi sin precedentes	Algo familiar	Muy familiar	Completamente familiar
FLEX	Riguroso	Relajación ocasional	Algo de relajación	Conformidad general	Algo de conformidad	Metas generales
RESL*	Poco (20%)	Algo (40%)	A menudo (60%)	Generalmente (75%)	En su mayor parte (90%)	Por completo (100%)
TEAM	Interacciones muy difíciles	Algo de dificultad en las interacciones	Interacciones básicamente cooperativas	Bastante cooperativo	Altamente cooperativo	Completa interacciones
PMAT	Peso medio de respuestas "Si" para el cuestionario de Madurez CMM					

Establecer la escala de ahorro o gasto

$$B = 0.91 + 0.01 \times \sum FE_j \quad (j = 1 \text{ a } 5)$$

COCOMO II

El esfuerzo ajustado será:

$$PM_{\text{Ajustado}} = PM_{\text{Nominal}} * \prod FA_i \quad (i = 1 \text{ to } 7)$$

FA = Factores de Ajuste

COCOMO II

Factores de Ajustes

Factor	Descripción
RCPX	Fiabilidad y complejidad del producto
RUSE	Requerimientos de reusabilidad
PDIF	Dificultad de la plataforma
PERS	Capacidad del personal
PREX	Experiencia del personal
FCIL	Facilidades para el desarrollo
SCED	Esfuerzo de calendario

	Extra Bajo	Muy Bajo	Bajo	Nominal	Alto	Muy Alto	Extra Alto
RCPX	0.73	0.81	0.98	1	1.3	1.74	2.38
RUSE	-	-	0.95	1	1.07	1.15	1.24
PDIF	-	-	0.87	1	1.29	1.81	2.61
PERS	2.12	1.62	1.26	1	0.83	0.63	0.5
PREX	1.59	1.33	1.12	1	0.87	0.71	0.62
FCIL	1.43	1.30	1.10	1	0.87	0.73	0.62
SCED	-	1.43	1.14	1	1	1	-

COCOMO II

Calcular el PM ajustado

$$PM_{\text{Ajustado}} = PM_{\text{Nominal}} * \prod FA_i$$

El **tiempo** estimado, una vez conocido el esfuerzo necesario, se obtiene de:

$$T_{\text{DES}} = [c \times (PM)^d] * SCED\%/100$$

Siendo

- PM = esfuerzo expresado en persona-mes
- $c = 3$
- $d = 0.33 + 0.2 * [B - 1,01]$
- SCED% es el porcentaje de compresión/expansión del tiempo.

COCOMO II

Calcular la duración y personal requerido para el proyecto.

- **Tiempo de Desarrollo**

El **tiempo** estimado, una vez conocido el esfuerzo necesario, se obtiene de:

$$T_{DES} = [c \times (PM)^d] * SCED\%/100$$

Siendo

- **PM** = esfuerzo expresado en persona-mes
- **c = 3**
- **d = 0.33 + 0.2 * [B – 1,01]**
- **SCED%** es el porcentaje de compresión/expansión del tiempo.

Es el porcentaje en que se calcula podrá aumentar o disminuir el calendario.

	Muy Bajo	Bajo	Nominal	Alto	Muy Alto	Extra Alto
SCED	75% del nominal	85%	100%	130%	160%	

COCOMO II

El **personal** a tiempo completo necesario para el desarrollo (PDTC) será:

$$\text{PDTC} = \text{PM} / T_{\text{DES}}$$



UNIVERSIDAD
Popular del cesar