

Estimación de costos de software

INGENIERIA DEL SOFTWARE I

Lic. E. Alejandra Matoso

Modelo COCOMO II

El modelo **COCOMO II** es un jerarquía de modelos de estimación:

- **Modelo de composición de aplicación** se emplea en desarrollos de software durante la **etapa de prototipación**.
- **Modelo de etapa de diseño temprano** se utiliza en las primeras etapas. (Puntos de función)
- **Modelo de etapa posterior a la arquitectura** se aplica en la etapa de desarrollo propiamente dicha.

Este modelo utiliza:

- puntos de función y/o líneas de código fuente.
- Un conjunto de 5 factores que determinan el exponente (**FACTORES DE ESCALA**), estos factores reemplazan los modos o tipo de proyecto (orgánico, semi-acoplado, empotrado).
- Un conjunto de 17 atributos, denominados **FACTORES MULTIPLICADORES DE ESFUERZO**, que permiten considerar características del proyecto.

Factores de escala - Definiciones

- El factor de precedencia (**PREC**) toma en cuenta el grado de **experiencia** previa en relación al producto a desarrollar, tanto en aspectos organizacionales como en el conocimiento del software y hardware a utilizar.
- El factor de flexibilidad (**FLEX**) considera el nivel de exigencia en el **cumplimiento de los requerimientos** preestablecidos, plazos de tiempos y especificaciones de interface.
- Este factor de arquitectura y riesgo (**RESL**) involucra aspectos relacionados al conocimiento de los ítems de **riesgo** crítico y al modo de abordarlos dentro del proyecto.
- El factor de escala denominado Cohesión del Equipo (**TEAM**) tiene en cuenta las dificultades de sincronización entre los **participantes** del proyecto: usuarios, clientes, desarrolladores, encargados de mantenimiento, etc.
- Madurez del Proceso (**PMAT**) captura el nivel de madurez de la organización

Factores de escala

El calculo del factor exponencial de escala (B) esta basado en factores que influyen exponencialmente en la productividad y esfuerzo de un proyecto de software. Estos factores toman valores dentro de un rango que va desde un nivel “muy bajo” hasta “extra alto”, y cada nivel tiene un peso asociado, ese valor específico se denomina “factor de escala”.

Factores de Escala	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Extra Alto
PREC	Extremadamente nuevo	Muy nuevo	Novedoso de alguna manera	Familiar	Muy familiar	Extremadamente familiar
SF_i:	6.20	4.96	3.72	2.48	1.24	0.00
FLEX	Riguroso	Relajación ocasional	Alguna relajación	Conformidad general	Alguna conformidad	Metas generales
SF_i:	5.07	4.05	3.04	2.03	1.01	0.00
RESL	Poco (20%)	Algo (40%)	A menudo (60%)	Generalmente (75%)	Casi Siempre (90%)	Siempre (100%)
SF_i:	7.07	5.65	4.24	2.83	1.41	0.00
TEAM	Interacciones muy difíciles	Interacciones algo difíciles	Interacciones cooperativas básicas	Bastante cooperativos	Altamente cooperativos	Alto nivel de interacción
SF_i:	5.48	4.38	3.29	2.19	1.10	0.00
PMAT	SW-CMM Nivel 1 Bajo	SW-CMM Nivel 1 Alto	SW-CMM Nivel 2	SW-CMM Nivel 3	SW-CMM Nivel 4	SW-CMM Nivel 5
SF_i:	7.80	6.24	4.68	3.12	1.56	0.00

Factores Multiplicadores de esfuerzo

El esfuerzo de desarrollo de un proyecto de software se ajusta para una mejor estimación mediante factores que se clasifican en cuatro áreas: PRODUCTO, PLATAFORMA, PERSONAL y PROYECTO. en la tabla siguiente se muestran los niveles de cada factor, sus características y los valores asignados a cada factor

Factores Multiplicadores de esfuerzo (PRODUCTO)

Factores del producto

- **RELY:** Confiabilidad requerida
- **DATA:** Tamaño de base de datos
- **CPLX:** Complejidad del producto la base de datos
- **RUSE:** Requerimientos de reusabilidad
- **DOCU:** Documentación acorde a las diferentes etapas del ciclo de vida

	Factor	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Extra
Producto	RELY	Inconvenientes insignificantes, que afectan solamente a los desarrolladores	Mínimas pérdidas al usuario, fácilmente recuperables	Pérdidas moderadas al usuario recuperables sin grandes inconvenientes	Pérdida financiera elevada o inconveniente humano masivo	Vida humana en riesgo	
	DATA		DB bytes/Pgm SLOC <10	$10 \leq D/P < 100$	$100 \leq D/P < 1000$	$D/P > 1000$	
	CPLX	Ver Tabla 22					
	RUSE		Ningún componente reusable	Reusable dentro del mismo proyecto	Reusable dentro de un mismo programa	Reusable dentro de una misma línea de productos	Reusable dentro de múltiples líneas de producto
	DOCU	Muchas necesidades del ciclo de vida sin cubrir	Algunas necesidades del ciclo de vida sin cubrir	Necesidades del ciclo de vida cubiertas en su justa medida	Necesidades del ciclo de vida cubiertas ampliamente	Necesidades del ciclo de vida cubiertas excesivamente	

Factores Multiplicadores de esfuerzo (PRODUCTO)

En la siguiente tabla se observan los valores que le corresponde a cada factor y nivel:



The screenshot shows a 'Product Parameters' dialog box with a table of effort multipliers. The table has five rows representing factors (RELY, DATA, DOCU, CPLX, RUSE) and six columns representing levels (VLO, LO, NOM, HI, VHI, XHI). The values are as follows:

	VLO	LO	NOM	HI	VHI	XHI
RELY	0.82	0.92	1.00	1.10	1.26	XXXX
DATA	XXXX	0.90	1.00	1.14	1.28	XXXX
DOCU	0.81	0.91	1.00	1.11	1.23	XXXX
CPLX	0.73	0.87	1.00	1.17	1.34	1.74
RUSE	XXXX	0.95	1.00	1.07	1.15	1.24

At the bottom of the dialog box are three buttons: OK, Cancel, and Help.

Factores Multiplicadores de esfuerzo (PLATAFORMA)

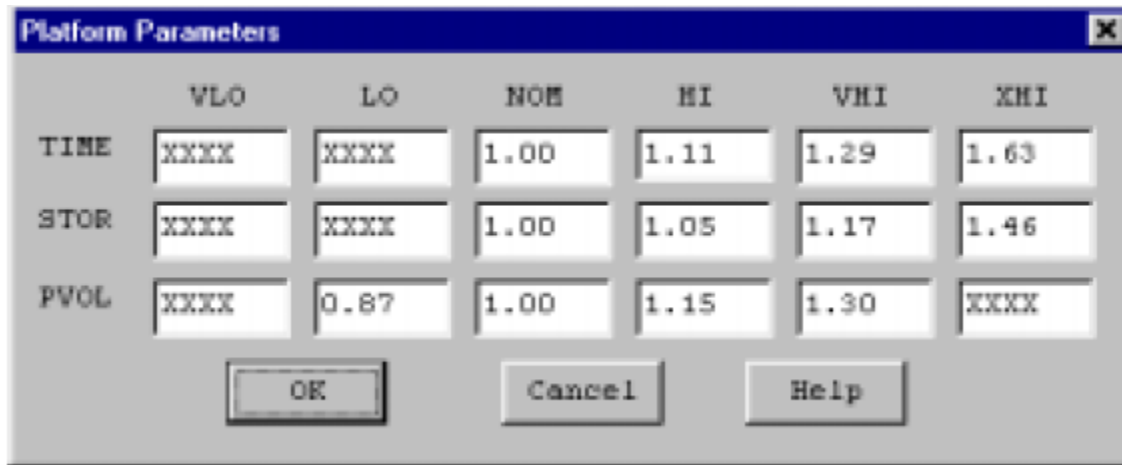
Factores de la plataforma

- **PVOL:** Volatilidad de la plataforma
- **STOR:** Restricción del almacenamiento principal
- **TIME:** Restricción del tiempo de ejecución

	Factor	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Extra
Plataforma	TIME			Uso de <= 50% del tiempo de ejecución disponible	70%	85%	95%
	STOR			Uso de <= 50% del porcentaje total de almacenamiento	70%	85%	95%
	PVOL		Un cambio principal cada 12 meses. Un cambio menor todos los meses	Cambio principal cada 6 meses. Cambio menor cada 2 semanas	Cambio principal cada 2 meses Cambio menor uno por semana	Cambio principal cada 2 semanas. Cambio menor cada 2 días	

Factores Multiplicadores de esfuerzo (PLATAFORMA)

En la siguiente tabla se observan los valores que le corresponde a cada factor y nivel:



The screenshot shows a 'Platform Parameters' dialog box with a table of effort multiplier factors. The table has three rows (TIME, STOR, PVOL) and six columns (VLO, LO, NOM, HI, VHI, XHI). The values are as follows:

	VLO	LO	NOM	HI	VHI	XHI
TIME	XXXX	XXXX	1.00	1.11	1.29	1.63
STOR	XXXX	XXXX	1.00	1.05	1.17	1.46
PVOL	XXXX	0.87	1.00	1.15	1.30	XXXX

At the bottom of the dialog box are three buttons: OK, Cancel, and Help.

Factores Multiplicadores de esfuerzo (PERSONAL)

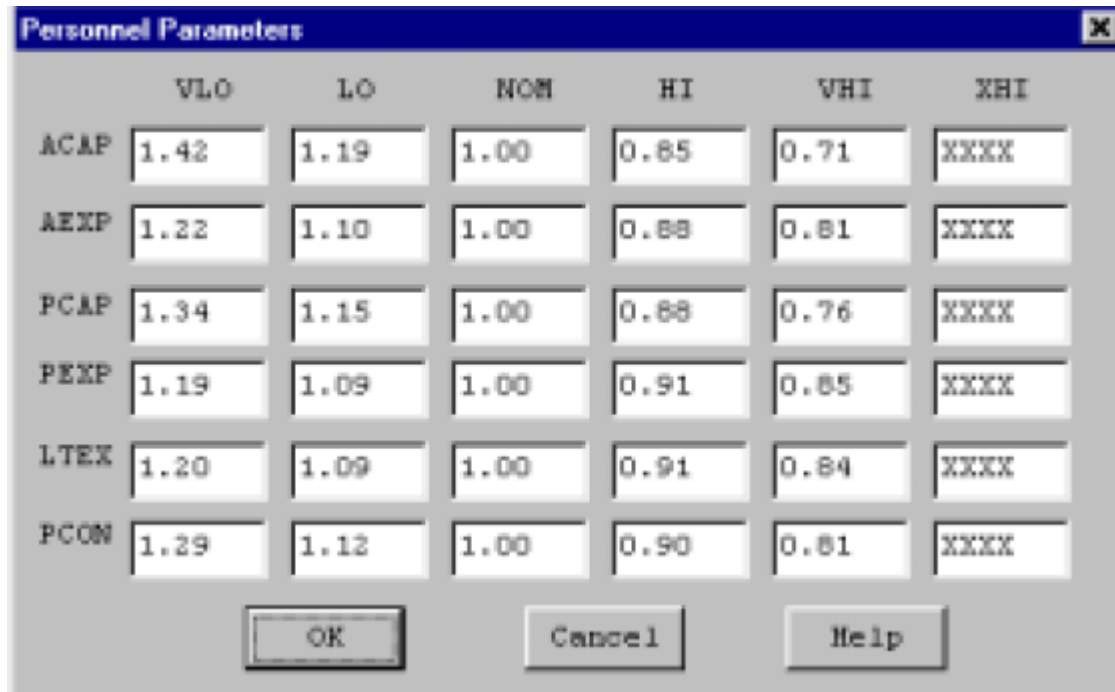
Factores del personal

- **ACAP:** Capacidad del analista (cada percentil representa un 1%)
- **PCAP:** Capacidad del programador
- **PCON:** Continuidad del personal
- **AEXP:** Experiencia en la aplicación
- **PEXP:** Experiencia en la plataforma
- **LTEX:** Experiencia en el lenguaje y las herramientas

	Factor	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Extra
Personal	ACAP	15 percentil	35 percentil	55 percentil	75 percentil	90 percentil	
	PCAP	15 percentil	35 percentil	55 percentil	75 percentil	90 percentil	
	PCON	48 % por año	24 % por año	12 % por año	6% por año	3 % por año	
	AEXP	<= 2 meses	<= 6 meses	1 año	3 años	6 años	
	PEXP	<= 2 meses	<= 6 meses	1 año	3 años	6 años	
	LTEX	<= 2 meses	<= 6 meses	1 año	3 años	6 años	

Factores Multiplicadores de esfuerzo (PERSONAL)

En la siguiente tabla se observan los valores que le corresponde a cada factor y nivel:



The screenshot shows a window titled "Personnel Parameters" with a close button (X) in the top right corner. The window contains a table with 6 columns and 6 rows of data. The columns are labeled VLO, LO, NOM, HI, VHI, and XHI. The rows are labeled ACAP, AEXP, PCAP, PEXP, LTEX, and PCOM. Each cell in the table contains a numerical value or the text "XXXX". At the bottom of the window, there are three buttons: OK, Cancel, and Help.

	VLO	LO	NOM	HI	VHI	XHI
ACAP	1.42	1.19	1.00	0.85	0.71	XXXX
AEXP	1.22	1.10	1.00	0.88	0.81	XXXX
PCAP	1.34	1.15	1.00	0.88	0.76	XXXX
PEXP	1.19	1.09	1.00	0.91	0.85	XXXX
LTEX	1.20	1.09	1.00	0.91	0.84	XXXX
PCOM	1.29	1.12	1.00	0.90	0.81	XXXX

OK Cancel Help

Factores Multiplicadores de esfuerzo (PROYECTO)

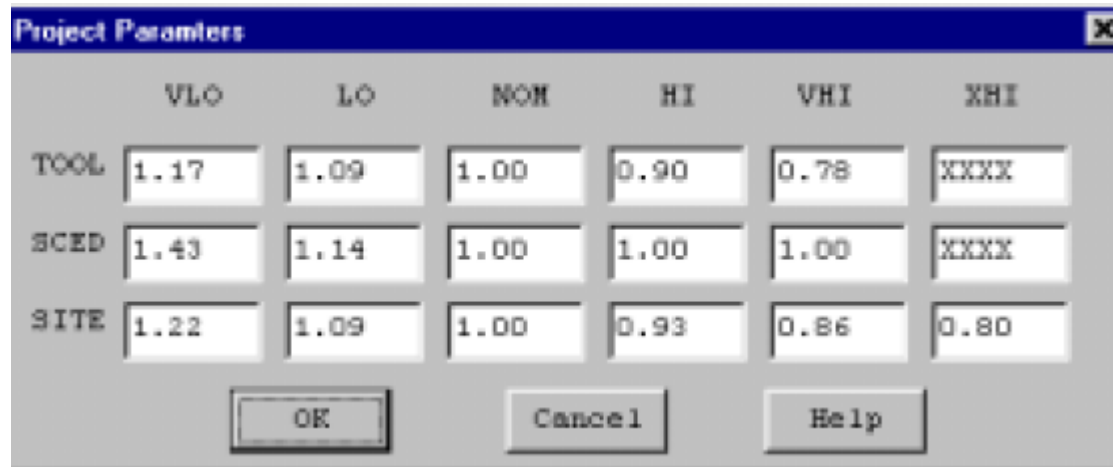
Factores del proyecto

- **TOOL:** Uso de herramientas de software
- **SITE:** Desarrollo multisitio
- **SCED:** Cronograma requerido para el desarrollo

	Factor	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Extra
Proyecto	TOOL	Herramientas que permiten editar, codificar, depurar	Herramientas simples con escasa integración al proceso de desarrollo	Herramientas básicas, integradas moderadamente	Herramientas robustas y maduras, integradas moderadamente	Herramientas altamente integradas a los procesos, métodos y reuso	
	SITE Ubicación Espacial	Internacional	Multi-ciudad y multi-compañía	Multi-ciudad o multi-compañía	Misma ciudad o área metropolitana	Mismo Edificio o complejo	Completamente Centralizado
	SITE Comunicación	Algún teléfono, mail	Teléfonos individuales, FAX	Email de banda angosta	Comunicaciones electrónicas de banda ancha	Comunicaciones electrónicas de banda ancha, ocasionalmente videoconferencia	Multimedia Interactiva
	SCED	75% del nominal	85% del nominal	100% del nominal	130% del nominal	160% del nominal	

Factores Multiplicadores de esfuerzo (PROYECTO)

En la siguiente tabla se observan los valores que le corresponde a cada factor y nivel:



The screenshot shows a 'Project Parameters' dialog box with a table of effort multiplier factors. The table has three rows (TOOL, SCED, SITE) and six columns (VLO, LO, NOM, HI, VHI, XHI). The values are as follows:

	VLO	LO	NOM	HI	VHI	XHI
TOOL	1.17	1.09	1.00	0.90	0.78	XXXX
SCED	1.43	1.14	1.00	1.00	1.00	XXXX
SITE	1.22	1.09	1.00	0.93	0.86	0.80

At the bottom of the dialog box are three buttons: OK, Cancel, and Help.

Cocomo II por módulos

- El software se divide en componentes con nombres distintos y abordables por separado, en ocasiones llamados módulos (componentes), que se integran para satisfacer los requerimientos del problema.



Cocomo II por módulos

Para aplicar el modelo de Cocomo II, es necesario identificar los módulos que componen el Sistema y luego aplicar los siguientes pasos:

- 1) Calcular el factor exponencial de escala del sistema (B)
- 2) Calcular el total de líneas de código del sistema (KLOC)
- 3) Calcular el esfuerzo nominal del sistema $PM_{nominal}$
- 4) Calcular la productividad del sistema
- 5) Calcular el multiplicador de esfuerzo por módulo
- 6) Calcular el esfuerzo nominal y estimado por módulo
- 7) Calcular el tiempo estimado de desarrollo del proyecto

Cocomo II por módulos

- 1) Calcular el factor exponencial de escala del sistema

$$B = 1.01 + 0.01 \times \sum_{j=1}^n SF_j$$

- 2) Calcular el total de líneas de código del sistema (sumar las líneas de código de todos los módulos)
- 3) Calcular el esfuerzo nominal del sistema

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

- 4) Calcular la productividad del sistema

$$Productividad_{Nominal} = \frac{SLOC}{PM_{Nominal}}$$

- 5) Calcular el multiplicador de esfuerzo **por módulo**

$$EM = \prod_{i=1}^{17} EM_i$$

Cocomo II por módulos

6) Calcular el esfuerzo nominal por módulo

$$PM_{Nominal,Modulo} = \frac{SLOC_{Modulo}}{Productividad_{Nominal}}$$

Calcular el esfuerzo estimado por módulo

$$PM_{Estimado,Modulo} = PM_{Nominal,Modulo} * EM$$

7) Calcular el tiempo estimado de desarrollo del proyecto

$$TDVE = [3.0 \times Esfuerzo^{(0.33+0.2 \times (B-1.01))}]$$

Bibliografía

- Ingeniería del software. 7º edición. Ian Sommerville Editorial Pearson. Capítulo 26
- Ingeniería del software un enfoque práctico. 6º edición. Roger Pressman. Editorial McGraw Hill. Capítulo 23