

	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<=D/P<100	100<=D/P<1000	D/P >0 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	
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	
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	
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	

Tabla 21: Factores de costo Modelo Post-Arquitectura. [Boehm 1995/1] [Boehm 1995/2]

4.6.1 Factores del producto

Se refieren a las restricciones y requerimientos sobre el producto a desarrollar.

RELY: Confiabilidad requerida

Este factor mide la confiabilidad del producto de software a ser desarrollado, esto es, que el producto cumpla satisfactoriamente con la función que debe realizar y respete el tiempo de ejecución que se fijó para el mismo.

Los niveles de escala para este factor son Muy Bajo, Bajo, Nominal, Alto y Muy Alto. Si el efecto de la falla del software produce inconvenientes solamente al desarrollador, quien debe solucionarla, el valor de RELY es Bajo. Si por el contrario, la falla atenta contra la vida humana el valor que adopta es Muy Alto.

DATA: Tamaño de la base de datos

El esfuerzo requerido para desarrollar un producto de software está relacionado con el tamaño de la base de datos asociada. Un ejemplo que marca la importancia de esta influencia es el esfuerzo que insume la preparación de los lotes de prueba que se usan en el testeo del producto.

El valor de DATA se determina calculando la relación entre el tamaño de la base de datos y el tamaño del programa.

$$\frac{D}{P} = \frac{\text{Tamaño_BasedeDatos(Bytes)}}{\text{Tamaño_Programa(SLOC)}}$$

CPLX: Complejidad del producto

CPLX analiza la complejidad de las operaciones empleadas en el producto, clasificadas en operaciones: de control, computacionales, dependientes de los dispositivos, de administración de datos y de administración de interfaz de usuario. El nivel que adopta este factor es el promedio del nivel de cada una de las cinco áreas o tipo de operaciones involucradas, ver Tabla 22 .

	Operaciones de Control	Operaciones computacionales	Operaciones dependientes de los dispositivos	Operaciones de administración de datos	Operaciones de administración de interfases de usuario
Muy Bajo	Pocas estructuras sin anidamiento: DO, CASE, IF_THEN_ELSE. Composición modular simple por medio de llamadas a procedimientos o simples script	Evaluación de una expresión simple Por ejemplo: $A=B+C*(D-E)$	Sentencias de lectura / escritura con formatos simples	Arreglos simples en memoria principal. Consultas, actualizaciones a COTS-DB	Generadores de reportes, Formularios de entrada simples.

Bajo	Estructuras anidadas sencillas	Evaluación de expresiones de complejidad moderada Por ejemplo: $D = \sqrt{B^2 - 4 \cdot A \cdot C}$	Ninguna necesidad de dispositivos especiales para procesamiento de I/O	Archivo que subsiste sin cambios de estructuras de datos, ni ediciones ni archivos intermedios. Consultas y actualizaciones a COTS-DB moderadamente complejas	Uso de generadores de interfases de usuario gráficas simples
Nominal	Uso mayoritario de anidamientos sencillos . Algunos controles entre módulos. Tablas de decisión. Pasaje de mensajes o llamadas a subrutinas. Soporte para procesamiento distribuido	Uso de rutinas estándares de matemática y estadística Operaciones básicas con matrices y vectores	Procesamiento de Entradas/Salidas que incluye selección de dispositivo, procesamiento de errores y chequeo de estado	Varios archivos de entrada y solo un archivo de salida. Cambios estructurales sencillos y ediciones simples. Consultas y actualizaciones a COTS-DB complejas	Uso simple de algunos dispositivos
Alto	Programación estructurada con alto grado de anidamiento con predicados compuestos. Control de cola y pila. Procesamiento distribuido. Control en tiempo real con un procesador	Análisis numérico básico: Interpolación, ecuaciones diferenciales ordinarias, redondeos, truncamientos	Operaciones de Entrada/salida a nivel físico (traducciones a direcciones de almacenamiento físico, seeks, read, etc.) Optimización de superposición Entradas/Salidas	Triggers simples activados por flujos de datos. Reestructuración compleja de datos	Uso de un conjunto de dispositivo de Multimedia, Entrada/Salida de Procesamiento de voz
Muy Alto	Codificación recursiva. Manejo de interrupciones con prioridad fija. Sincronización de tareas, complejas llamadas a subrutinas. Procesamiento distribuido heterogéneo. Control en tiempo real con un procesador	Análisis numérico estructurado: Matrices de ecuaciones. Ecuaciones diferenciales parciales	Rutinas para el control de interrupciones, enmascaramiento. Manejo de líneas de comunicación	Coordinación de base de datos distribuidas Disparadores complejos. Optimización de búsqueda	Multimedia, Gráficos dinámicos, Gráficos 2D y 3D de moderada complejidad
Extra Alto	Planificación múltiple de recursos con cambio dinámico de prioridades. Control al nivel de microcódigo. Control en tiempo real distribuido	Análisis numérico no estructurado: Datos estocásticos. Análisis de ruido con alto grado de precisión	Codificación de dispositivos dependientes del tiempo Operaciones microprogramadas. Performance crítica con relación a I/O	Alto grado de acoplamiento, relaciones dinámicas, estructuras de objeto, administración de datos en lenguaje natural	Multimedia compleja Realidad virtual

Tabla 22. Factor Multiplicador CPLX. Complejidad del Producto. [COCOMO II.0]

RUSE: Requerimientos de reusabilidad

Este factor considera el esfuerzo adicional necesario para construir componentes que puedan ser reusados dentro de un mismo proyecto o en futuros desarrollos. El incremento del esfuerzo se debe a que se incorporan tareas inherentes al reuso, tales como: creación de diseños genéricos de software, elaboración de mayor cantidad de documentación, testeo intensivo para asegurar que las componentes estén debidamente depuradas, etc.

DOCU: Documentación acorde a las diferentes etapas del ciclo de vida

Varios modelos de costo de software tienen un factor de costo para representar el nivel de documentación requerida. En COCOMO II este factor se evalúa en función de la adecuación de la documentación del proyecto a las necesidades particulares en cada etapa del ciclo de vida.

Los posibles valores de DOCU van desde Muy Bajo (documentación que no cubre varias necesidades) hasta Muy Alto (documentación excesiva de acuerdo a las necesidades).

	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

Figura 9: Factores del producto. Modelo Post-Arquitectura.[COCOMO II.0]

4.6.2 Factores de la plataforma

Estos factores analizan la complejidad de la plataforma subyacente.

La plataforma es la infraestructura base de hardware y software, lo que también recibe el nombre de máquina virtual. Si el software a desarrollar es un sistema operativo la plataforma es el hardware, si en cambio se trata del desarrollo de un administrador de base de datos se considerará como plataforma el hardware y el sistema operativo. Por ejemplo, la plataforma puede incluir cualquier compilador o ensamblador empleado en el desarrollo del software.

PVOL: Volatilidad de la plataforma

Este factor se usa para representar la frecuencia de los cambios en la plataforma subyacente.

STOR: Restricción del almacenamiento principal

Este factor es una función que representa el grado de restricción del almacenamiento principal impuesto sobre un sistema de software. Cuando se habla de almacenamiento principal se hace una referencia al almacenamiento de acceso directo, tales como circuitos integrados, memoria de núcleos magnéticos, excluyendo discos, cintas, etc.

EL valor de STOR está expresado en términos de porcentaje del almacenamiento principal que usará el sistema. El rango posible de valores va desde Nominal hasta Extra Alto.

TIME: Restricción del tiempo de ejecución

Este factor representa el grado de restricción de tiempo de ejecución impuesta sobre el sistema de software.

EL valor de TIME está expresado en términos de porcentaje de tiempo de ejecución disponible que usará el sistema. El rango posible de valores va desde Nominal hasta Extra Alto.

	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

OK Cancel Help

Figura 10: Factores de la plataforma. Modelo Post-Arquitectura.[COCOMO II.0]

4.6.3 Factores del personal

Estos factores están referidos al nivel de habilidad que posee el equipo de desarrollo.

ACAP: Capacidad del analista

Se entiende por analista a la persona que trabaja con los requerimientos, en el diseño global y en el diseño detallado. Los principales atributos que deberían considerarse en un analista son la habilidad para el diseño, el análisis, la correcta comunicación y cooperación entre sus pares. En este análisis no se tiene en cuenta el nivel de experiencia.

PCAP: Capacidad del programador

Las tendencias actuales siguen enfatizando la importancia de la capacidad de los analistas. Sin embargo, debido a que la productividad se ve afectada notablemente por la habilidad del programador en el uso de las herramientas actuales, existe una tendencia a darle mayor importancia a la capacidad del programador. También se evalúa la capacidad de los programadores para el trabajo en equipo más que para el trabajo individual, resaltando las aptitudes para comunicarse y cooperar mutuamente.

PCON: Continuidad del personal

Este factor mide el grado de permanencia anual del personal afectado a un proyecto de software. Los posibles valores que puede adoptar PCON van desde 48% (muy bajo) al 3% (muy alto).

AEXP: Experiencia en la aplicación

Este factor mide el nivel de experiencia del equipo de desarrollo en aplicaciones similares. El rango de valores posibles de AEXP va desde Muy Bajo, representando una experiencia menor a 2 meses, hasta Muy Alto, experiencia de 6 o más años.

PEXP: Experiencia en la plataforma

COCOMO afirma que existe gran influencia de este factor en la productividad. Reconociendo así la importancia del conocimiento de nuevas y potentes plataformas, interfaces gráficas, base de datos, redes, etc.

El rango de valores posibles de **PEXP** va desde Muy Bajo, representando una experiencia menor a 2 meses, hasta Muy Alto, experiencia de 6 o más años.

LTEX: Experiencia en el lenguaje y las herramientas

Este factor mide el nivel de experiencia del equipo en el uso del lenguaje y herramientas a emplear. El desarrollo de software, hoy en día, incluye el uso de herramientas que soportan tareas tales como representación de análisis y diseño, administración de la configuración, extracción de documentación, administración de librerías, y chequeos de consistencia. Es por ello que, no sólo es importante la experiencia en el manejo del lenguaje de programación sino también en el uso de estas herramientas, ya que influye notablemente en el tiempo de desarrollo.

El rango de valores de posibles de **LTEX** va desde Bajo, representando una experiencia menor a 2 meses hasta Muy Alto representando una experiencia de 6 o más años.

	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

Figura 11: Factores del personal. Modelo Post-Arquitectura.[COCOMO II.0]

4.6.4 Factores del proyecto

Estos factores se refieren a las condiciones y restricciones bajo las cuales se lleva a cabo el proyecto.

TOOL: Uso de herramientas de software

Las herramientas de software se han incrementado significativamente desde la década del 70. El tipo de herramientas abarca desde las que permiten editar y codificar hasta las que posibilitan una administración integral del desarrollo en todas sus etapas.

El rango de valores posibles de **TOOL** va desde Muy Bajo, que corresponde al uso de herramientas sólo para codificación, edición y depuración, hasta Muy Alto, que incluye potentes herramientas integradas al proceso de desarrollo.

SITE: Desarrollo multisitio

La determinación de este factor de costo involucra la evaluación y promedio de dos factores, ubicación espacial (disposición del equipo de trabajo) y comunicación (soporte de comunicación).

SCED: Cronograma requerido para el desarrollo

Este factor mide la restricción en los plazos de tiempo impuesta al equipo de trabajo. Los valores se definen como un porcentaje de extensión o aceleración de plazos con respecto al valor nominal. Acelerar los plazos produce más esfuerzo en las últimas etapas del desarrollo, en las que

se acumulan más temas a determinar por la escasez de tiempo para resolverlos tempranamente. Por el contrario una relajación de los plazos produce mayor esfuerzo en las etapas tempranas donde se destina más tiempo para las tareas de planificación, especificación, validación cuidadosa y profunda. El rango de valores posibles de *SCED* va desde 75% al 160%.

	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

OK Cancel Help

Figura 12: Factores del proyecto. Modelo Post-Arquitectura.[COCOMO II.0]