

FUNDAMENTOS DE ECONOMÍA Y PROYECTOS DE INVERSIÓN

TÉCNICAS DE ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA EL DESARROLLO DE SOFTWARE

GRUPO INFORMÁTICA DE GESTIÓN. INTIA.
FACULTAD CIENCIAS EXACTAS
UNCPBA



Mg. María Rosa Dos Reis

CONCEPTOS BÁSICOS

- **ECONOMÍA:**

“La economía es el estudio de la forma en que una sociedad usa sus recursos escasos con la finalidad de producir bienes y servicios para satisfacer necesidades ilimitadas”.



- **MACROECONOMÍA:**

“La macroeconomía es la rama que estudia la toma de decisiones de la economía como un todo”

- **MICROECONOMÍA:**

“La microeconomía es la rama de la economía que estudia la toma de decisiones de un individuo, familia, industria o nivel de gobierno”.

Mg. María Rosa Dos Reis

ECONOMÍA Y GESTIÓN DE INGENIERÍA DE SOFTWARE

- Nunca hay suficiente TIEMPO o DINERO para cubrir todas las características que nos gustaría incluir en producto de software.



RECURSOS LIMITADOS



Mg. María Rosa Dos Reis

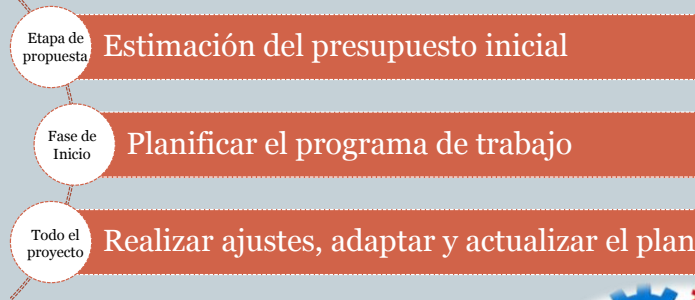
PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS DE SOFTWARE

- El plan del proyecto se crea en el inicio de un proyecto.
- La planificación del proyecto consiste en dividir el proyecto en actividades y asignarles a las actividades los correspondientes recursos (esfuerzo, personal, tiempo, recursos físicos, ...)
- Las actividades incluidas en el plan debe incluir plazos y fechas de entrega límite, responsables, dependencia entre tareas, costos por actividad.
- El plan permite anticipar los problemas que puedan surgir y preparar soluciones provisionales a los problemas.
- El plan del proyecto se utiliza para comunicar al equipo y a los clientes cómo se realizará el trabajo.
- El plan ayuda a evaluar los avances en el proyecto.

Mg. María Rosa Dos Reis

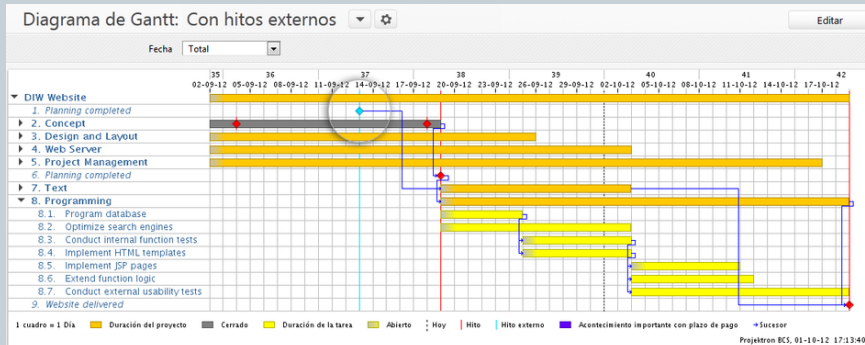
PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS DE SOFTWARE

El plan de proyecto es una **Herramienta** para el **Gestor**, ya que ofrece un marco para:



Mg. María Rosa Dos Reis

PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS DE SOFTWARE: Ejemplo Diagrama de Gantt



Mg. María Rosa Dos Reis

PROBLEMAS DE DECISIÓN ECONÓMICA EN LAS DISTINTAS FASES DEL CICLO DE VIDA DEL SOFTWARE



- Fase de viabilidad: ¿cuánto debemos invertir en análisis de sistemas de información?. Por ejemplo en: cuestionarios de usuario y entrevistas, análisis actual del sistema, caracterizaciones de carga de trabajo, simulaciones, escenarios, prototipos.
- Fase de planificación y requerimientos: ¿Cuánto debemos invertir en actividades de validación de requisitos (integridad automatizada, consistencia y control de trazabilidad, modelos analíticos, simulaciones, prototipos) antes de proceder al diseño y desarrollo de un sistema de software?
- Fase de diseño del producto: ¿organizamos el software como un paquete cerrado aunque no cumple totalmente todos los requisitos o personalizamos?


Mg. María Rosa Dos Reis

PROBLEMAS DE DECISIÓN ECONÓMICA EN LAS DISTINTAS FASES DEL CICLO DE VIDA DEL SOFTWARE



- Fase de Programación: la elección entre los criterios de ejecución en tiempo eficiente, almacenamiento eficiente y/o fácil de modificar.
- La integración y la fase de prueba: ¿Cuánto pruebas y verificación formal debemos realizar sobre un producto antes de lanzarlo a los usuarios?
- Fase de mantenimiento: Dada una extensa lista de mejoras sugeridas, ¿cuáles debemos poner en práctica primero?
- Fase de Salida: Cuando un producto de software se torna obsoleto, ¿debemos reemplazarlo con un nuevo producto, reestructurarlo, o dejarlo como está?

Mg. María Rosa Dos Reis



PRECIO DE SOFTWARE

Existen tres parámetros involucrados en el cálculo del coste total de un proyecto de desarrollo de software:

- Los costos de hardware y software, incluyendo su mantenimiento
- Los costos de viajes y capacitación
- Los costos de esfuerzo (el pago de los ingenieros y desarrolladores, personal de apoyo, instalaciones, otros recursos)

En la relación entre el costo de desarrollo y el precio cobrado al cliente influyen también:

➔ Factores organizacionales, políticos, empresariales y económicos

Mg. María Rosa Dos Reis



PRECIO DE SOFTWARE: OTROS FACTORES

Factores	Descripción
Oportunidad de Mercado	Ingreso a un nuevo segmento del mercado de software
Incertidumbre en la estimación de los costos	Aumenta el precio sobre el beneficio normal para prever desfasajes
Términos contractuales	Negociación en la propiedad del código fuente
Volatilidad en los requerimientos	Si los requisitos son susceptibles de cambiar, una organización puede reducir su precio para ganar un contrato.
Cuestiones Financieras	Es preferible un beneficio menor o punto de equilibrio que ir a la quiebra. El flujo de caja en algunas situaciones es más importante que el beneficio.

Mg. María Rosa Dos Reis

PRODUCTIVIDAD



○

Indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida.

- **Modelo Tradicional Empresa Manufacturera**

Relación entre cantidad de unidades producidas por un sistema productivo y el número de personas-hora dedicadas a producirlas (recursos)

- **Problema:**

¿Cómo medir Productividad en el Desarrollo de Software?



Mg. María Rosa Dos Reis

ESTIMACIÓN DE COSTOS DE SOFTWARE



○

- **Técnicas de estimación de costos de software basadas en la experiencia**
 - La estimación de las necesidades futuras de esfuerzo se basa en la experiencia del gerente en proyectos anteriores y el dominio de aplicación.
- **Modelos algorítmicos para la estimación de costos de software**
 - Se utiliza un enfoque con el cálculo de fórmulas que producen una estimación de costos de software como una función de un número de variables que se consideran los principales factores de costo. El modelo predice el esfuerzo requerido

Mg. María Rosa Dos Reis

TÉCNICAS DE ESTIMACIÓN DE COSTOS

- **Juicio de Expertos:** se consultan varios expertos en las técnicas propuestas y el dominio de aplicación. Es un proceso iterativo.
- **Analogía:** comparación con costos de proyectos similares terminados.
- **Ley de Parkinson:** el trabajo se extiende para llenar el tiempo disponible. El costo se determinará más por los recursos disponibles que por los objetivos logrados.



Mg. María Rosa Dos Reis

TÉCNICAS DE ESTIMACIÓN DE COSTOS

- **Price to win:** el costo se determina en función de lo que el cliente está dispuesto a pagar. No depende de su funcionalidad.
- **Top -Down:** Una estimación global del costo del proyecto se deriva de las propiedades globales del producto de software. El costo total se divide luego entre los diversos componentes.
- **Bottom -Up:** Cada componente del trabajo de software se estima por separado, los resultados se suman para obtener una estimación del costo general.



Mg. María Rosa Dos Reis

TÉCNICAS DE ESTIMACIÓN DE COSTOS: CONSIDERACIONES

- Cada técnica tiene ventajas y desventajas.
- Cada técnica utiliza diferente información del proyecto y del equipo de desarrollo.



- Utilizar más de una técnica y comparar resultados:
 - ↳ Si no se asemejan, hay información insuficiente del producto o del proceso de desarrollo.
- Buscar más información, re-estimar hasta converger

Mg. María Rosa Dos Reis

TÉCNICAS DE ESTIMACIÓN DE COSTOS: CONSIDERACIONES

- Estas técnicas son aplicables cuando existe un documento de requerimientos del sistema.
- Muchos proyectos son estimados con requerimientos de usuarios incompletos.
- Si los requerimientos son costosos y los gestores necesitan una estimación inicial se deben desarrollar requisitos más detallados o un prototipo del sistema.



Estrategia a utilizar: **price to win** y renegociación de requerimientos luego de conseguir el contrato.
Los requerimientos adicionales pueden ser parte de un futuro presupuesto.

Mg. María Rosa Dos Reis

TÉCNICAS DE ESTIMACIÓN DE COSTOS: MODELOS ALGORÍTMICOS

- Su forma más general utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Esfuerzo} = A \times \text{Tamaño}^B \times M$$

- **A** es un factor constante, depende de las prácticas organizacionales y del tipo de estimación.
- **Tamaño** es una valoración del tamaño del código de software o una estimación de la funcionalidad expresada en puntos de función o puntos objeto.
- **B** es un componente exponencial asociado al tamaño, se encuentre entre 1 y 1.5
- **M** es un multiplicador generado al combinar diferentes procesos, atributos del producto y del desarrollo, como la dependencia de requerimientos de software y la experiencia del equipo de desarrollo.

Mg. María Rosa Dos Reis

TÉCNICAS DE ESTIMACIÓN DE COSTOS: MODELOS ALGORÍTMICOS: CONSIDERACIONES

- Dificultad para estimar el tamaño en etapas tempranas del proyecto.
- Subjetividad en las estimaciones de B y M.
- La métrica básica en muchos algoritmos de estimación de costos es el número de líneas de código fuente del sistema terminado.
- La estimación puede incluir: comparación por analogía, convertir puntos de función o puntos objeto al tamaño del código, uso de un componente de referencia para estimar el tamaño de los componentes, etc.
- Crear un rango de estimaciones (la mejor, la esperada y la peor).

Mg. María Rosa Dos Reis

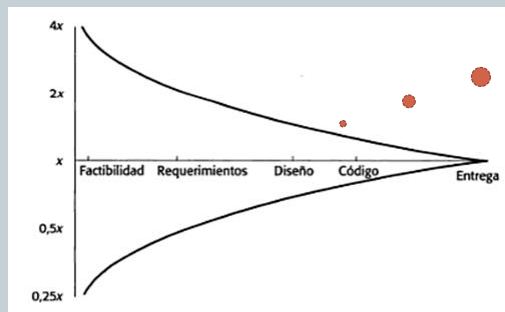
TÉCNICAS DE ESTIMACIÓN DE COSTOS: MODELOS ALGORÍTMICOS: CONSIDERACIONES

- La precisión de la estimación depende de la cantidad de información disponible.
- El tamaño de un sistema de software sólo se puede saber con exactitud cuando esté terminado. A medida que avanza el proceso de desarrollo, la estimación del tamaño se hace más precisa.
- Hay varios factores que influyen en el tamaño final: el uso de componentes; el lenguaje de programación; la distribución de sistema.

Mg. María Rosa Dos Reis

TÉCNICAS DE ESTIMACIÓN DE COSTOS: MODELOS ALGORÍTMICOS: CONSIDERACIONES

- Estimación de costos vs. Fase de desarrollo



Reducción de
Incertidumbre

Fuente: Ingeniería del Software, séptima edición, pág 571

Mg. María Rosa Dos Reis

Modelo COCOMO (COConstructive COst MOdel)



- COCOMO es un modelo empírico desarrollado por el Dr. Barry Boehm, que se obtuvo recopilando datos de varios proyectos grandes.
- Está bien documentado, es de dominio público y lo apoyan las herramientas comerciales.
- Amplia tradición desde su versión inicial publicada en 1981 (COCOMO-81).
- COCOMO 2 tiene en cuenta los diferentes enfoques de desarrollo software, reutilización, etc.

Mg. María Rosa Dos Reis

Modelo COCOMO I



Boehm propone tres niveles del modelo: básico, intermedio y detallado.

- El modelo COCOMO'81 básico es un modelo de un solo valor, estático que calcula el esfuerzo de desarrollo de software (y el coste) como una función del tamaño del programa expresada en miles de instrucciones de código fuente entregado (KDSI).
- El modelo COCOMO'81 intermedio calcula el esfuerzo de desarrollo de software en función del tamaño del programa y de un conjunto de quince "factores de costo" que incluyen la evaluación subjetiva del producto, hardware, personal y atributos del proyecto.
- El modelo COCOMO'81 avanzado o detallado, incorpora todas las características de la versión intermedia con una evaluación del impacto del factor de costo en cada fase (análisis, diseño, etc.) del proceso de ingeniería de software.

Mg. María Rosa Dos Reis

Modelo COCOMO I

- Los modelos COCOMO'81 dependen de dos ecuaciones principales:

$$\text{Esfuerzo de Desarrollo: } MM = a * KDSI^b$$

MM: hombres- mes / personas- mes / staff-mes, es un mes de esfuerzo hecho por una persona.

- En COCOMO'81 hay 152 horas por persona-mes. De acuerdo a la organización este valor puede diferir entre un 10% y un 20%.

$$\text{Esfuerzo y Tiempo de Desarrollo: } TDEV = 2,5 * MM^c$$

Los coeficientes **a**, **b** y **c** dependen del modo de desarrollo del modelo.

Mg. María Rosa Dos Reis

Modelo COCOMO I Básico

- Hay tres modos de desarrollo de acuerdo a la complejidad del proyecto:

$$MM = a * KDSI^b$$

$$TDEV = 2.5 * MM^c$$

Basic COCOMO	a	b	c
Organic	2.4	1.05	0.38
Semi-detached	3.0	1.12	0.35
Embedded	3.6	1.20	0.32

COCOMO I Básico: Ecuaciones y Parámetros

Mg. María Rosa Dos Reis

Modelo COCOMO I Intermedio

$$MM = a * KDSI^b$$

$$TDEV = 2.5 * MM^c$$

$$MM_{Korr} = EAF * MM_{nominal}$$

Intermediate COCOMO	a	b	c
Organic	3.2	1.05	0.38
Semi-detached	3.0	1.12	0.35
Embedded	2.8	1.20	0.32

COCOMO I Intermedio: Ecuaciones y Parámetros

EAF (Effort Adjustment Factor): Calculado en función de quince factores de costo que son calificados en una escala de "muy bajo" a "muy alto" para calcular el multiplicador de esfuerzo específico.

Mg. María Rosa Dos Reis

Modelo COCOMO I Avanzado

Cost Driver	Rating	RPD	DD	CUT	IT
ACAP	Very Low	1.80	1.35	1.35	1.50
	Low	0.85	0.85	0.85	1.20
	Nominal	1.00	1.00	1.00	1.00
	High	0.75	0.90	0.90	0.85
	Very High	0.55	0.75	0.75	0.70

COCOMO I Avanzado: Ecuaciones y Parámetros

El modelo Avanzado aplica el Modelo intermedio a nivel de componentes, y a continuación, se utiliza un enfoque de fases para consolidar la estimación. Las cuatro fases utilizadas son:

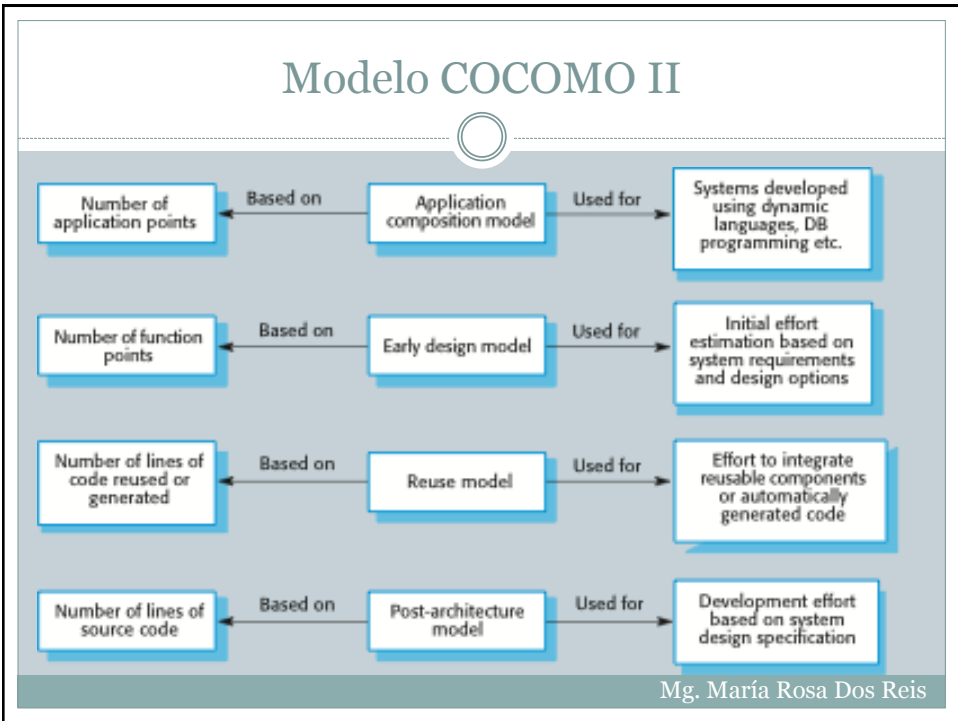
- Planeamiento de Requisitos y Diseño del Producto (RPD)
- Diseño detallado (DD)
- Código y Unidad de Testeo (CUT)
- Integración y Testeo (IT).
- Cada factor de costo se descompone por fases.

Mg. María Rosa Dos Reis

Modelo COCOMO II

- COCOMO 2 incorpora un rango de sub-modelos que producen estimaciones detalladas en forma incremental.
- Los sub-modelos en COCOMO 2 son:
 - **Modelo de Composición de Aplicaciones:** este presume que el sistema es creado mediante componentes reutilizables, scripts y programación de base de datos. Fue diseñado para hacer estimaciones en el desarrollo de prototipos
 - **Modelo de Diseño Inicial:** Usado cuando los requerimientos están disponibles pero el diseño aún no ha comenzado. Las estimaciones están basadas en puntos de función, los cuales se convierten a números de líneas de código.
 - **Modelo de Reutilización:** se utiliza para calcular el esfuerzo requerido para integrar componentes reutilizables y/o código que es generado automáticamente por herramientas de diseño o programas de traducción. Normalmente es utilizado junto con el nivel de post-arquitectura.
 - **Modelo Post-arquitectura:** Usado una vez que la arquitectura del sistema ha sido diseñada y hay mayor cantidad de información disponible.

Mg. María Rosa Dos Reis



ACTIVIDAD



- Dividirse en grupos
- Investigar los factores de costo que inciden en cada tipo de modelo.
- ¿Cuál es el efecto de estos factores de costo en la estimación del esfuerzo?
- Exposición grupal y entrega trabajo escrito día 17/09

Mg. María Rosa Dos Reis

BIBLIOGRAFÍA

- Böem, B.W.: *Software Engineering Economics*, Prentice Hal. 1981
<http://csse.usc.edu/csse/TECHRPTS/1984/usccse84-500/usccse84-500.pdf>
- Glinz, M. and Mukhija, A. : *COCOMO*. Seminar on Software Cost Estimation. WS 2002 / 2003.
https://files.ifl.uzh.ch/serg/arvo/courses/seminar_ws02/reports/Seminar_4.pdf
- Sommerville, I.: *Ingeniería del Software*. Séptima edición. Pearson Educación, S.A., Madrid, 2005. Capítulo 26.
Sitio Web: <http://www.software-engin.com>
- Tucker, I. B.: *Fundamentos de Economía*. Tercera Edición. Cengage Learning Editores. Pág. 6

Mg. María Rosa Dos Reis