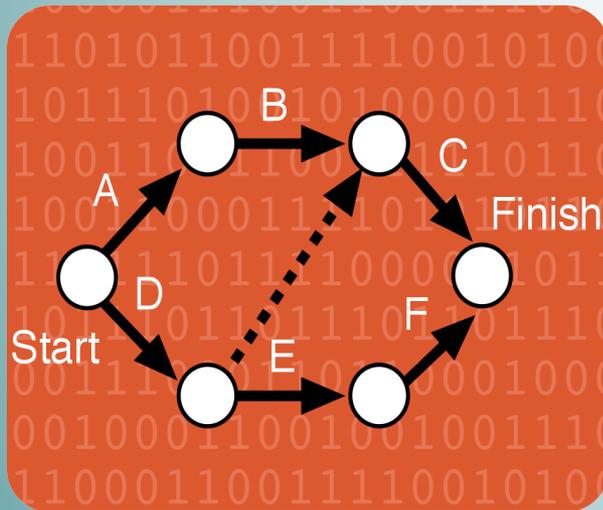


Gestión de Proyectos Software

Tema 4. Costes



Carlos Blanco Bueno
Félix Óscar García Rubio

Este tema se publica bajo Licencia:
[Creative Commons BY-NC-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



Objetivos

- Conocer los aspectos principales que se deben tener en cuenta al planificar los costes en un proyecto
- Dar una visión general de la gestión de costes en proyectos software mediante estimación

Contenidos

- La Gestión de Costes en PMBOK
 - Estimación de Costes
 - Preparación del Presupuesto de Costes
 - Control de Costes
- Introducción a la estimación del software.
 - Etapas.
 - Técnicas para estimación del software.

Bibliografía

- PMI. Guía de Los Fundamentos de La Dirección De Proyectos: Guía del PMBOK (Project Management Body of Knowledge). Quinta Edición. Project Management Institute (PMI), 2013.
- McConnell, S. Desarrollo y Gestión de Proyectos Informáticos. McGraw-Hill, Interamericana. España 1997

Gestión de Costes

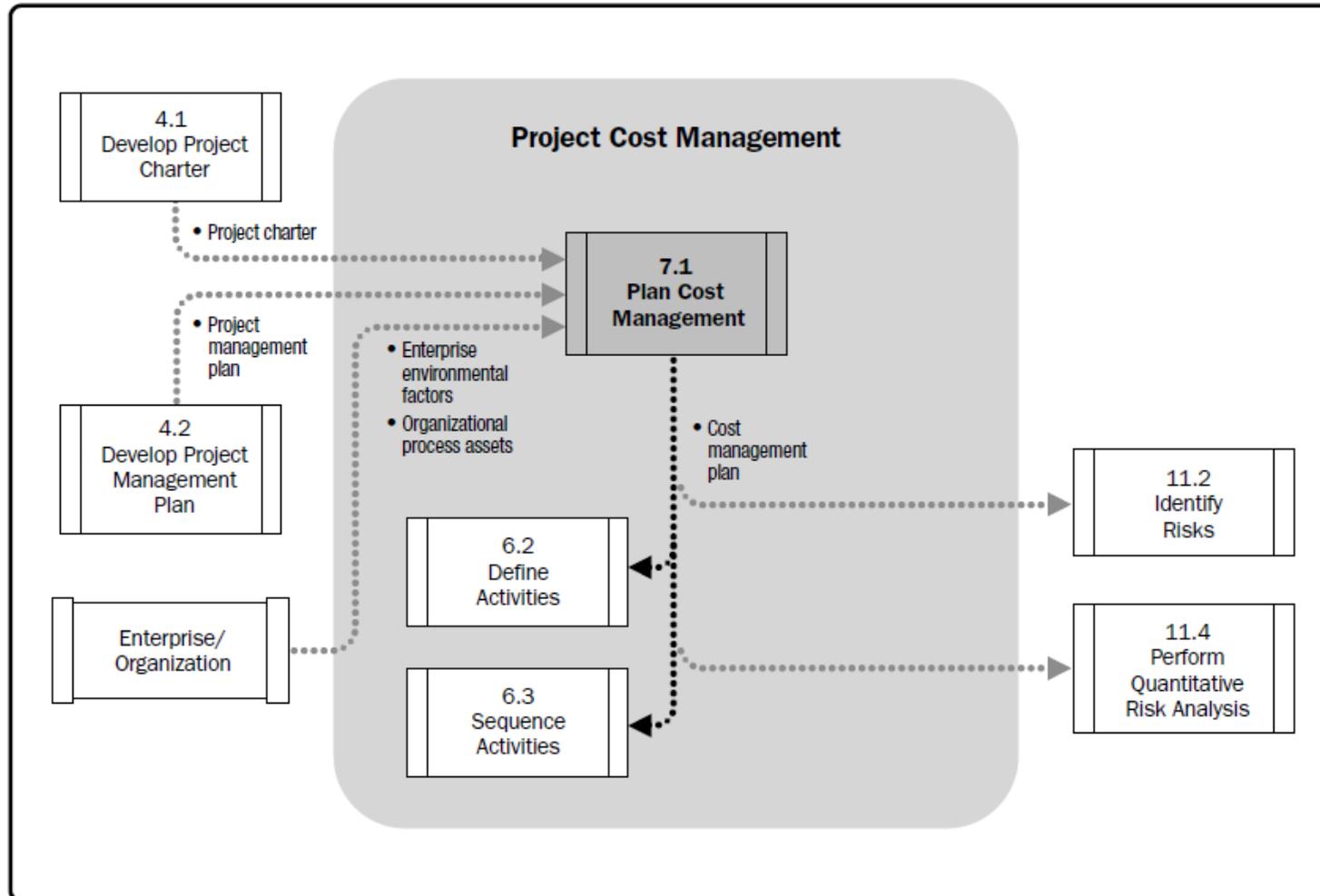
Mapa

PMBOK 2013		Contenidos del Módulo C=conceptos, T=técnicas y herramientas, S=salidas, N =normas y estándares
Grupo	Proceso	
Planificación	Planificar los Costes	S: Plan de Gestión de Costes
	Estimación de Costes	T: Estimación por Analogía (top-down) T: Estimación Bottom-up T: Estimación 3 Valores T: Modelos paramétricos
	Determinar el Presupuesto	S: Línea Base de Costes
Seguimiento y Control	Control de Costes	T: Estimación de costes a la conclusión T: Técnica de Valor Ganado T: Índice de Rendimiento de Trabajo por Completar

Planificar los costes

Plan de Gestión de Costes

- Unidades de Medida y nivel de precisión
- Valores límite de desviación
- Puntos de la EDT donde se controlarán costes
- Fórmulas de Valor Ganado a usar



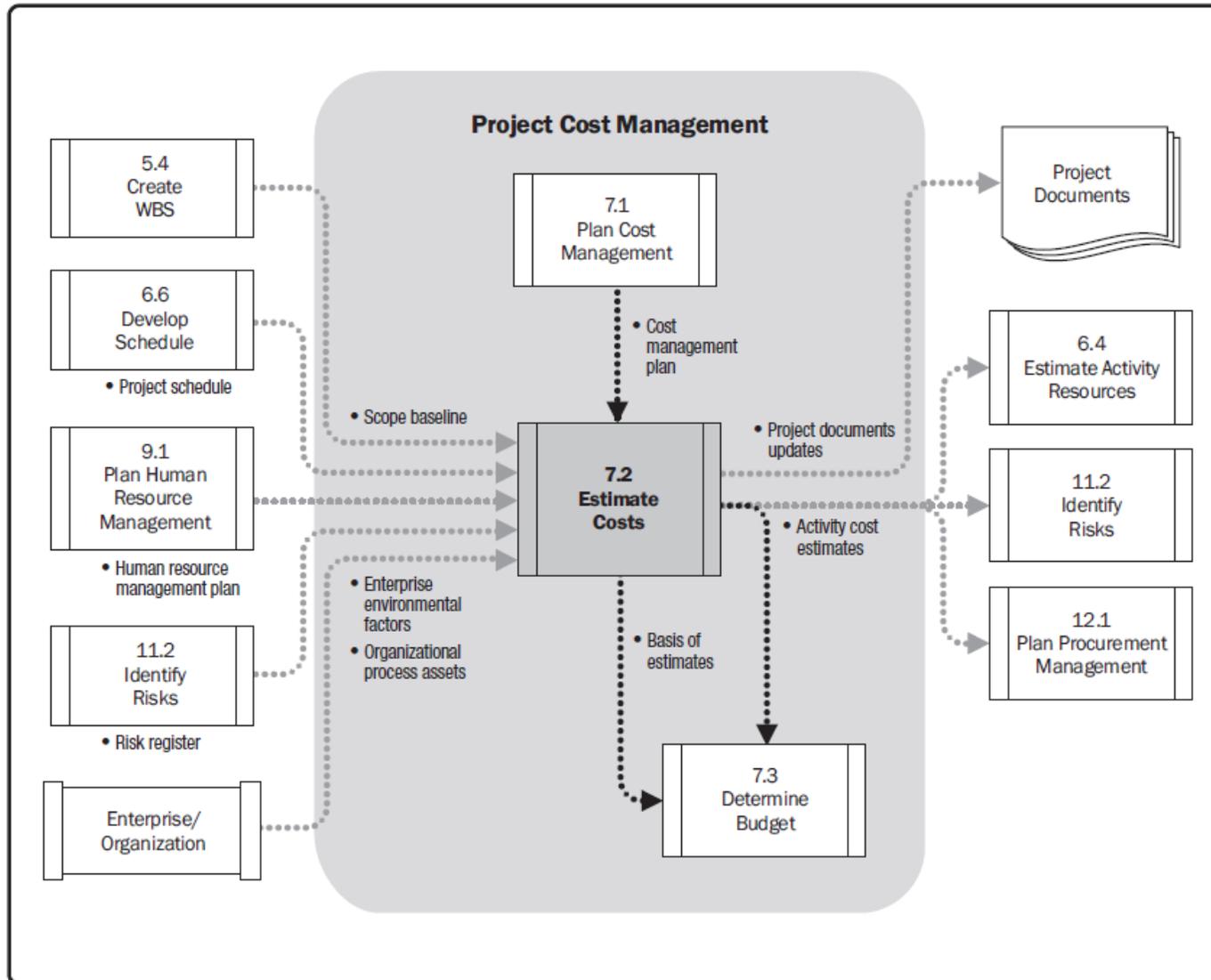
Gestión de Costes

Mapa

PMBOK 2013		Contenidos del Módulo C=conceptos, T=técnicas y herramientas, S=salidas, N =normas y estándares
Grupo	Proceso	
Planificación	Planificar los Costes	S: Plan de Gestión de Costes
	Estimación de Costes	T: Estimación por Analogía (top-down) T: Estimación Bottom-up T: Estimación 3 Valores T: Modelos paramétricos
	Determinar el Presupuesto	S: Línea Base de Costes
Seguimiento y Control	Control de Costes	T: Estimación de costes a la conclusión T: Técnica de Valor Ganado T: Índice de Rendimiento de Trabajo por Completar

Estimar los Costes

Visión General



Estimar los Costes

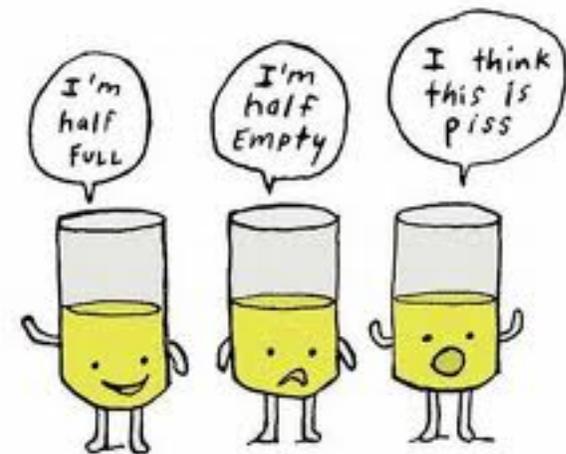
Técnicas

- Estimación de costes por **Analogía**
 - Se calcula el coste actual de un proyecto a partir del coste de otro similar.
 - Suele emplearse cuando no se dispone de información suficientemente detallada del proyecto.
 - Utiliza información histórica y juicio de expertos.
 - Es menos fiable que otras técnicas.
- Son necesarias dos condiciones:
 - Los proyectos previos deben ser similares de verdad y no en apariencia.
 - Las personas que realizan la estimación deben ser experimentados.



Estimar los Costes Técnicas

- Estimación de costes **Ascendente** (**Bottom-up**):
 - Se estima el coste de paquetes de trabajo individuales, para a continuación, mediante agregación estimar el total del proyecto.
 - A menor tamaño de los paquetes de trabajo, mayor dificultad de la estimación pero también se obtiene una mayor exactitud.
- Estimación por **3 Valores** (como en PERT)
 - Más probable, Optimista, Pesimista



Estimar los Costes

Técnicas

- **Modelos Paramétricos**

- Utilizan ciertas características del proyecto (**parámetros**) para predecir los costes mediante un **modelo matemático**.
- Dependiendo de la naturaleza del proyecto, el modelo matemático será:
 - Sencillo: coste de una vivienda nueva = superficie en m² x 1000 euros/m²
 - Complejo: los modelos de estimación del software pueden utilizar docenas de factores y parámetros diferentes (ejemplo: COCOMO).
- La dificultad y exactitud de los modelos paramétricos son muy variadas. Son mas *fiabes* cuando:
 - La información histórica utilizada para desarrollar el modelo es exacta,
 - Los parámetros utilizados son cuantificables sin dificultad,
 - El modelo es escalable (funciona para proyectos de diferentes tamaños y/o complejidades).

Estimar los Costes Técnicas

- Otras técnicas:
 - Análisis de Reserva
 - Reservas para contingencias para riesgos
 - Costes de la Calidad
 - Software de estimación de costos
 - Análisis de Propuestas para Licitaciones
 - Análisis de cuánto debe costar el proyecto en base a las propuestas de proveedores calificados.
 - Se usa en los casos en los que los proyectos se otorgan mediante procesos competitivos

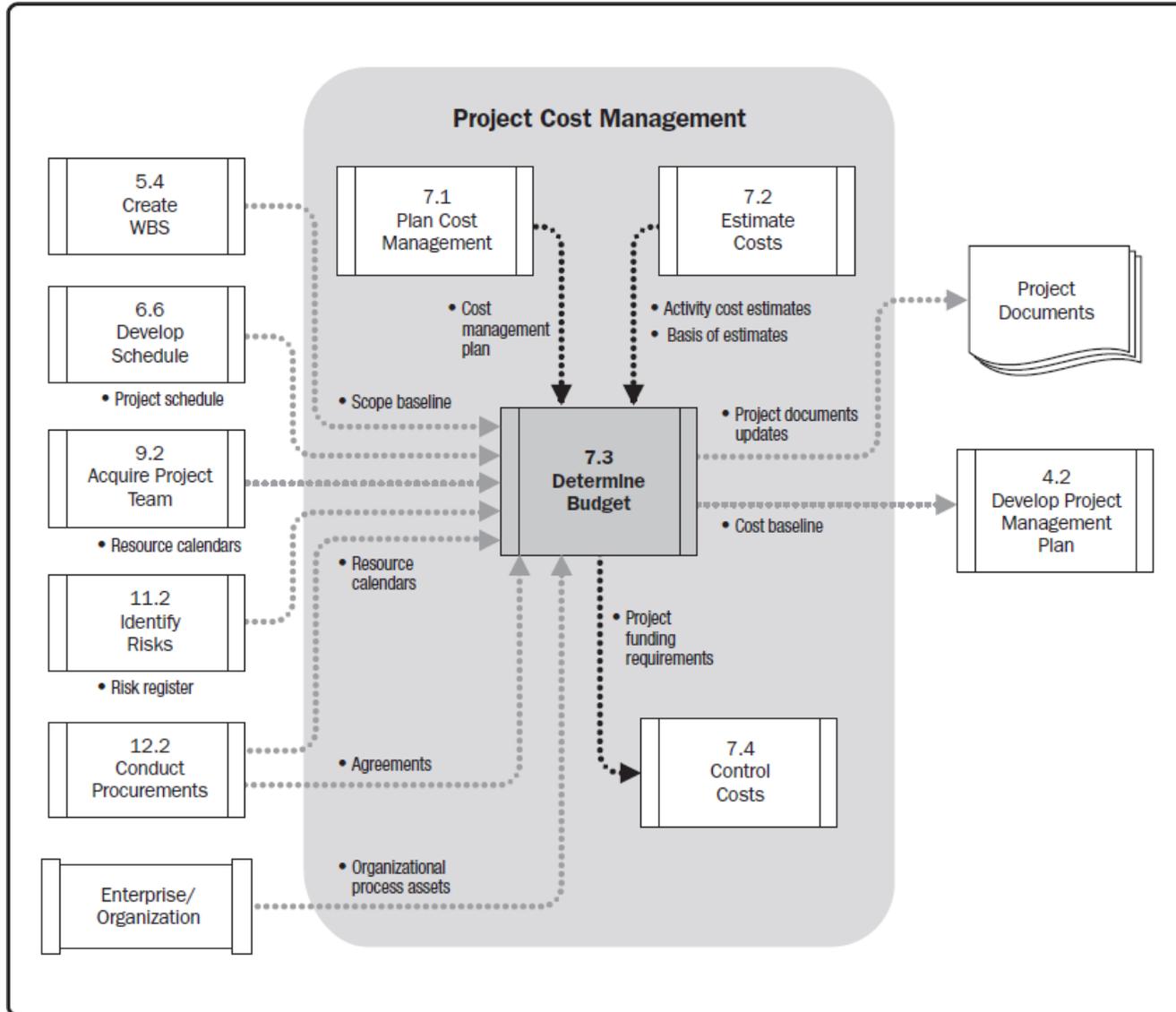
Gestión de Costes

Mapa

PMBOK 2013		Contenidos del Módulo C=conceptos, T=técnicas y herramientas, S=salidas, N =normas y estándares
Grupo	Proceso	
Planificación	Planificar los Costes	S: Plan de Gestión de Costes
	Estimación de Costes	T: Estimación por Analogía (top-down) T: Estimación Bottom-up T: Estimación 3 Valores T: Modelos paramétricos
	Determinar el Presupuesto	S: Línea Base de Costes
Seguimiento y Control	Control de Costes	T: Estimación de costes a la conclusión T: Técnica de Valor Ganado T: Índice de Rendimiento de Trabajo por Completar

Determinar el Presupuesto

Visión General



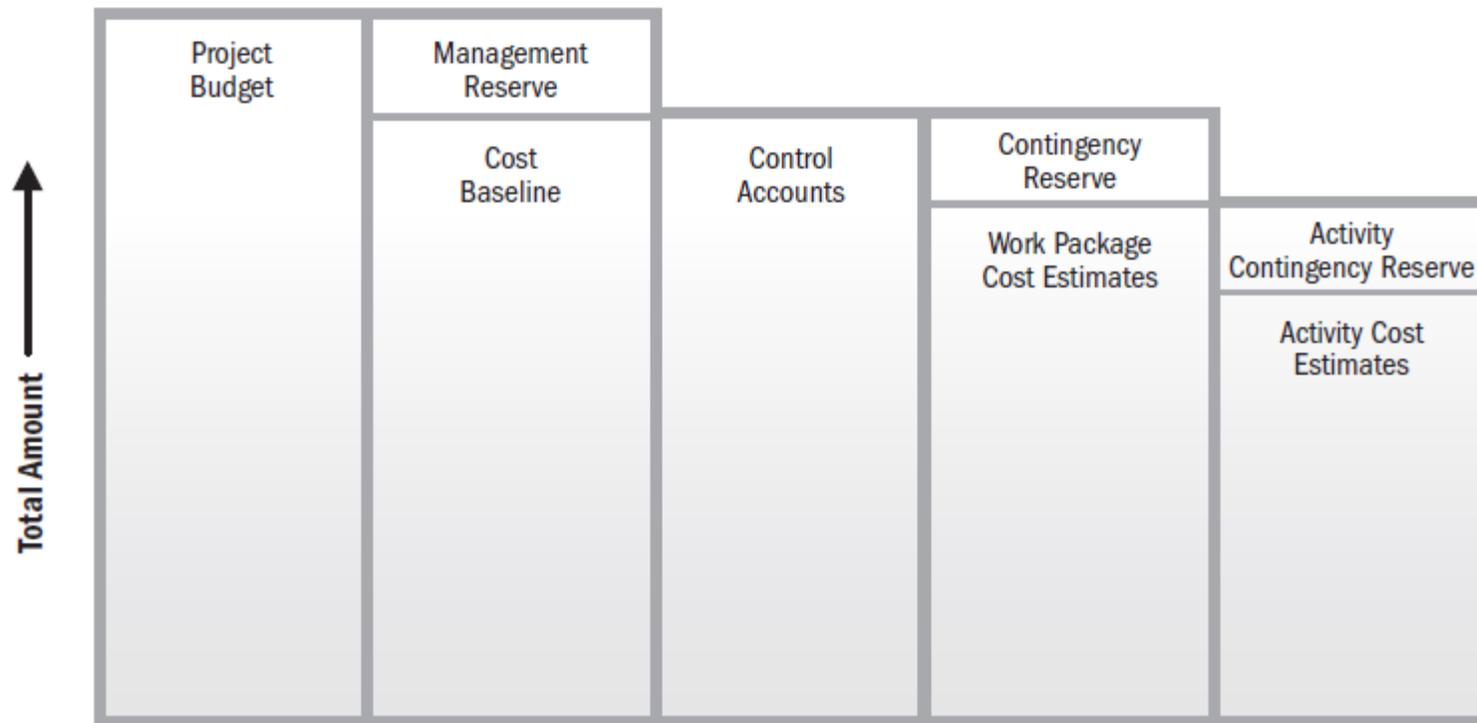
Determinar el Presupuesto

- Representa el reparto del presupuesto a lo largo del tiempo de duración del proyecto.
 - Sirve para medir y supervisar la evolución de los costes a lo largo de la realización del proyecto.
- Se calcula con:
 - los datos de estimación de costes de todos los paquetes de trabajo
 - el WBS/DFT
 - el calendario del proyecto (con las fechas de inicio y fin de todas las actividades)
- Permite resumir gráficamente los costes estimados en cada periodo.
- Se puede construir una línea base de costes para cada categoría de costes (personal, servicios, etc.) o para un recurso individual.



Determinar el Presupuesto

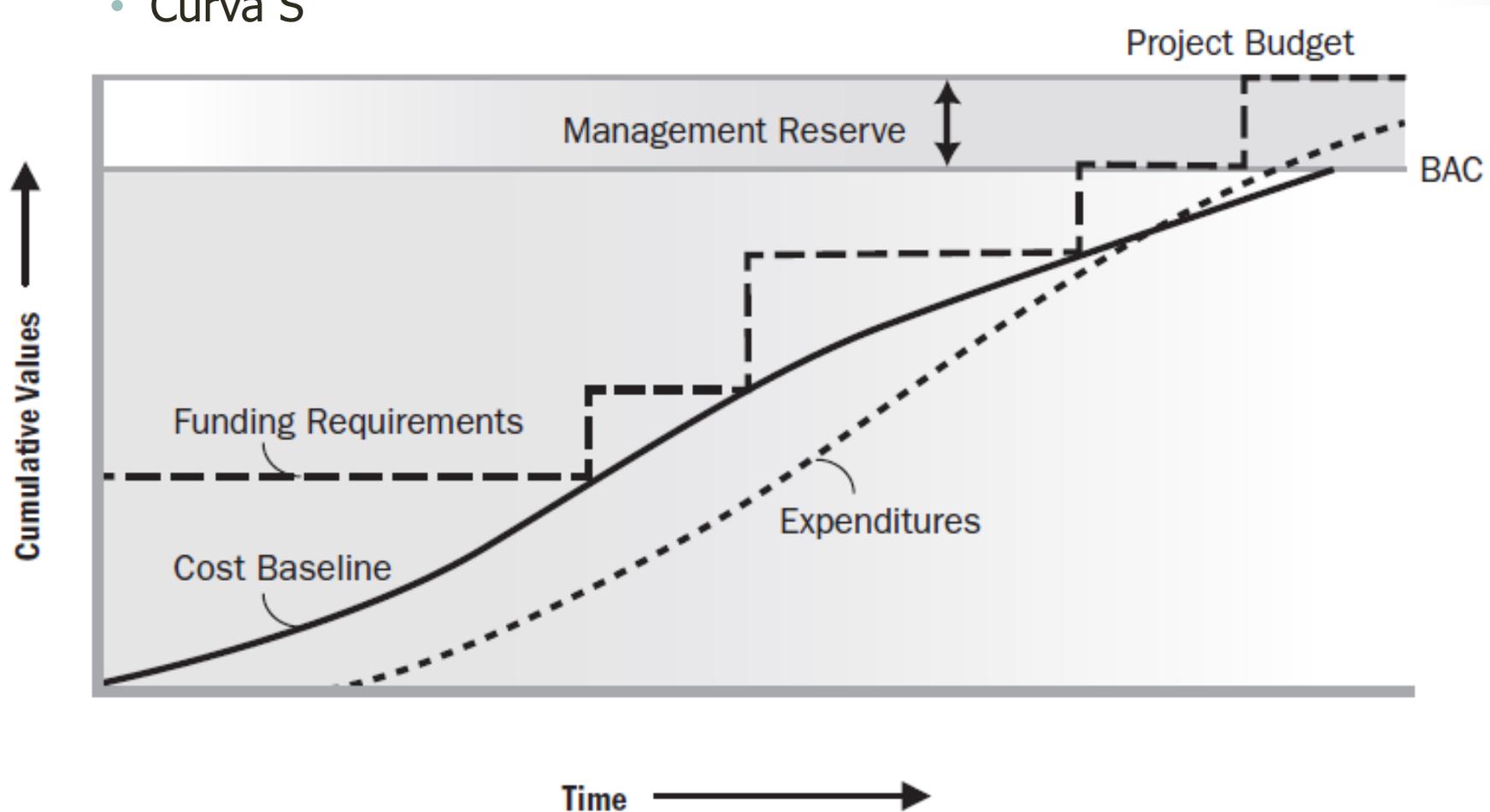
- Componentes del Presupuesto del Proyecto



*acumulativo hacia la izquierda

Determinar el Presupuesto

- Línea Base de Costes
 - Curva S

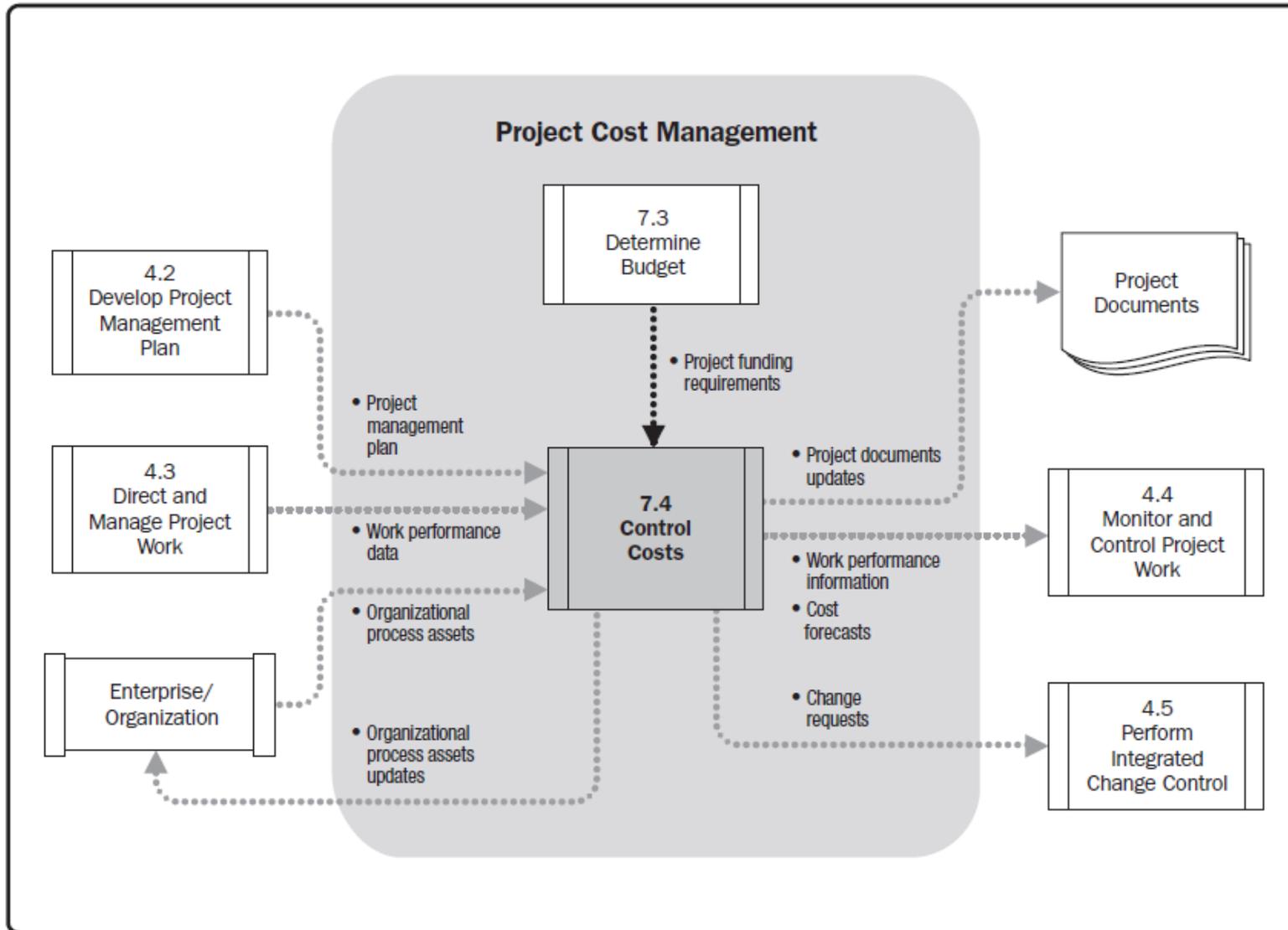


Gestión de Costes

Mapa

PMBOK 2013		Contenidos del Módulo C=conceptos, T=técnicas y herramientas, S=salidas, N =normas y estándares
Grupo	Proceso	
Planificación	Planificar los Costes	S: Plan de Gestión de Costes
	Estimación de Costes	T: Estimación por Analogía (top-down) T: Estimación Bottom-up T: Estimación 3 Valores T: Modelos paramétricos
	Determinar el Presupuesto	S: Línea Base de Costes
Seguimiento y Control	Control de Costes	T: Estimación de costes a la conclusión T: Técnica de Valor Ganado T: Índice de Rendimiento de Trabajo por Completar

Controlar los Costes



Controlar los Costes

- Influir sobre los factores que producen cambios en la línea base de coste
- Asegurarse de que los cambios solicitados sean acordados
- Gestionar los cambios reales cuando y a medida que se produzcan
- Asegurar que los posibles sobrecostes no excedan la financiación autorizada periódica y total para el proyecto
- Realizar el seguimiento del rendimiento del coste para detectar y entender las variaciones con respecto a la línea base de coste
- Registrar todos los cambios pertinentes con precisión en la línea base de coste
- Evitar que se incluyan cambios no aprobados en informes sobre costos o uso de recursos
- Informar a los interesados sobre los cambios aprobados
- Actuar para mantener los sobrecostes esperados dentro de límites aceptables.

Controlar los Costes

- **Estimación de Costes a la Conclusión**

- Son previsiones de los costes totales del proyecto basados en los gastos realizados hasta la fecha.

- Existen tres tipos de cálculos:

- $EAC = CA + PRP * FC,$

Siendo,

- CA los costes actuales (hasta la fecha),
- PRP el presupuesto restante del proyecto,
- FC un factor de corrección para tener en cuenta las desviaciones producidas hasta el momento (relación entre los gastos actuales y los planificados hasta la fecha).

- $EAC = CA + NEP,$

Siendo NEP una nueva estimación realizada para todo el trabajo pendiente.

- $EAC = CA + PRP$

Controlar los Costes

- Técnica del Valor Ganado (**Earned Value Technique**)
 - Estándar definido por IEEE y PMI para realizar el seguimiento de un proyecto software
 - Mide el rendimiento del proyecto contra la línea base
 - Se basa en comparar lo planificado con los resultados reales (lo realmente terminado)
 - Los resultados indican desviaciones potenciales en el costo y en el cronograma

Controlar los Costes

- Concepto de valor ganado. Ejemplo
 - Se ha presupuestado la actualización de 5 ordenadores a razón de 100 horas por computador.
 - A final de 1 mes se han realizado 3 actualizaciones y se han gastado 400 horas.
- Analizando los datos
 - Presupuesto = 500 horas
 - Real = 400 horas
 - Variación = 100 horas

Parecería que vamos bien, ya que nos sobran 100 horas

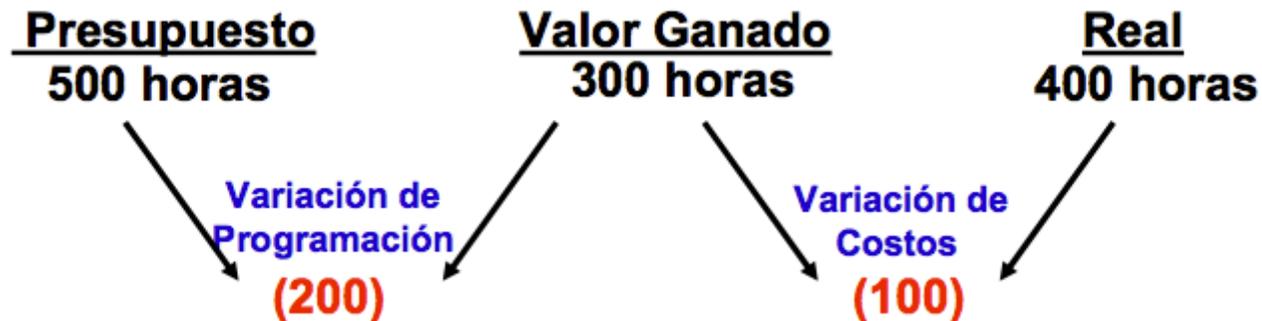
Pero:

- ¿es este realmente el estado del trabajo?
- ¿cuánto trabajo se ha realizado realmente?



Controlar los Costes

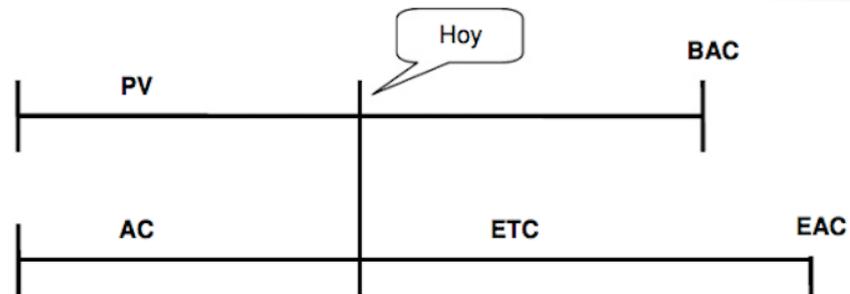
- Concepto de valor ganado. Ejemplo
 - **Valor ganado** (lo que obtuvimos por lo que gastamos)
= 300 horas (3 * 100 horas)



Ayayay!!!!
Yo mejor averiguo que está pasando.
Se han trabajado **200** horas más para
ponerse al día y además se han gastado
100 horas por encima del presupuesto.

Controlar los Costes

- Técnica del Valor Ganado



Acrónimo	Término	Interpretación (al día de hoy...)
PV	Valor planificado (Planned Value)	¿Cuál es el valor estimado de los trabajos previstos por hacer?
EV	Valor ganado (Earned Value)	¿Cuál es el valor estimado de los trabajos realmente realizados?
AC	Costo Real (Actual Cost)	¿Cuál es el costo real incurrido para el trabajo realmente realizado?
BAC	Presupuesto hasta la conclusión (Budget At Completion)	¿Cuánto se presupuestó para el esfuerzo total del proyecto?
EAC	Estimación a la conclusión (Estimate At Completion)	¿Cuánto es lo que actualmente se espera que cueste el proyecto total?
ETC	Estimación hasta la conclusión (Estimate To Complete)	A partir de este punto, ¿Cuánto más se espera que cueste para terminar el proyecto?
VAC	Variación a la conclusión (Variance At Completion)	¿Cuánto por encima o por debajo del presupuesto se espera estar al final del proyecto?

Controlar los Costes

- Técnica del Valor Ganado (**Earned Value Technique**)
 - 3 Dimensiones Clave:
 - **Valor Planificado (PV)**, presupuesto hasta la conclusión (BAC)
 - **Valor Ganado (EV)**, valor del trabajo completado
 - **Coste Real (AC)**, coste incurrido realmente registrado durante la ejecución
 - Se supervisan las siguientes variaciones respecto a la línea base:
 - **Variación del Cronograma (SV)**
 - **$SV = EV - PV$**
 - **Índice de Rendimiento del Cronograma (SV)**
 - **$SPI = EV / PV$, >1 más trabajo previsto**
 - **Variación del Coste (CV)**
 - **$CV = EV - AC$**
 - **Índice de Rendimiento de Coste (CV)**
 - **$CPI = EV / AC$. >1 costo inferior respecto a rendimiento hasta la fecha**

Controlar los Costes

- Técnica del Valor Ganado (**Earned Value Technique**)

	SPI < 1	SPI > 1
CPI > 1	Por debajo Presupuesto Por debajo Calendario Gasta más para avanzar	Óptimo Por debajo Presupuesto y Calendario
CPI < 1	Peor Caso Por encima Presupuesto y Calendario Replanificar alcance?	Por encima Presupuesto Por debajo Calendario Reduce ritmo para ahorrar dinero

Controlar los Costes

- **Técnica del Valor Ganado** Ejemplo:

- Presupuesto (PV)

	Sem 0	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Total
Tarea 0		100				100
Tarea 1		500	500			1000
Tarea 2			1000	1500		2500
Tarea 3				1500	900	2400
Proyecto	0	600	1500	3000	900	6000

- Control de avance

% Completado (3ª Semana)

$$\text{Valor Ganado} = 0,2 * 100 = 20$$

	Sem 0	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Total
Tarea 0	20%	80%				100%
Tarea 1		40%	40%	20%		100%
Tarea 2			40%	50%		90%
Tarea 3				50%		50%

Controlar los Costes

- **Técnica del Valor Ganado** Ejemplo:

Tabla de valor ganado (EV)
(obtenida con las dos tablas anteriores)

Estamos al finalizar
la semana 3

	Sem 0	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Total
Tarea 0	20	80	0	0	0	100
Tarea 1	0	400	400	200	0	1000
Tarea 2	0	0	1000	1250	0	2250
Tarea 3	0	0	0	1200	0	1200
Proyecto	20	480	1400	2650	0	4550

$$\text{SPI} = \text{EV} / \text{PV}$$
$$= 4550 / 5100 = 0,892$$

El valor planificado (PV)
lo obtenemos de la tabla anterior

SPI < 1, estamos atrasados en calendario

Controlar los Costes

- **Técnica del Valor Ganado** Ejemplo:

Estamos al finalizar la semana 3

Tabla de Costes Reales incurridos (AC)

	Sem 0	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Total
Tarea 0	20	80	0	0		100
Tarea 1	0	350	400	150		900
Tarea 2	0	0	950	1000		1950
Tarea 3	0	0	0	1300		1300
Proyecto	20	430	1350	2450	0	4250

$$\text{CPI} = \text{EV} / \text{AC}$$
$$= 4550 / 4250 = 1,07$$

El valor ganado (EV)
lo obtenemos de la tabla anterior

CPI > 1, estamos bien en presupuesto

Controlar los Costes

- **Técnica del Valor Ganado** Ejemplo:

Acumulativo
Global

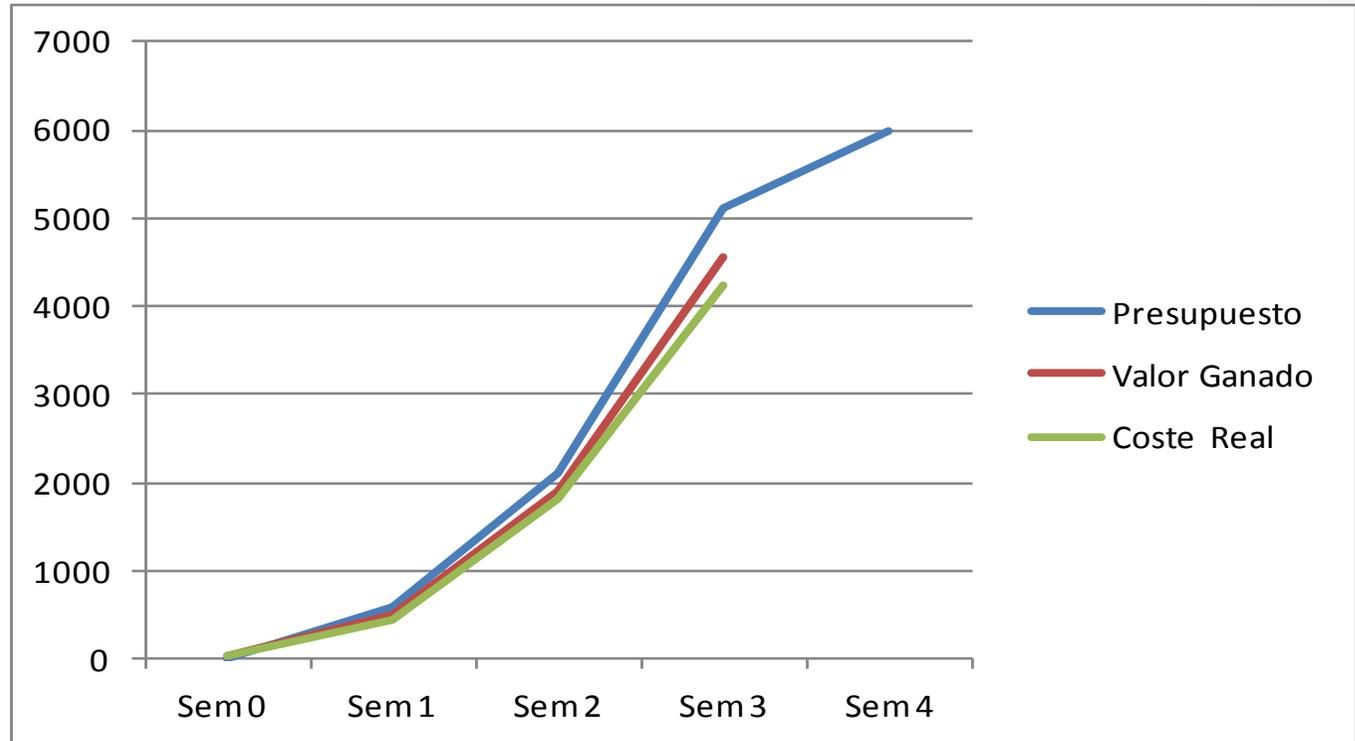
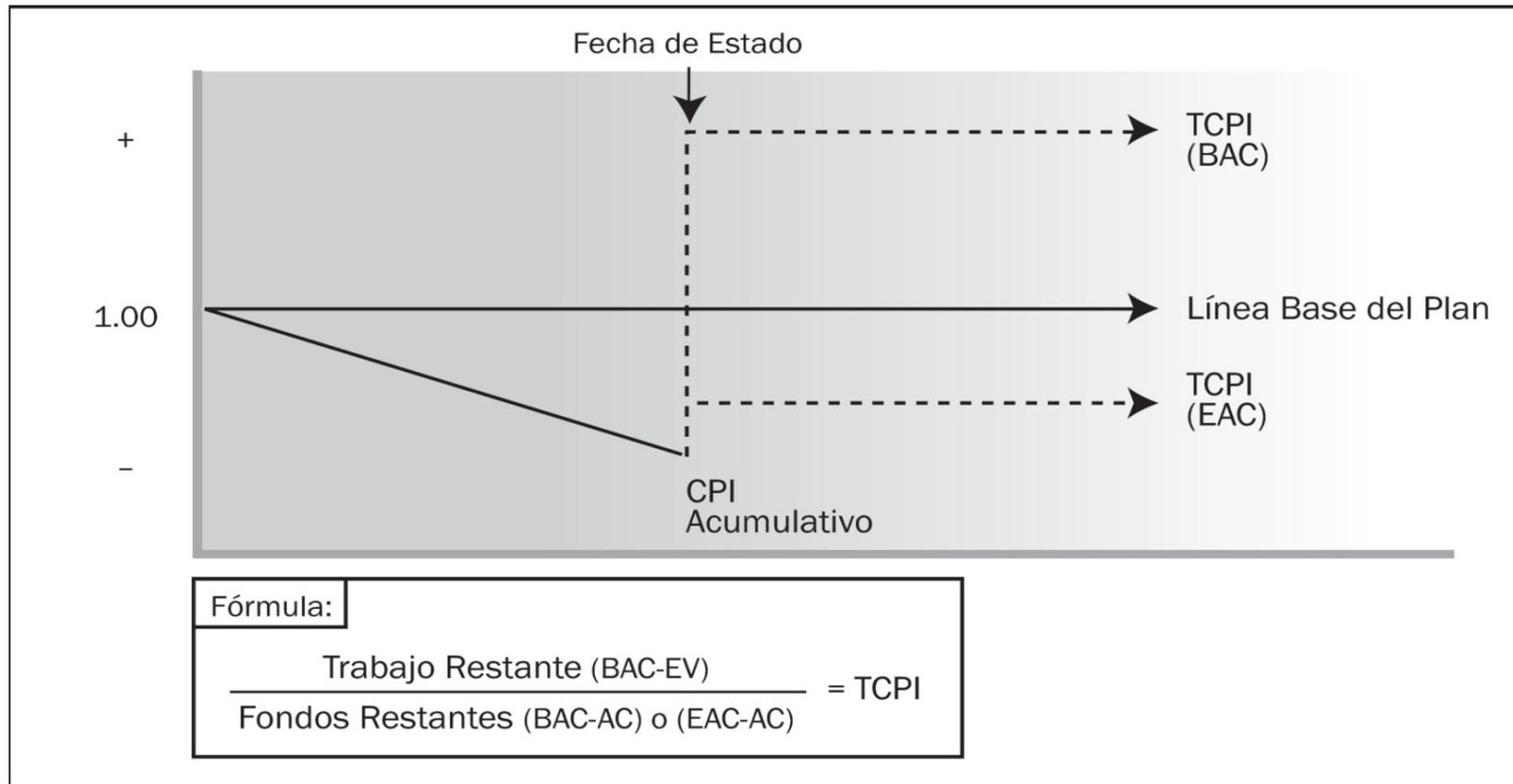


Tabla de
acumulados

	Sem 0	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
Presupuesto	0	600	2100	5100	6000
Valor Ganado	20	500	1900	4550	
Coste Real	20	450	1800	4250	

Controlar los Costes

- **Índice de Rendimiento del Trabajo por Completar**



Ejemplo

$$\begin{aligned} \text{TCPI} &= \text{BAC} - \text{EV} / \text{BAC} - \text{AC} \\ &= 6000 - 4550 / 6000 - 4250 = 0,828 \end{aligned}$$

En Proyectos Software

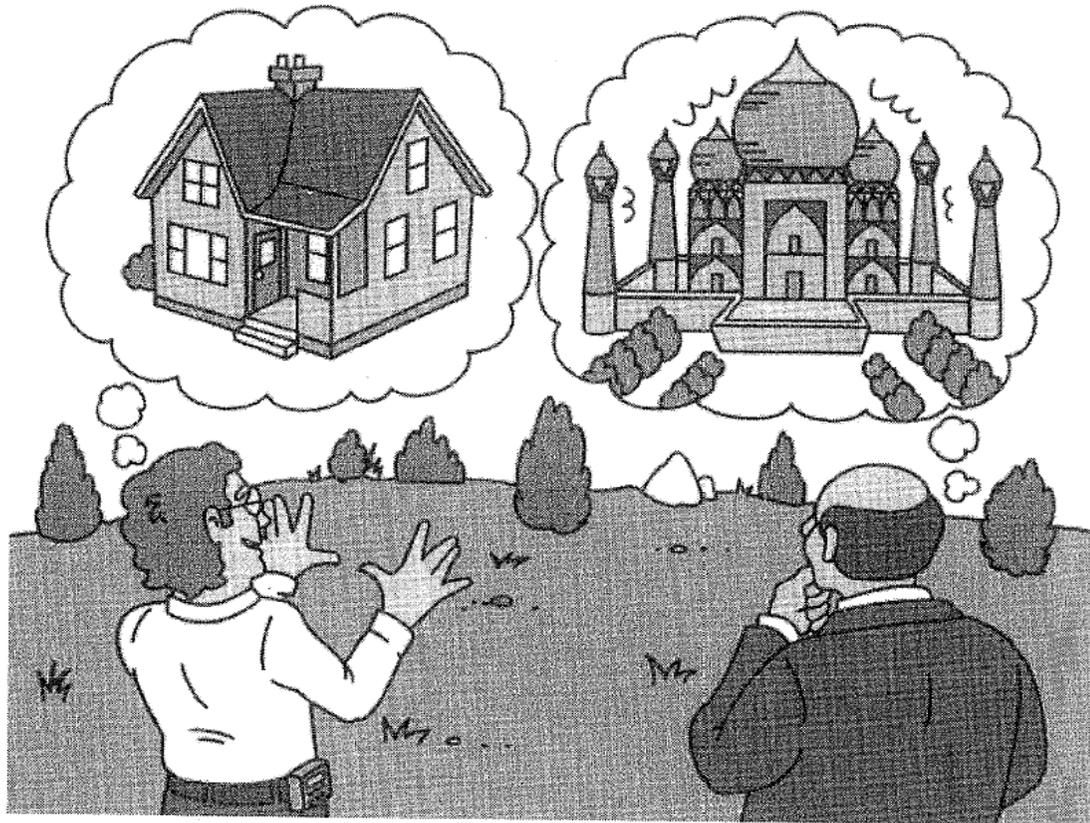


```
graph TD; A[En Proyectos Software] --> B[Estimación]
```

Estimación

Estimación del Software

- Estimación vs Medición
- La naturaleza de la estimación Software



«¿Un año para construir una casa aquí? No hay ningún problema.»

«Bien. Vamos a empezar. Me corre prisa.»

Estimación del Software

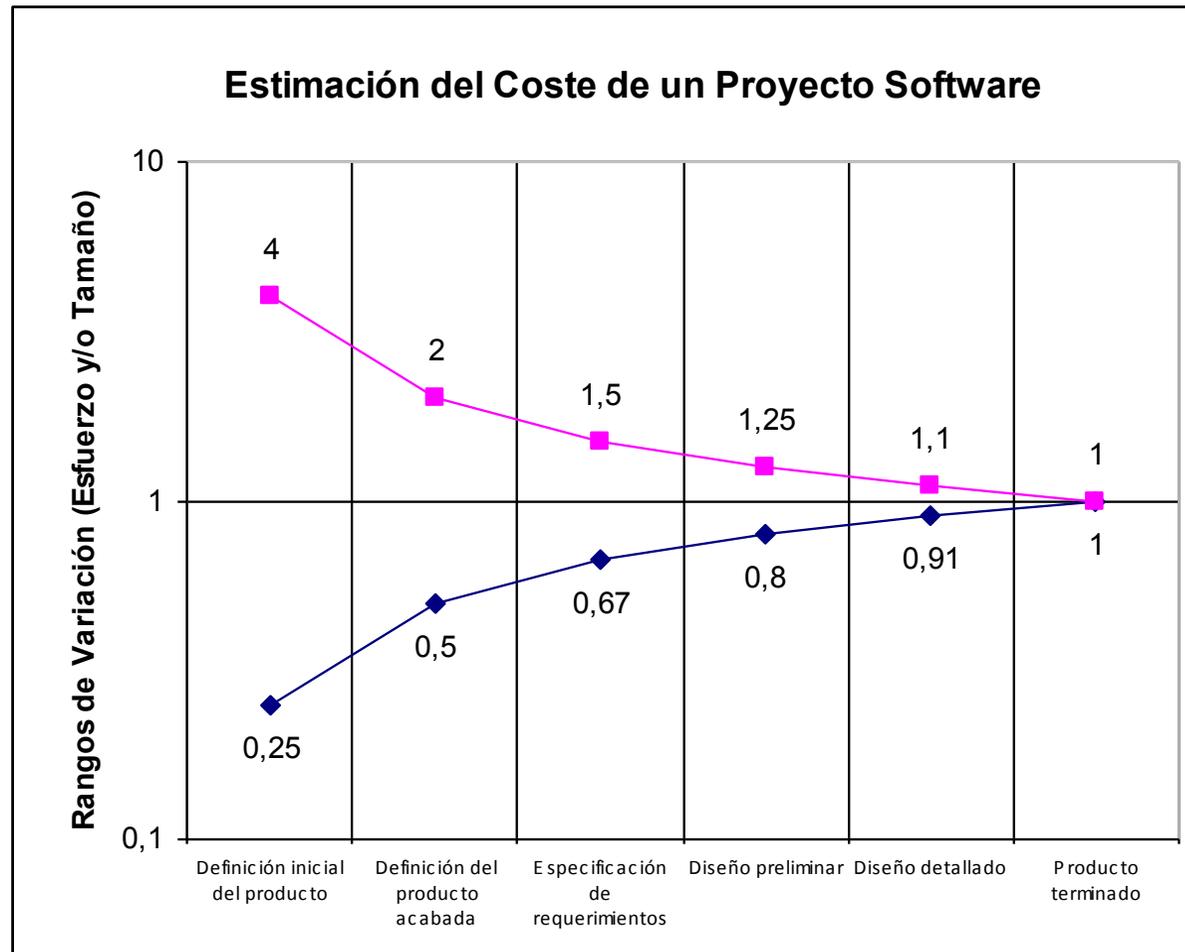
Refinamientos

- La **estimación SW** está basada en **refinamientos sucesivos** porque:
 - No se puede estimar con precisión el coste de un producto software hasta que se comprende con detalle cada una de sus prestaciones.
 - A lo largo del ciclo de vida del desarrollo de un producto software se van tomando decisiones cada vez más detalladas.
 - El concepto del producto se refina en la fase requisitos, los requisitos en el diseño preliminar, el diseño preliminar en el diseño detallado y el diseño detallado en el código.
 - En cada una de estas fases se toman decisiones que afectan al coste global del producto.
 - La incertidumbre sobre la naturaleza del producto aporta incertidumbre a la estimación.
 - La incertidumbre sobre una única prestación puede introducir bastante duda sobre la estimación inicial del proyecto.
 - Conforme aumenta el porcentaje de decisiones tomadas, se puede afinar el rango de la estimación.

Estimación del Software

Refinamientos

- Las estimaciones en proyectos software tienen rangos de precisión previsibles, que se van reduciendo a lo largo de la duración del proyecto:



Estimación del Software

Etapas: 1. Estimación del **Tamaño**

- El tamaño de un producto software es un **indicador** de la **amplitud y profundidad** del conjunto de prestaciones que incorpora, así como de la **complejidad y dificultad** del programa.
- Se puede estimar el tamaño de un producto software de varias maneras, utilizando alguno de los tres tipos de técnicas generales de estimación de costes ya comentadas:
 - **Estimación por Analogía:**
 - Estimar el tamaño del programa a partir de la descripción de sus características principales.
 - Se suelen emplear herramientas de estimación que localizan automáticamente proyectos similares en una base de datos de proyectos que incluyen.
 - **Estimación Bottom-up:**
 - Estimar cada una de las partes principales del nuevo sistema como un porcentaje del tamaño de una parte similar de un sistema antiguo.
 - Estimar el tamaño total del sistema nuevo sumando los tamaños estimados de cada una de las partes.
 - **Modelos Paramétricos:**
 - Basados en un modelo matemático, utilizan un enfoque algorítmico (**Puntos Función PF, ...**)

Estimación del Software

Etapas: 2. Estimación del **Esfuerzo**

- El esfuerzo es un **indicador** de la cantidad de *trabajo necesario para realizar un proyecto o alguno de los ítems de un proyecto.*
- En productos software podemos considerar equivalente estimar el **esfuerzo** y el **coste**, ya que existe una relación directa entre ambos.
- En ingeniería del software se suele medir en unidades del tipo <persona><tiempo>:
 - personas-días, horas de analista, ...
- A partir de la estimación del tamaño, se puede derivar la estimación del esfuerzo utilizando también técnicas de los tipos citados:
 - **Estimación por Analogía:**
 - Utilizando datos anteriores de la organización para saber cuanto esfuerzo se realizó en proyectos anteriores de tamaño similar al estimado, o
 - Utilizando tablas de estimación para convertir desde líneas de código a esfuerzo.
 - **Modelos Paramétricos:**
 - Empleando un método algorítmico para convertir la estimación del tamaño (en LDC o en PF) a una estimación del esfuerzo (Método **COCOMO**).

Estimación del Software

Tablas de Estimación de **esfuerzos y duraciones**

Tamaño del Programa (LDC)	Software de Sistemas		Software de Gestión		Software "a medida"	
	Duración (meses)	Esfuerzo (personas-mes)	Duración (meses)	Esfuerzo (personas-mes)	Duración (meses)	Esfuerzo (personas-mes)
10.000	10	48	6	9	7	15
15.000	12	76	7	15	8	24
20.000	14	110	8	21	9	34
25.000	15	140	9	27	10	44
30.000	16	185	9	37	11	59
35.000	17	220	10	44	12	71
40.000	18	270	10	54	13	88
45.000	19	310	11	61	13	100
50.000	20	360	11	71	14	115
60.000	21	440	12	88	15	145
70.000	23	540	13	105	16	175
80.000	24	630	14	125	17	210
90.000	25	730	15	140	17	240
100.000	26	820	15	160	18	270
120.000	28	1.000	16	200	20	335
140.000	30	1.200	17	240	21	400
160.000	32	1.400	18	280	22	470
180.000	34	1.600	19	330	23	540
200.000	35	1.900	20	370	24	610
250.000	38	2.400	22	480	26	800
300.000	41	3.000	24	600	29	1.000
400.000	47	4.200	27	840	32	1.400
500.000	51	5.500	29	1.100	35	1.800

Tabla de Estimación de esfuerzo y duración de proyectos software de complejidad media

Estimación del Software

Etapas: 3. Estimación de la **Duración**

- El resultado es una estimación de la **duración** en *unidades temporales*: días, semanas, meses, ...
- Los métodos más habituales para calcular la duración de un proyecto software a partir de la estimación del esfuerzo son:
 - utilización de datos anteriores de la organización, o
 - utilización de tablas de estimación para convertir desde líneas de código a esfuerzo y duración, o
 - utilización de funciones de equivalencia semiempíricas del tipo *duración = función del esfuerzo*, que incluyen diversos parámetros cuyos valores se determinan empíricamente.
 - Por ejemplo,
$$\text{Duración en meses} = 3'0 \times \text{personas-mes}^{(1/3)}$$
 - utilización de software de gestión de proyectos que permita realizar una planificación de la duración optimizando la utilización de los recursos disponibles.