

ANEXO No. 8. METODOLOGÍA DE COSTEO

PROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE

INTRODUCCIÓN

Cada producto que entre al modelo de centro de desarrollo de software, será valorado de acuerdo con el proceso de “Especificación y estimación de requerimientos” definido en el Anexo No. 1. Requerimientos Técnicos dentro de estándares internacionales tales como **COCOMO (Modelo Constructivo de Costos)** para los desarrollos evolutivos y **Juicio de Expertos (PERT)** para los desarrollos adaptativos.

Por mantenimiento de software se entienden todas las actividades que se puedan realizar sobre un software ya existente con el fin de que este se comporte de una forma diferente o nueva de forma tal que satisfaga las nuevas necesidades que sean requeridas. Dentro de esta definición, se distinguen dos tipos de mantenimiento en el contexto de este documento, evolutivo y adaptativo.

El **mantenimiento evolutivo** consiste en adicionar nueva funcionalidad al software existente respetando la arquitectura y principios de desarrollo en él contenidos, pero sin tener necesidad de modificar componentes ya escritos. Dado lo anterior, el mantenimiento evolutivo incluye principalmente la construcción de nuevos módulos o la creación de funcionalidades independientes a las ya presentes.

Por el contrario, el **mantenimiento adaptativo** incluye todos aquellos requerimientos que involucran modificar la funcionalidad presente del sistema, por lo tanto, es necesario alterar e interactuar con componentes ya escritos. En otras palabras, es modificar el funcionamiento de módulos de software existentes.

Para el mantenimiento evolutivo se debe estimar con la misma técnica empleada para la construcción de software nuevo, teniendo por supuesto en cuenta la arquitectura actual del mismo. De otro lado, el mantenimiento adaptativo debe ser estimado con la adaptación del modelo PERT a continuación expuesto. Dado el esfuerzo de estimación, el uso del modelo PERT debe ser usado cuando el centro de desarrollo de software estime que el cambio requiere más de 40 horas de esfuerzo.

Bajo ninguna circunstancia RENATA asumirá costos adicionales por errores en el proceso de estimación de esfuerzo.

1. ESTIMACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS - PERT

1.1. Estimación por Juicio de Expertos:

Definición:

Estimación realizada por una persona reconocida como experta en dicha tarea, se caracteriza porque gran parte del proceso que se siguió para llegar a esa estimación está basado en un proceso de razonamiento no explícito ni recuperable, es decir está basado en la “intuición”.

Características:

Esta estimación se usa para los casos de **adaptaciones o creaciones sobre cualquiera de los sistemas de información actuales** que gestiona el SENA.

El valor estimado por juicio de experto es un valor estimado en horas por adaptación o creación basadas en que se requiere el ciclo completo o parcial de desarrollo:

- Análisis y Viabilidad
 - Inventario y complejidad de actores (instrumento hoja “1- Actores”)
 - Inventario y complejidad de adaptaciones / creaciones (instrumento Hoja “2 - Identificación Adaptaciones”)
 - Inventario de requisitos no funcionales (desempeño, arquitectura técnica, seguridad, interoperabilidad, accesibilidad)
 - Aprobación de Estimación
 - Presentación y Aprobación de Equipo de Trabajo (Por Rol)
 - Preparación y Aprobación Cronograma (Instrumento Hoja “Cronograma”)
 - Preparación y Aprobación Hitos de Facturación contra productos
 - **Ajustes y autorización de inicio con firma de Supervisor**
- Requisitos Detallados
 - Funcionales
 - No Funcionales
- Habilitación (conocimiento funcional, técnico del Sistema de Información)
- Diseño de la solución
- Construcción y pruebas unitarias
- Pruebas
 - Pruebas de Integración
 - Pruebas Funcionales
 - Pruebas Sistema
 - Pruebas de Aceptación
- Despliegue de la Solución (Implantación y Gestión de la configuración)
- Aseguramiento de Calidad
- Soporte

1.2. PERT (Técnica de revisión y evaluación de programa, por sus siglas en inglés):

Definición:

Se trata del nombre de una técnica de estimación formal, que usa el promedio ponderado de tres valores para obtener la estimación final.

El modelo se basa en el juicio de expertos. Este juicio de expertos se hará en conjunto con el SENA quien estará representado por un experto en la aplicación, por este designado, y por dos expertos en la tecnología en que está desarrollada la aplicación pertenecientes al Centro de Desarrollo de Software operado por el Contratista. Si el centro de desarrollo de software cuenta con expertos en la tecnología específica que además conozcan la aplicación, deberá ser entre estas personas que la misma escoja sus dos expertos. Estos expertos generarán un esfuerzo estimado, en horas hombre y en cantidad de líneas de código, de acuerdo con las actividades a continuación detalladas.

Características:

Usando la técnica PERT, en el caso de centro de desarrollo de software para estimar cada una de las adaptaciones que se requieren, se va a solicitar la estimación a tres expertos:

- Experto del Centro de Desarrollo de Software operado por el contratista que tenga experiencia en la tecnología base del sistema de información a adaptar (Debe estimar el valor **pesimista**).
- Delegado del Supervisor del Contrato (Debe estimar el valor **probable**) basado en la experiencia profesional, valores históricos del SENA.
- Valor definido por el Líder Técnico y el Líder Funcional del Sistema de Información (Van a estimar el valor **optimista**, pensando en que todo va a salir bien con la participación en el proyecto en el suministro de información, conformidades y validación de productos).

La estimación resultante usando PERT se calcula con la fórmula $(\text{Optimista} + 4(\text{Promedio}) + \text{Pesimista})/6$.

Por ejemplo, digamos que se estima una adaptación en donde:

- (Promedio) es igual a 10 horas
- El mejor caso (Optimista) es igual a 6.
- El caso pesimista (P) se estima en 26 horas.
- El cálculo de la estimación usando PERT sería: $(6+4(10)+26)/6$, la estimación resultante es 72/6 o 12 horas.

El valor que van a estimar cada uno de los expertos es considerando que la adaptación requiere el ciclo completo, la guía suministra un paso adicional para eliminar luego las horas correspondientes a las disciplinas que no se van a requerir.

Los valores estimados incluyen garantía y soporte por seis (6) meses a partir del acta de recibo a satisfacción, incluidos en el valor promedio causado, sin costo adicional para RENATA.

El valor por hora es el promedio definido en el contrato.

A continuación, se presentan los pasos detallados de sugeridos para la estimación por juicio de expertos (basados en el instrumento "EjemploEstimacionJuicioExperto.xls"), los mismos se deben desarrollar en conjunto con los tres expertos seleccionados, en caso de requerir información que no conozcan la deben consultar al interior de RENATA.

Metodología:

A. Preparación del Plan de Proyecto

Se incluyen los siguientes pasos, los cuales deben realizarse por los tres (3) expertos, basados en el instrumento Anexo No.8.1 "EjemploEstimacionJuicioExperto.xls",

- Inventario y complejidad de actores (instrumento hoja "1- Actores")
- Inventario y complejidad de adaptaciones / creaciones (instrumento Hoja "2 - IdentificacionAdaptaciones")
- Inventario de requisitos no funcionales (desempeño, arquitectura técnica, seguridad, interoperabilidad, accesibilidad)
- Aprobación de Estimación
- Presentación y Aprobación de Equipo de Trabajo, Costo (Por Rol) hoja "EstimaciónRolesCosto"
- Preparación y Aprobación Cronograma (Hoja "Cronograma")
- Preparación y Aprobación Hitos de Facturación contra productos
- Ajustes y autorización de inicio con firma de Supervisor

B. Seleccione los expertos de estimación con experiencia en proyectos similares

Para el juicio de expertos se seleccionan tres expertos:

- Uno por parte de la firma contratista que éste familiarizado con la tecnología del sistema de información a adaptar
- Un delegado del Supervisor
- El Líder Técnico y Misional del Sistema de Información (Los dos acuerdan un valor)

C. Listar actores del Sistema de Información

En la hoja "1- Actores" diligenciar para cada actor del sistema de información:

- Actor
- Descripción
- Acciones / Interacciones (Pantallas, Reportes, Funciones, Servicios, Interfaces)
 - o Listado

- Cantidad
- Tipo de actor
 - SIMPLE (Hombre máquina)
 - COMPLEJO (Otro sistema)

D. Identificación Adaptaciones

Se deben identificar las **adaptaciones requeridas** según las necesidades del área misional con respecto al Sistema de Información y según los requerimientos.

Se basa en la hoja “2 – Identificación Adaptaciones”, en la misma se han incluido unas adaptaciones como guía, las cuales deben ser modificadas según la necesidad.

Las adaptaciones se deben calificar según su complejidad:

- **Simple:** Tres o menos interacciones.
- **Promedio:** entre 4 o 7 interacciones.
- **Complejos:** 8 a 12 interacciones

Nota: Mayor a 12 interacciones se debe dividir.

La complejidad la debe presentar el líder técnico del grupo de Gestión de Sistemas de Información.

Los valores mínimos y máximos de estimación por adaptación, dependen de la complejidad y el valor estimado de cada experto y debe estar dentro de estos rangos:

Tipos de Adaptaciones / Creaciones	Complejidad	Horas a estimar desarrollo (Ciclo Completo)	
		Valor Mínimo	Valor Máximo
- Simple: Tres o menos interacciones.	Simple	8	56
- Promedio: entre 4 o 7 interacciones.	Promedio	57	88
- Complejos: 8 a 12 interacciones. Nota: Mayor a 12 interacciones se debe dividir.	Complejo	89	160

Las horas mínimas y máximas son considerando que la adaptación requiere el ciclo completo.

i. Estimar

Cada uno de los expertos estima el valor en horas, para cada adaptación, valor dentro de los rangos establecidos.

Para estimar se debe tener en cuenta que es el número de horas Cada uno de los expertos.

ii. Promediar

El instrumento calcula el estimado PERT automáticamente.

E. Estimación Roles y Costo

En este paso se debe determinar las disciplinas que se requieren en el desarrollo de la adaptación, calificar “SI” o “NO”, el instrumento en forma automática elimina las horas estimadas relativas a las disciplinas que no se requieren.

El **valor definitivo de horas** es el total calculado menos las horas de las disciplinas que no se requieren.

El **valor definitivo en pesos** resultante es la cantidad de horas resultantes por el valor por hora promedio.

Consideraciones:

- El costo resultante se debe comparar contra valores históricos (si se tiene disponibles), en caso que el mismo presente una desviación de más del 30% se debe revisar nuevamente la estimación y en caso tal que persista el valor estimado será ese el definitivo.
- El valor definido incluye garantía y soporte por seis meses desde la firma del acta de recepción a satisfacción. Las horas de reparación de defectos no se cuentan para facturación, se toman como garantía. Solo se podrá facturar las horas reales ejecutadas contra productos aprobados y recibidos por el SENA.

F. Cronograma

Se debe presentar el cronograma, priorizando las adaptaciones según los requerimientos del área.

Compromisos del centro de desarrollo de software después de la estimación y ejecución del requerimiento asociado:

1. Informar el esfuerzo final empleado en cantidad de líneas de código
2. Informar el esfuerzo final empleado en horas hombre
3. Informar el esfuerzo final por componente, archivo de código fuente, modificado, tanto en líneas de código como en horas hombre.
4. Entregar el código fuente modificado.
5. Incluir en la estimación y entrega final la ejecución y documentación de los resultados de las pruebas de regresión ejecutadas
6. Adecuarse a los productos de software intermedios y finales requeridos por el SENA, lo que se conoce comúnmente como entregables que incluye, pero no se limita a planes, cronogramas, formatos diligenciados, evidencia de pruebas unitarias y código fuente.

2. ESTIMACIÓN COCOMO (MODELO CONSTRUCTIVO DE COSTOS)

Definición:

COCOMO es un modelo matemático de base empírica utilizado para estimación de costos de software.

Características:

Dentro de las variables contempladas en el modelo matemático se encuentran:

- Tiempo de desarrollo del proyecto
- Costo total del proyecto.

Para dicho cálculo se empleará la siguiente clasificación:

Puntos de función		Multiplicador	Descripción
1	Simple	1	Caso de uso simple - Hasta 3 Operaciones
2	Promedio	3	Caso de uso promedio - 4-7 Operaciones
3	Complejo	6	Caso de uso Complejo - Más de 7 Operaciones
4	Muy Complejo	8	Caso de uso Muy complicado (el procedimiento tiene más de 5000 líneas de código)

Se deberá emplear una tabla de cálculo de la complejidad, que incluya un factor de complejidad con el fin de determinar las horas requeridas para estos desarrollos.

Metodología:

Se empleará COCOMO II, para cálculo de Meses Hombre, a partir de casos de uso y puntos funcionales, según la metodología Métrica.

El esfuerzo en meses hombre se calcula así:

$$PM = A \times (\text{Tamaño})^{**} E$$

Donde:

- PM= Esfuerzo en meses hombre
- A= Constante 2.94
- Tamaño= Puntos Función x (líneas código) / 1000
- Líneas código = Se calcula de acuerdo a la tecnología definida en la tabla que se encuentra en el mismo archivo en la hoja: "Tabla cálculo LOC"
- Puntos de Función = Casos Uso x Complejidad
- Complejidad: 1= Baja, 3=Media, 6=Alta 8=Muy alta
- E= Constante para complejidad del proyecto, para un proyecto medio es 1.025

Ejemplo:

Casos de Uso = 362

Puntos de Función = 362 x 3 = 1086

PM = 2.94 x (1086 * 53 / 1000) ** 1.15

PM = 310.79 meses hombre

Los factores técnicos son lo primero que hay que evaluar al hacer un análisis de punto de caso de uso. Los factores técnicos describen las expectativas de los usuarios del software. Generalmente, es una evaluación de los requisitos no funcionales. En la siguiente tabla hay 14 factores técnicos que se deben analizar. Por cada factor técnico se deben asignar valores de 0 a 5 teniendo en cuenta la relación Esfuerzo / Dificultad.

Factores de Complejidad Técnica					
Factor Técnico	Multiplicador (A)	Magnitud Relativa (Entre 0-5) (B)	Descripción	(A*B)	
1	Sistema distribuido	2	3	La arquitectura de la solución puede ser centralizada o cliente servidor, o puede ser distribuido (como N-CAPAS) o multi-nivel.	6
2	Tiempo de respuesta eficaz	1	3	La velocidad de respuesta para los usuarios es un importante factor (y no trivial). Por ejemplo, si la carga del servidor se espera que sea muy baja, esto puede ser un factor trivial.	3
3	Eficiencia del usuario final	1	3	En la aplicación que se están desarrollando para optimizar la eficiencia del usuario, o simplemente la capacidad.	3
4	Procesamiento interno complejo necesario	1	4	Hay mucha algorítmica de difícil trabajo para hacer y poner a prueba.	4
5	Código reutilizable debe ser un foco	1	4	¿Es pesada la reutilización de código? Código reutilización reduce la cantidad de esfuerzo necesario para implementar un proyecto. También reduce la cantidad de tiempo necesario para depurar un proyecto. Una función de biblioteca compartida puede ser reutilizada varias veces.	4
6	Facilidad de instalación	0,5	2	¿Es la facilidad de instalación para los usuarios finales un factor clave? Cuanto	1

Factores de Complejidad Técnica					
Factor Técnico	Multiplicador (A)	Magnitud Relativa (Entre 0-5) (B)	Descripción	(A*B)	
			más alto sea el nivel de competencia de los usuarios, menor es el número.		
7	Facilidad de usabilidad	0,5	2	¿Es la facilidad de uso uno de los principales criterios para la aceptación? Cuanto mayor es la importancia de la facilidad de uso, mayor es el número.	1
8	Portabilidad	2	2	¿Se requiere soportar multi-plataforma? Múltiples tipos de plataformas tienen que ser soportadas.	4
9	Fácil modificación	1	2	¿El cliente requerirá la capacidad de cambiar o personalizar la aplicación en el futuro? Cuanto más cambio / adaptación que se requiere en el futuro, mayor es el valor.	2
10	Altamente concurrente	1	3	¿Va a tener para hacer frente a la base de datos de bloqueo y otras cuestiones de concurrencia? Mientras mayor atención tiene que tener la solución a los conflictos en los datos o aplicación, se más alto es el valor.	3
11	Personalización de seguridad	1	1	¿Pueden las soluciones de seguridad se apalancadas, o código personalizado debe ser desarrollado? Se acostumbra que incluir seguridad significa mayor trabajo por hacer.	1
12	Dependencia de terceros	1	1	¿La aplicación requiere el uso de controles o bibliotecas de terceros? Al igual que códigos reutilizables, el código de terceros puede reducir el esfuerzo necesario para implementar una solución.	1
13	Entrenamiento especial	1	3	¿Cuánto cuesta la formación de los usuarios que se requiere? ¿La aplicación es compleja, o el apoyo a actividades complejas?	3
14	Arquitectura SOA	2,5	1	La arquitectura en escenarios SOA requiere mayor tiempo de ingeniería en su desarrollo, adicionalmente se deben considerar el número de aplicaciones con las que se interactúa.	2,5

Factores de Complejidad Técnica				
Factor Técnico	Multiplicador (A)	Magnitud Relativa (Entre 0-5) (B)	Descripción	(A*B)
Total Factor de Complejidad Técnica			$= 0,6 + \sum(A*B)/100$	0,985

1. Por proyecto se calcula el número de casos de uso por punto de función. Se calcula el número total de puntos de función del proyecto. Se deberá dejar el detalle de cada caso de uso identificado para el proyecto, su complejidad y tipo (página, proceso)

Ejemplo:

Desarrollos Proyecto 1				
Puntos de función		Multiplicador (A)	Número de Casos de Uso (B)	Descripción
1	Simple	1	34	Caso de uso simple - Hasta 3 Operaciones.
2	Promedio	3	21	Caso de uso promedio - 4-7 Operaciones
3	Complejo	6	0	Caso de uso Complejo -Más de 7 Operaciones
4	Muy Complejo	8	0	Caso de uso Muy complicado (el procedimiento tiene más de 5000 líneas de código)
TOTAL Puntos de Función - $\sum(A*B)$			97	TOTAL Casos de Uso $\sum(B) = 55$

Número de caso de uso	Tipo Complejidad		Nombre del Caso de Uso	Tipo
			Comité de crédito Fase 2	
1	Promedio	3	CU-CDC-001 CREACIÓN DE VARIABLES A EVALUAR	Proceso
2	Simple	1	CU-CDC-002 CONFIGURACIÓN PUNTAJES POR VARIABLE	Proceso
3	Complejo	6	CU-CDC-003 CREAR MODELOS DE CALIFICACIÓN POR MODALIDAD DE CRÉDITO	Proceso
4	Promedio	3	CU-CDC-004 ASOCIAR VARIABLES AL MODELO DE CALIFICACIÓN	Proceso
5	Simple	1	CU-CDC-005 DEFINICIÓN REQUISITOS BÁSICOS DE ADJUDICACIÓN	Proceso
6	Promedio	3	CU-CDC-006 VERIFICAR REQUISITOS BÁSICOS DE ADJUDICACIÓN	Proceso

Número de caso de uso	Tipo Complejidad		Nombre del Caso de Uso	Tipo
			Comité de crédito Fase 2	
7	Promedio	3	CU-CDC-007 CALIFICAR MÉRITO ACADÉMICO	Página
N	(...)	(...)	(...)	(...)

2. Se debe calcular el esfuerzo meses hombre utilizando la fórmula definida por COCOMO.

Ejemplo:

Esfuerzo meses hombre	
Estimación de esfuerzo APLICACIÓN COCOMO II	
Cantidad Casos de uso	55
Puntos de Función	97
Constante A	3,94
Líneas de código	30
Constante complejidad E	0,985
Tamaño Puntos Función x (líneas código) / 1000	2,91
PM (total meses Hombre) PM = A x (Tamaño) ** E	11,28 meses hombre

3. Calcular el costo del proyecto identificando el número de horas por etapa del ciclo de vida de desarrollo del proyecto, por cada uno de los perfiles o roles (ver archivo Anexo No.8.2 "EjemploCostoCOCOMO.xlsx"). El costo de la hora será definido en el contrato.

4. Definir y estructurar cronograma donde se identifiquen los tiempos por etapa.

Ejemplo:

Cronograma												
semanas												
s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8	s9	s10	s11	s12	
D												
	C	C	C	C	C	C	C	C				
						PI	PI	PI	PI			
D	Diseño											
C	Construcción											
PI	Pruebas e implementación											