**Estimación de Recursos**



**Realizado por:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Persona** | **Rol** | **Código Uniandes** |
| Carlos Ernesto González Vargas | Líder del Grupo | 200819123 |
| Sandra Milena Gómez Ríos | Líder de Planeación | 201110951 |
| Andrés Mauricio Erazo Benavides | Líder de Soporte | 201110949 |
| David Pérez Chibuque | Líder de Calidad | 201117818 |
| Willian Alejandro Idrobo Luna | Líder de Desarrollo | 201110544 |
| Erik Fernando Arcos Franco | Líder de Desarrollo | 201110856 |

**Control de versiones**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Versión** | **Fecha** | **Autor** | **Descripción del Cambio** |
| 1.01 | Marzo 25 de 2011 | Ingenium | Creación del documento |
| 1.02 | Marzo 26 de 2011 | Ingenium | Modificación del documento |
| 1.03 | Marzo 30 de 2011 | Ingenium | Revisión Final del documento |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |



**Estimación de Recursos**

1. **Objetivo**

El objetivo de la tarea es realizar la estimación de recursos a través de distintas herramientas, como lo son COCOMO II y Puntos de Casos de Uso, para de esta manera determinar cuáles son los factores más determinantes que se deben tener en cuenta en el momento de realizar una estimación de recursos por cualquiera de estos métodos, así como identificar los factores menos relevantes que van a tener el menor grado de impacto en estas estimaciones

1. **Metodología**

Como punto de partida para la estimación de recursos, se tomara como un ejercicio realizado previamente en el curso de Conceptos Avanzados de Ingeniería de Software; en el cual se determino el tamaño del software a partir del método de puntos de función. Estos resultados obtenidos con antelación nos darán la base para realizar nuestras estimaciones de recursos.

El enunciado del proyecto a estimar se describe a continuación:

* 1. **Proyecto a Analizar: Sistema de Requisiciones y Órdenes de Compra (SIROC)[[1]](#footnote-1)**

El objetivo de este proyecto es desarrollar un sistema de requisiciones y órdenes de compra para una PYME.

Una requisición es una petición de materiales o insumos requeridos por una unidad organizacional en una empresa. Por otro lado una orden de compra es una solicitud de una empresa a un proveedor para la compra de materiales o insumos.

El proceso de negocio que describe este escenario es el siguiente:

1. Cuando un funcionario de una empresa requiere algún tipo de bien, por ejemplo: un escritorio, computador, papelería, software, etc., diligencia un formato de solicitud de compra de materiales. Este formulario contiene el nombre del bien a comprar, un código que lo identifica, la cantidad deseada y un estimado del valor unitario y total del ítem de compra. Un mismo formulario puede contener múltiples ítems de compra por lo que se requiere un total aproximado de toda la solicitud. Si el bien que se desea comprar no existe en el catálogo de compras de la empresa, el usuario puede ingresarlo y el sistema le debe asignar un código único.
2. Cuando el formulario es diligenciado, se envía para la aprobación del jefe inmediato, quien puede objetar el monto y el propósito de la compra o puede aprobarla. En el primer caso el formulario se retorna al funcionario que la solicita, en el segundo caso (aprobación) el formulario es enviado al departamento de compras de la organización.
3. Cuando un formulario se recibe en el departamento de compras, se procede a solicitar tres cotizaciones a diferentes proveedores, por cada uno de los ítems de compra indicados en la solicitud. Cuando se reciben las tres cotizaciones de un ítem, se genera una orden de compra al proveedor seleccionado. En algunas ocasiones, una orden de compra para un proveedor puede tener ítems de diferentes solicitudes, esto con el fin de hacer una compra de mayor valor y obtener descuentos por volumen o por monto.
4. El proveedor seleccionado puede hacer entregas parciales o totales de un bien. Cuando el proveedor entrega los ítems de compra solicitados, los lleva directamente al almacén donde son ingresados en el inventario de la compañía. Posteriormente, el departamento de ventas los hace llegar al funcionario que solicitó el bien. Cuando todos los ítems de compra son entregados por el proveedor, la orden de compra se cierra y se procede a la recepción de la factura del proveedor y la programación del pago.

Adicional al proceso de negocio presentado, algunos de los usuarios han manifestado otros requerimientos e inquietudes: El gerente de la empresa está interesado en conocer en todo momento, reportes gerenciales que le permitan entender, de forma inmediata, cómo funciona el proceso de requisiciones y órdenes de compra. Por ejemplo, desea conocer entre otros:

* El total de compras hechas por cada área o unidad organizacional por mes
* El bien que más se compra por mes y su valor discriminado por ciudad
* El proveedor al que más se le han comprado bienes por categoría y ciudad
* El tiempo promedio de entrega de las bienes solicitados, discriminados por categoría y por ciudad

El director del departamento de compras desea poder conocer las solicitudes de compra máximo dos (2) minutos después de que estas sean aprobadas por los directores de área. Cabe anotar que actualmente, este proceso toma en promedio dos días, dado que el departamento de compras funciona directamente en el almacén que se encuentra ubicado en la zona industrial de Bogotá. Por otra parte, la empresa cuenta con oficinas en Bogotá (World Trade Center), Medellín, Barranquilla y Cali.

Los directores de área desean conocer los eventos más importantes asociados con la compra de artículos, por ejemplo, desean ser notificados del cambio de estado de una solicitud de compra, esto es: cuando se selecciona un proveedor, cuando se hace la orden de compra al proveedor, cuando el artículo llega al almacén y cuando éste es entregado al funcionario que lo solicitó. Esta información sólo puede ser consultada por los directores de área. De igual forma, se ha hecho un especial énfasis en que la aprobación de solicitudes de compra se haga de manera electrónica y se debe contar con todos los mecanismos de seguridad necesarios para evitar compras no autorizadas, incluyendo protocolos de identificación, autenticación y autorización. Igualmente los directores de área desean que el sistema sea muy intuitivo y fácil de usar para los funcionarios, de lo contrario el cambio a la nueva aplicación será muy difícil y se corre el riesgo de que los usuarios continúen utilizando los formularios en papel.

El director de sistemas desea conocer los requerimientos de hardware y software en los que deberá incurrir la compañía. Se sabe que en total la empresa genera cerca de 1000 solicitudes de compra por mes y se espera un crecimiento anual de un 20%. Se estima que en promedio se registren unas 150 solicitudes de compra de manera concurrente en los últimos días del mes. En cualquier caso, el tiempo máximo para procesar una solicitud de compra e indicar el número de radicación al usuario no puede sobrepasar los dos segundos.

Adicionalmente, el director de sistemas desea que haya un registro (log) de todas las operaciones realizadas en el sistema.

El director de operaciones nos ha informado que durante el próximo año entrarán en operación 3 nuevas oficinas en el eje cafetero. El nuevo sistema se volverá crítico para la empresa, por lo que se desea tener una alta disponibilidad de la aplicación. Esto implica que se debe tener un segundo nodo de operaciones en las oficinas de Barranquilla que funcionará en caso de que el nodo central en Bogotá presente alguna falla. La entrada del nodo de respaldo debe hacerse en menos de 1 minuto.

1. **COCOMO II**

Para la estimación por medio de COCOMO II se usara el modelo de Post-Arquitectura, puesto que este se basa en el conteo de puntos funcionales, lo cual se ajusta bastante a nuestro ejercicio puesto que ya hemos estimado los puntos funcionales sin ajustar, además el modelo es usado para desarrollo o mantenimiento de software, el cual también corresponde a nuestro caso.

* 1. **Aplicación del Modelo**

Para realizar la estimación por medio de COCOMO II se uso como base la herramienta **Cocomo II Estimation** (ver referencias), no obstante esta debió ser modificada puesto que solo consideraba el modelo de diseño temprano. Con la herramienta ya ajustada para nuestras necesidades obtenemos lo siguiente para nuestro caso particular.

* + 1. **Calculo de Puntos de Función**

Tomando como referencia nuestro ejercicio en el cual ya se ha determinado las funciones de datos y las funciones transaccionales, tenemos lo siguiente:

Tabla 1. Calculo de puntos de Función

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **ILF** | | | **EIF** | | | **EI** | | | **EO** | | | **EQ** | | |  |
| **Modulos** | Low | Avg | High | Low | Avg | High | Low | Avg | High | Low | Avg | High | Low | Avg | High | ***Total PFs*** |
| Requisición | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 42 |
| Cotización | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 24 |
| Orden de Compra | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 |
| Ítem | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| Factura | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 |
| Log | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| Funcionario | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Proveedor | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 9 |
| Inventario | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Reporte | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 21 |
| Catalogo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 |
| ***Total Artefactos*** | 6 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 8 | 1 | 3 | 2 | 0 | 3 | 1 |  |
| . |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Total PF** | 159 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

* + 1. **Calculo del Esfuerzo**

Una vez se han definido y contabilizado los puntos de función sin ajustar procedemos a determinar un valor, según el criterio del grupo, para cada uno de los Factores de Escala y para cada uno de los Multiplicadores de Esfuerzo, estos factores de escala están ceñidos a los requerimientos iniciales del proyecto.

Para nuestro caso tenemos:

**Cocomo II** ***PM = A\*Size^E\*Product(All Effort Multipliers - EM)***

***Exponent E = B+(0.01\*SUM(Scaling Factors))***

Tabla 2. Factores de Escala (SF)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **SF** | **Descripción** | **Nivel** | **Valor** |
| Madurez | Madurez del proceso | Nominal | 4,68 |
| PREC | Experiencia en proyectos similares | Bajo | 4,96 |
| FLEX | Flexibilidad requerida del sistema | Nominal | 2,03 |
| TEAM | Cohesión del equipo | Alto | 2,19 |
| RESL | Riesgo del proyecto y complejidad de Arquitectura | Bajo | 1,41 |

Tabla 3. Multiplicadores de Esfuerzo (EM)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **EM Scale** | **Descripción** | **Nivel** | **Valor** |
| RELY | Fiabilidad requerida del SW | Nominal | 1 |
| DATA | Tamaño de la base de datos | Nominal | 1 |
| CPLX | Complejidad del Producto | Bajo | 0,87 |
| DOCU | Adecuación de la Documentación al ciclo de vida | Bajo | 0,91 |
| RUSE | Reutilización Requerida | Bajo | 0,95 |
| TIME | Restricciones en el tiempo de ejecución | Nominal | 1 |
| STOR | Limitaciones de memoria principal | Nominal | 1 |
| PVOL | Complejidad de la plataforma que el sistema utiliza | Muy Bajo | 0,87 |
| ACAP | Capacitación de los Analistas | Alto | 0,85 |
| AEXP | Experiencia a nivel de aplicaciones del equipo | Alto | 0,88 |
| PCAP | Capacidad de los programadores como equipo | Alto | 0,88 |
| PEXP | Experiencia en la Plataforma | Alto | 0,91 |
| LTEX | Experiencia en el lenguaje de programación y las herramientas de sw | Alto | 0,91 |
| PCON | Rotación del Personal | Muy Alto | 0,81 |
| TOOL | Uso de herramientas para el desarrollo de sw | Alto | 0,9 |
| SCED | Programación de desarrollo requerida | Bajo | 1,14 |
| SITE | Desarrollo en múltiples sitios | Alto | 0,93 |

Tabla 4. Constantes

|  |  |
| --- | --- |
| **Constants** | **Value** |
| B | 0,91 |
| A | 2,45 |
| E | 1,0627 |
| EM | 0,275667702 |

Tabla 5. Consolidado de Tamaño y Esfuerzo

|  |  |
| --- | --- |
| **Technology** | **Java** |
| **Incremento debido al ciclo de vida** | **0%** |
| **SLOC por FP** | **53** |
| **SLOC** | **8427** |
| **PM** | **6,5053** |
| **Dias hombre** | **123,5999** |
| **FP de LOC** | **159,0000** |
| **Horas por FP** | **6,2189** |

Ya con este análisis tenemos la información necesaria para nuestro proyecto, como lo son el estimado de líneas de código que se generaran, los días-hombre que tomara el desarrollo del proyecto, la totalidad de puntos funcionales, y las horas necesarias para desarrollar cada apunto funcional.

Se debe aclarar que cada multiplicador de esfuerzo y cada factor de escala tiene 5 valores posibles (Extra Bajo, Muy Bajo, Bajo, Nominal, Alto, Muy Alto, Extremadamente Alto), y cada uno de los valores del rango tiene un valor numérico asociado de la siguiente manera:

Tabla 6. Modelo de Post Arquitectura

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Escala EM** | **RELY** | **DATA** | **CPLX** | **DOCU** | **RUSE** | **TIME** | **STOR** | **PVOL** | **ACAP** | **AEXP** | **PCAP** | **PEXP** | **LTEX** | **PCON** | **TOOL** | **SCED** | **SITE** |
| Extra Bajo | 0,82 | 0,9 | 0,73 | 0,81 | 0,95 | 1 | 1 | 0,87 | 1,42 | 1,22 | 1,34 | 1,19 | 1,2 | 1,29 | 1,17 | 1,43 | 1,22 |
| Muy Bajo | 0,82 | 0,9 | 0,73 | 0,81 | 0,95 | 1 | 1 | 0,87 | 1,42 | 1,22 | 1,34 | 1,19 | 1,2 | 1,29 | 1,17 | 1,43 | 1,22 |
| Bajo | 0,92 | 0,9 | 0,87 | 0,91 | 0,95 | 1 | 1 | 0,87 | 1,19 | 1,1 | 1,15 | 1,09 | 1,09 | 1,12 | 1,09 | 1,14 | 1,09 |
| Nominal | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Alto | 1,1 | 1,14 | 1,17 | 1,11 | 1,07 | 1,11 | 1,05 | 1,15 | 0,85 | 0,88 | 0,88 | 0,91 | 0,91 | 0,9 | 0,9 | 1 | 0,93 |
| Muy Alto | 1,26 | 1,28 | 1,34 | 1,23 | 1,15 | 1,29 | 1,17 | 1,3 | 0,71 | 0,81 | 0,76 | 0,85 | 0,84 | 0,81 | 0,78 | 1 | 0,86 |
| Extra Alto | 1,26 | 1,28 | 1,74 | 1,23 | 1,24 | 1,63 | 1,46 | 1,3 | 0,71 | 0,81 | 0,76 | 0,85 | 0,84 | 0,81 | 0,78 | 1 | 0,8 |

* 1. **Análisis de Sensibilidad**

Con el propósito de determinar cuáles de los factores eran los que tenían mayor y menor relevancia sobre la estimación, se tomo como referencia los datos de estimación obtenidos para nuestro ejercicio y se procedió a variar cada uno de los factores de escala y cada uno de los multiplicadores de esfuerzo desde su rango más bajo hasta el más alto y registrar de esta manera la variación en los días hombre.

* + 1. **Variación de los Factores de Escala (SF)**

La siguiente grafica muestra la variación de la medida de días hombre para los 5 factores de escala.

Ilustración 1. Sensibilidad de los Factores de Escala

A partir de la grafica podemos inferir lo siguiente:

***Cuando se emplean lo valores nominales:***

* Mientras cualquiera de los factores de escala se mantenga en su valor nominal la variación en el esfuerzo final (días – hombre) no es significativa,
* La experiencia en proyectos similares (PREC) permite disminuir el esfuerzo más que los demás factores
* La cohesión del equipo (TEAM) y el riesgo del proyecto (RESL) representan un esfuerzo mayor al de los demás factores.

***Cuando se emplean valores extremadamente bajos:***

* Todos los factores varían de manera considerable la estimación, a excepción de la madurez del proceso, que por lo que podemos ver en la grafica, tiene la misma influencia, siendo muy baja o nominal, como se verá más adelante, la madurez solo influye drásticamente cuando es muy alta.
* Al tener experiencia en proyectos similares (PREC) o una cohesión del equipo (TEAM) muy bajas, el esfuerzo aumenta considerablemente, pero la cohesión del equipo es más importante que la experiencia, dado que aumenta mucho mas el esfuerzo.
* La flexibilidad del sistema (FLEX) y el riesgo del proyecto (RESL), al ser muy bajos, afectan de manera muy similar el esfuerzo, reduciendo en cantidades similares el mismo.

***Cuando se emplean valores extremadamente altos:***

* Tanto la madurez (MATURITY), como la experiencia en proyectos similares (PREC) redicen significativamente el esfuerzo; la cohesión del equipo (TEAM) también reduce el esfuerzo, pero de una manera menos significativa.
* Tanto la flexibilidad del sistema (FLEX) como el riesgo del proyecto (RESL) aumentan considerablemente el esfuerzo, pero en este caso tiene mucha más influencia el riesgo que la flexibilidad.

***De manera general se observa que:***

* Los factores Madurez, PREC son los que más impactan positivamente la estimación, puesto que a mayor nivel de madurez del proyecto (Madurez), mayor grado de conocimiento del producto y el ambiente (PREC) el esfuerzo se verá reducido y por ende sus costos.
* El factor RESL es el que más impacta negativamente la estimación de esfuerzo, esto se traduce en que una incorrecta administración de riesgos nos puede desfasar considerablemente el esfuerzo estimado inicialmente.
  + 1. **Variación de los Multiplicadores de Esfuerzo (EM)**

La siguiente grafica muestra la variación de la medida de días hombre para los 17 multiplicadores de esfuerzo:

Ilustración 2. Sensibilidad de los Multiplicadores de Esfuerzo

A partir de la grafica de variación de los multiplicadores de esfuerzo podemos deducir lo siguiente:

* El factor más relevante en el momento del a estimación es la complejidad del proyecto (CPLX); no determinar correctamente la complejidad puede incurrir en un amento drástico del esfuerzo final.
* Otro multiplicador de esfuerzo que se debe tener en cuenta es la capacitación de los analistas (ACAP); estos juegan un papel crucial al momento de definir los requerimientos del proyecto y así como en el diseño del mismo, ya sea de alto nivel o diseño detallado.
* La rotación del personal (PCON) también es un factor relevante, puesto que esto implica una curva de aprendizaje en los miembros del equipo que llegan al proyecto; así estas curvas de aprendizaje se traducen en tiempos muertos y por ende un aumento en el esfuerzo y los costos del proyecto.
* Las limitaciones de tiempo (TIME), restricciones de memoria (STOR) y la complejidad de la plataforma (PVOL) afectan la estimación solo cuando su importancia es muy alta, si su importancia es nominal o muy baja, la estimación no varía.
* Los factores de experiencia personal (ACAP, AEXP, PCAP, PEXP, LTEX, PCON) y del proyecto (TOOL, SCED, SITE) afectan de manera inversa el esfuerzo, de manera que si son muy altos, el esfuerzo será menor y viceversa.
  1. **Recomendación del uso de COCOMO II**

Con base a diferentes análisis sobre COCOMO II es recomendable su uso dentro de una empresa teniendo en cuenta que:

* El uso de COCOMO II permite tener una visión clara sobre el esfuerzo que requiere un proyecto, al tener en cuenta una visión global de la realidad de un proyecto, tales como la unidad del equipo de trabajo, la experiencia en proyectos similares, las herramientas a emplear y el resultado que se espera obtener.
* COCOMO II permite identificar falencias y riesgos en un proyecto, de manera que se pueda actuar a tiempo y mantener una buena relación con el cliente y los empleados.
* De acuerdo a los factores de escala lo ideal es que el modelo de COCOMO II sea implementado por empresas con alto de grado de madurez.
* Tener al menos un integrante en el equipo que cuente con un claro conocimiento del negocio para el cual se crea el producto. Esto garantiza la disminución del tiempo de las fases de análisis y requerimientos.
* La gestión de riesgo es unos de los factores más importantes en la estimación, por esto sería indispensable una persona que tenga experiencia en la identificación de riesgos y estrategias de desarrollo para manejarlos y mitigarlos, de tal forma que al enfrentarse a un riesgo se tenga una pronta respuesta que permita seguir la implementación del proyecto sin grandes cambios que lo afecten.
* Para el factor de complejidad es recomendable una persona que conozca el lenguaje de programación y las arquitecturas de componentes que serán utilizadas en la implementación del proyecto, esto permitirá una buena planeación y también influenciará drásticamente en la gestión de riesgos.
* En cuanto a la gestión de personal se deben contar con capacitaciones sobre el negocio y el alcance del proyecto. La motivación es una base para un equipo de trabajo ideal, para esto se podrían hacer reuniones semanales o quincenales en las que se expongan ideas para mejorar el ambiente de trabajo y aportes que pueden impactar el proyecto de una forma positiva. Valorar el trabajo con incentivos salariales o días de descanso. Importante, respetar la vida personal, las atividades por fuera del trabajo.

1. **Use Case Points**
   1. **Aplicación del Modelo**

La aplicación del modelo de casos de uso requiere de los siguientes pasos para determinar los puntos de casos de uso:

* Elaboración del Diagrama de clases
* Definición de los casos de uso
* Clasificación de los actores
* Clasificación de los casos de uso
* Determinación de los puntos de casos de uso

Cada uno de estos elementos se muestra a continuación

* + 1. **Diagrama de Clases**

Con base a la información dada se muestra el siguiente diagrama de clases para el sistema:



Ilustración 3. Diagrama de Clases

* + 1. **Clasificación de Actores**

Con base al requerimiento se identifican los siguientes actores del sistema:

Tabla 7. Actores

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Actor** | **Simple** | **Promedio** | **Complejo** | **Descripción** |
| Funcionario |  |  | **X** |  |
| Jefe funcionario |  |  | **X** |  |
| Departamento compras |  |  | **X** |  |
| Almacén |  |  | **X** |  |
| Proveedor |  |  | **X** |  |
| Gerente |  |  | **X** |  |
| Director área |  |  | **X** |  |
| Director departamento |  |  | **X** |  |
| **Totales** | **0** | **0** | **8** |  |

Teniendo en cuenta la tabla anterior se obtiene el peso de los actores sin ajuste:

***Peso Actores Sin Ajuste = 24***

* + 1. **Identificación de los Actores del Sistema**

A continuación se muestran los diagramas de casos de uso de los actores relacionados al sistema.

|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\DaVID\Desktop\images\Departamento-compras.jpg  Ilustración 4. Caso de Uso Departamento de Compras | C:\Users\DaVID\Desktop\images\Almacen.jpg  Ilustración 5. Caso de Uso Almacen |

|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\DaVID\Desktop\images\Proveedor.jpg  Ilustración 6. Caso de Uso Proveedor | C:\Users\DaVID\Desktop\images\Directivos.jpg  Ilustración 7. Caso de Uso Gerente, Director departamento, Director área |

|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\DaVID\Desktop\images\funcionario.jpg  Ilustración 8. Caso de Uso Funcionario | C:\Users\DaVID\Desktop\images\Jefe-funcionario.jpg  **Ilustración 9. Caso de Uso Jefe Funcionario** |

* + 1. **Clasificación de Casos de Uso**

Una vez identificados los casos de uso se procede a realizar su clasificación:

Tabla 8. Clasificación de los casos de uso

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Caso de uso** | **Simple** | **Promedio** | **Complejo** |
| Realizar requisición |  | **X** |  |
| Aprobar requisición | **X** |  |  |
| Solicitar cotizaciones | **X** |  |  |
| Entrega de bienes | **X** |  |  |
| Facturación | **X** |  |  |
| Reportes | **X** |  |  |
| **Totales** | **6** | **1** | **0** |

Con base a la información anterior se obtiene que:

Peso CU Sin Ajuste = (6\*10)+ (2\*5)+ (3\*5)+ (1\*5)+ (1\*5)+ (3\*5)

***Peso CU Sin Ajuste = 110***

* + 1. **Puntos de Casos de Uso sin Ajustar (UUCP)**

Finalmente se calculan los puntos de caso de uso sin ajustar:

**UUCP = ASA + CUSA**

**UUCP =24+ 110 = 134**

* + 1. **Puntos de Casos de Uso AJUSTADOS**

Finalmente se calculan los puntos de caso de uso ajustados:

**EF=1.04**

**TCF=1.1**

**AUCP=EF\*TCF\*UUCP**

**AUCP=153.296**

* 1. **Análisis de Sensibilidad**

El análisis de sensibilidad se basó en las variaciones del los factores que ajustan el modelo; se tomo como valor base el número de puntos de casos de uso calculados para el ejercicio, se vario el valor de cada uno de los factores y se midió el impacto sobre el valor total de puntos de casos de uso.

**Ilustración 10. Sensibilidad de Factores Técnicos**

La estimación representa el valor de puntos de casos de uso que resultó después del ajuste en el ejercicio, la línea azul representa el valor sin influencia de los factores, la línea roja representa el valor promedio de de influencia y la línea verde representa una influencia fuerte de los factores considerados.

En la gráfica se visualiza que los factores técnicos que modifican fuertemente el modelo son:

* T1 Sistemas distribuidos
* T2 Rendimiento o tiempo de respuesta
* T8 Portabilidad

Estos incrementan o decrementan significativamente el resultado final de los puntos de casos de uso del ejercicio, porque tienen un rango de valores más amplio que los demás factores del modelo.

Con la modificación de una sola variable que tiene impacto positivo alto, se visualiza una variación de hasta 10% aproximadamente, lo que significa que si la variable no es considerada en el modelo, en términos de desviación del tiempo y costo del proyecto resulta muy significativo. Para este ejercicio en particular este comportamiento es presentado para el factor T1 Sistemas distribuidos, de tal manera que si se convirtiera este en un punto importante que no fue considerado, resultaría en un error grave de la estimación.

Dentro de la imagen se puede visualizar también que todos los factores al tener mayor importancia en el modelo, incrementan el número de casos de uso estimado, teniendo una influencia positiva dentro de la estimación del ejercicio.

**Ilustración 11. Sensibilidad de Factores de Entorno**

Para realizar el análisis de los factores de entorno se siguió el mismo método utilizado en los factores técnicos, se realizo la estimación del ejercicio y se variaron sus posibles valores para evaluar el cambio en el resultado final de puntos de casos de uso ajustados.

A diferencia de los factores técnicos, la mayoría de los factores de entorno tienen una influencia negativa en el modelo, de manera que si su valor aumenta, el resultado final disminuye; los únicos factores con influencia positiva son F7 Trabajadores Part-Time y F8 Dificultad de los lenguajes de programación.

La grafica me permite visualizar que los factores de entorno de influencia alta son F1 conocimiento del proceso de desarrollo y F6 estabilidad de los requerimientos, siendo estos los que afectarán de mayor manera el resultado final de la estimación.

Tanto para los factores de entorno como los factores técnicos se identifica un comportamiento similar en todos los factores ya sea por tipo de impacto o influencia en particular, en cada uno de sus posibles valores alto, bajo, estándar, influencia positiva o inlfuencia negativa; dentro del modelo no existe un factor que se comporte de manera totalmente diferente a los demás, en conclusión los factores se pueden agrupar de acuerdo al tipo de impacto que causan y a su tipo de influencia, positiva o negativa, para incrementar o decrementar el resultado final. La siguiente tabla agrupa todos los factores con los criterios definidos.

Tabla 9. Tabla de Análisis de los Factores del Modelo

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Impacto | Influencia | Factor |
| **Factores Técnicos** | | |
| Alto | Positiva | T1 Sistema Distribuido |
| Alto | Positiva | T2 Rendimiento o tiempo de respuesta |
| Estándar | Positiva | T3 Eficiencia del usuario final |
| Estándar | Positiva | T4 Complejidad de procesamiento interno |
| Estándar | Positiva | T5 Reusabilidad del código |
| Bajo | Positiva | T6 Facilidades de instalación |
| Bajo | Positiva | T7 Facilidades de uso |
| Alto | Positiva | T8 Portabilidad |
| Estándar | Positiva | T9 Facilidades de cambio |
| Estándar | Positiva | T10 Concurrencia |
| Estándar | Positiva | T11 Características de seguridad |
| Estándar | Positiva | T12 Provee acceso directo a terceras partes |
| Estándar | Positiva | T13 Requerimientos de entrenamiento especial |
| **Factores de Entorno** | | |
| Alto | Negativa | F1 Conocimiento del proceso de desarrollo |
| Bajo | Negativa | F2 Experiencia en la aplicación |
| Estándar | Negativa | F3 Orientación a objetos |
| Bajo | Negativa | F4 Capacidad de liderazgo de los analistas |
| Estándar | Negativa | F5 Motivación |
| Alto | Negativa | F6 Estabilidad de los requerimientos |
| Estándar | Positiva | F7 Trabajadores part-time |
| Estándar | Positiva | F8 Dificultad de los lenguajes de programación |

Adicionalmente se calcularon en qué proporción puede afectar de mayor manera cada uno de los factores de acuerdo a su impacto y se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 10. Tabla General de Variaciones de los factores

|  |  |
| --- | --- |
| **Variaciones de los factores** | |
| Factores altos | 0.14 |
| Factores bajos | 0.035 |
| Factores estándar | 0.07 |

Finalmente como parte del análisis de sensibilidad del proyecto se identificaron los casos extremos para el modelo, identificando cuales son los multiplicadores extremos que pueden ocurrir, de acuerdo a esto el tamaño inicial en puntos de casos de uso puede multiplicarse hasta por 2.295 o 0.255 en el caso mas optimista o pesimista.

Tabla 11. Tabla General de Variaciones del Modelo

|  |  |
| --- | --- |
| Variaciones del modelo | |
| Factor multiplicador más alto | 2.295 |
| Factor multiplicador más bajo | 0.255 |
| Sin factores de influencia | 0.84 |

* 1. **Recomendación del uso de Use Case Points**

En el momento en el que se hace uso dl método de estimación puntos de casos de uso se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

El modelo es subjetivo al evaluador desde la clasificación de clases, actores y casos de uso, y se debe intentar estandarizar la manera en la que se genera cada uno de estos artefactos.

EL modelo considera unos factores que pueden agruparse por el tipo de influencia e impacto, de estos factores es importante tener en cuenta aquellos que me elevan el riesgo de no completar el objetivo de mi proyecto; es decir aquellos con tienen influencia negativa y aquellos que tienen un impacto alto. La recomendación es que estos factores deben ser evaluados con total honestidad y debe realizarse un ejercicio juicioso para determinar su valor.

1. **Referencias**

Herramienta base para generar el modelo de cocomo en el que se realizó la sensibilización

www.techno-soft.com/.../**Cocomo**\_**II**\_Estimation.xls

1. Tomado del documento csof5101 - enunciadoTallerPuntosFuncionales.pdf, escrito por el Profesor Rafael Meneses MSc. en la clase de Conceptos Avanzados de Ingenieria de Software, Uniandes – ECOS 2011. [↑](#footnote-ref-1)