

# PROGRAMAS DE ADQUISICIÓN: LA GESTIÓN DE REQUISITOS

Francisco ANTÓN BRAGE



*Sabemos por qué fracasan los proyectos, sabemos cómo evitarlo, entonces... ¿por qué siguen fracasando?*

Paradoja de Cobb.

## Introducción



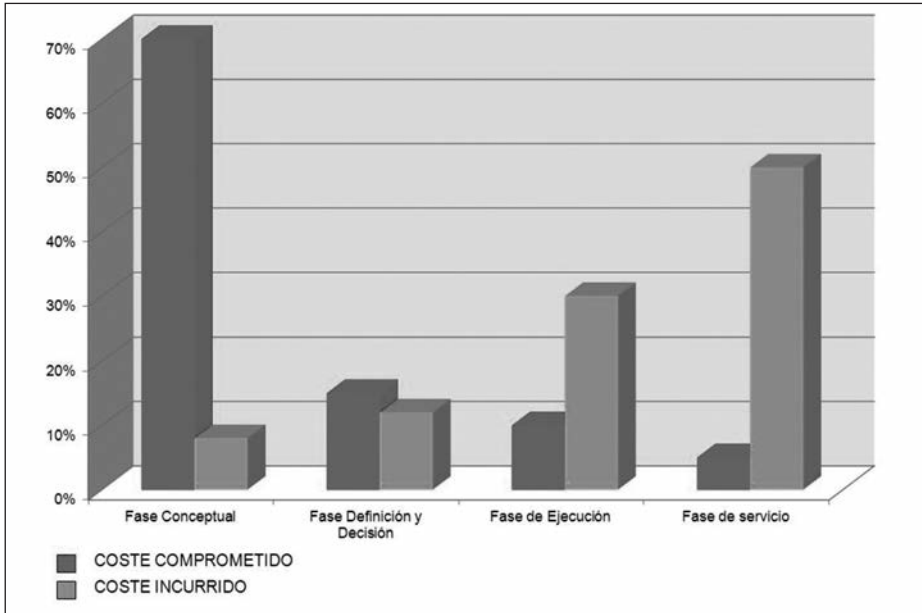
OS requisitos constituyen un aspecto inherente a todo proceso de adquisición. Dicho proceso se inicia con la identificación de una necesidad, continúa con la obtención y fase en servicio del sistema que satisface dicha necesidad y finaliza con la baja de este.

Antes de la obtención del sistema es necesario transformar esa necesidad, primero en una serie de requisitos operativos o funcionales, técnicos, logísticos y físicos, y posteriormente en unas especificaciones técnicas del sistema.

De acuerdo con lo establecido en la Instrucción 67/2011 del secretario de Estado de Defensa (SEDEF), que regula el proceso de obtención de recursos materiales, esta transformación se desarrolla principalmente durante dos fases:

- La conceptual.
- La de definición y decisión.

Durante estas dos fases, si bien el gasto incurrido es pequeño, se produce el mayor compromiso en coste de todo el proceso de obtención del sistema. Por otra parte, está demostrado que el coste de los cambios tiene una tendencia exponencial a medida que avanza el proceso. Estos dos hechos marcan el impacto de las decisiones que se tomen durante las dos primeras fases del



Coste comprometido comparado con coste incurrido.  
(Fuente: *Incose Systems Engineering Handbook*).

proceso y establecen la necesidad de que dichas decisiones sean lo más precisas posible.

El objetivo de la gestión de requisitos es reducir el riesgo de incurrir en sobrecostes y en retrasos, o de recepcionar sistemas que no contribuyen a satisfacer la necesidad que les dio origen.

En una aproximación simple, se puede considerar que la gestión de requisitos consta de los siguientes procesos: obtención y documentación de los requisitos, el control de los cambios y la verificación de requisitos.

### La obtención y documentación de requisitos

De acuerdo con la Instrucción 67/2011 del SEDEF, antes de comenzar la fase de ejecución en un proceso de obtención es necesario desarrollar previamente la Especificación de Diseño (EDD). Esta es el resultado de un proceso iterativo y recurrente de toma de decisiones que permite convertir una necesidad en unas especificaciones técnicas del sistema.

¿Cómo abordar dicho proceso minimizando los riesgos? La respuesta se puede encontrar en la metodología de la Ingeniería de Sistemas (IS) como

proceso estructurado que transforma requisitos en especificaciones, arquitecturas y líneas de referencia de configuración y que además permite la verificación de requisitos y la validación del sistema.

Aunque no es objeto de este artículo el profundizar en el conocimiento de la Ingeniería de Sistemas, creo que es conveniente transmitir unos conceptos básicos que, en el caso de que el lector así lo desee, se podrían complementar con la lectura de los estándares aplicables (1) a dicha disciplina:

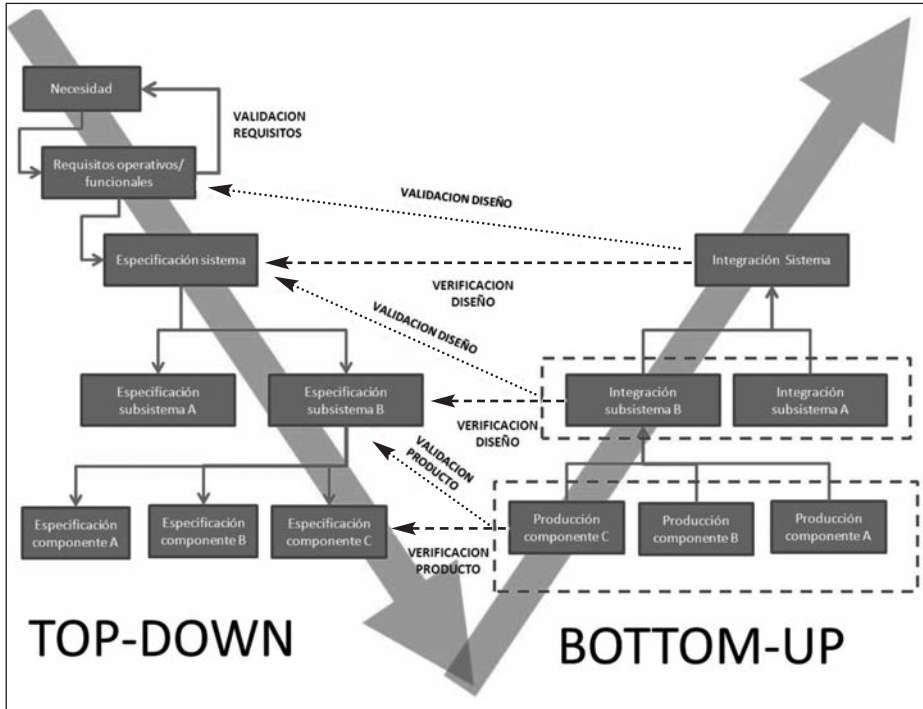
- Está basada en el modelo en «V», según el cual las actividades de definición y diseño (parte izquierda de la «V») se realizan siguiendo una aproximación de arriba abajo (*TOP-DOWN*), mientras que las actividades de realización y verificación del producto (parte derecha de la «V») se realizan siguiendo una aproximación de abajo arriba (*BOTTOM-UP*). En ambas aproximaciones las actividades se realizan de forma iterativa por niveles, de forma que la salida de un nivel constituye la entrada del siguiente.
- En la aproximación *TOP-DOWN*, el nivel superior está constituido por la necesidad identificada. Sucesivamente se van conformando los siguientes niveles:
  - Requisitos operativos o funcionales.
  - Especificación del sistema.
  - Especificación de subsistemas.
  - Especificación de componentes.
- En la aproximación *BOTTOM-UP*, el primer nivel está constituido por los componentes. La integración de estos conforma el nivel de subsistemas y la integración de los subsistemas conforma el nivel de sistema. Esta aproximación permite la verificación de los componentes, subsistemas y sistema (comprobación del cumplimiento de las respectivas especificaciones) y la validación del sistema (comprobación de que el sistema cumple con los requisitos operativos y funcionales y por tanto cubre la necesidad que le dio origen).

Desde mi punto de vista, la aplicación de la metodología de IS desde las primeras fases del proceso de adquisición tiene las siguientes ventajas:

- Optimiza el proceso de decisión en etapas tempranas con el consiguiente impacto en el coste comprometido.
- Facilita la gestión técnica de un programa.

---

(1) IEEE 1220; EIA 632; ISO 15288.



Ingeniería de Sistemas: modelo en «V».

- Facilita la gestión de riesgos en las fases iniciales, así como la transición a fases posteriores.
- Facilita la gestión de la configuración y el establecimiento de líneas de referencia (*baselines*), fundamentales para el control del diseño.
- Facilita la trazabilidad entre los distintos niveles de requisitos, así como su priorización.
- Facilita el establecimiento de los métodos de verificación de requisitos, así como la definición de matrices de trazabilidad de verificación de requisitos.
- Permite evaluar, mediante evidencias objetivas, el grado de cumplimiento de los requisitos mediante la verificación de estos y la validación del sistema.
- Facilita la consistencia entre los requisitos de los diferentes niveles.

Para una obtención completa de requisitos es necesario identificar todas las «partes interesadas/involucradas» (*stakeholders*) en el ciclo de vida del siste-

ma que se adquiere, ya que, normalmente, son origen de requisitos no funcionales (p. e: de ejecución, legales, de mantenibilidad, de fiabilidad, de gestión de la calidad...), que pueden dar lugar a restricciones aplicables al sistema. Una vez obtenidos los requisitos hay que documentarlos. Esta es una tarea que puede resultar más complicada de lo que podría parecer en un principio. De hecho, diversos estudios realizados de forma periódica desde el año 1995 por la firma de consultoría The Standish Group y documentados en los informes denominados *Chaos Reports* indican que una de las causas con mayor influencia en la no consecución de los objetivos de los proyectos está directamente relacionada con atributos de los requisitos no deseables (indeterminados, volátiles, no maduros...). Basado en lo anterior, en el proceso de documentación se deberían tener en cuenta los atributos de lo que se considera un buen requisito:

- Claro y conciso: se debe evitar el encadenamiento de requisitos mediante el uso de conjunciones. No debe ser ambiguo, de forma que admita múltiples interpretaciones.
- Completo: incluye toda la información necesaria para definir el producto, y por tanto no deja cuestiones abiertas.
- Consistente: no debe plantear contradicciones con otros requisitos ni tampoco generar redundancia.
- Trazable: debe tener un código único que lo identifique, de forma que permita que pueda ser controlado durante todo el proceso de obtención.
- Alcanzable: debe poder conseguirse con la tecnología existente, dentro del presupuesto asignado y en los plazos establecidos.
- Medible.
- Verificable: debe ser posible verificar su cumplimiento.

Por otra parte, como contingencia frente al riesgo de que no todos los requisitos se puedan cumplir, se debería establecer una priorización entre ellos de forma que se diferenciase entre aquellos que son de cumplimiento obligatorio y otros cuyo cumplimiento sería deseable. Teniendo en cuenta que los requisitos expresan una necesidad del usuario, los esfuerzos necesarios que conlleva su definición se deben focalizar en establecer el «qué» y no el «cómo», evitando mezclar el requisito en sí con soluciones de diseño u otro tipo de información. Los requisitos deben especificar lo que el sistema tiene que hacer, pero no debería establecer cómo tiene que hacerlo.

## **El control de los cambios**

A medida que se desarrolla el proceso de obtención es habitual que haya cambios en los requisitos, bien porque se modifiquen los existentes o porque

surjan otros nuevos. Se pueden distinguir tres subprocesos dentro del proceso de control de cambios.

- La evaluación del impacto.
- La aprobación del cambio.
- La documentación del cambio.

Normalmente, el primer paso antes de consolidar un cambio de requisitos es evaluar su impacto. Para realizar esta tarea es fundamental que esté clara la trazabilidad entre requisitos. De esta forma se podrá evaluar de forma eficaz la influencia que tiene el cambio, tanto en los requisitos que se encuentran «aguas arriba», en los situados «aguas abajo», así como en la documentación asociada que se haya generado. Además permite garantizar la consistencia entre todos ellos.

Antes de implementarse el cambio, debe seguir un proceso de aprobación que debería estar definido de antemano. Como ya se comentó anteriormente, en un sistema complejo existen normalmente varios niveles de requisitos (operativos, especificaciones de sistemas y subsistemas, de componentes, etc.). Es razonable pensar que existan diferentes procesos de aprobación en función del nivel de requisitos de que se trate.

Por último, es necesario documentar el cambio realizando la modificación de todos los documentos que se vean afectados por el mismo. Este proceso está directamente relacionado con la gestión de la configuración de un programa y en particular con el registro de la configuración y el establecimiento de líneas de referencia (*baselines*).

## La verificación de requisitos (2)

El éxito en un programa de obtención se logra si el sistema que se obtiene cumple con la terna formada por: requisitos, plazo y coste.

---

(2) Existe una cierta confusión entre los términos validación y verificación. Las siguientes definiciones están extendidas en el ámbito de la gestión de proyectos:

- Validar un sistema: comprobar que se construye el sistema correcto. El sistema cumple con lo que se espera de él.
- Verificar un sistema: comprobar que el sistema se construye de forma correcta. El sistema cumple con la especificación de diseño.
- Validar requisitos: comprobar que los requisitos están bien definidos, están completos y son consistentes.
- Verificar requisitos: comprobar que cada requisito se ha satisfecho.

La comprobación del cumplimiento con los requisitos tiene lugar en el proceso de verificación. Previamente, durante el proceso de identificación y documentación de requisitos se debería establecer el método de verificación y, en la medida de lo posible, los criterios de aceptación.

Los métodos de verificación más usuales son:

- Demostración.
- Análisis o simulación.
- Prueba.
- Inspección.

Durante la fase de planificación del programa es necesario definir lo que se conoce como la matriz de trazabilidad de verificación de requisitos. En dicha matriz se establece para cada uno de ellos el método de verificación y el registro que va a evidenciar el cumplimiento (plano, registro de inspección, documento de compra, informe de prueba, certificado, etcétera).

Esta matriz constituye además una herramienta para llevar la contabilidad del cumplimiento de requisitos y por lo tanto evidenciar, de forma objetiva, el grado del cumplimiento del sistema.

## Herramientas de gestión de requisitos

En los Programas Especiales de Armamento, la cantidad de requisitos que llevan asociados hace que sea muy difícil su gestión sin el uso de herramientas específicas.

Existe una amplia oferta en el mercado, por lo que se podría escoger aquella que más se adapte a las necesidades. En general, todas se basan en sistemas centralizados de gestión de bases de datos para almacenar la información correspondiente a los requisitos, que suelen consistir en párrafos de texto libre con una serie de atributos predefinidos y a los que la mayoría de herramientas permiten añadir nuevos atributos definidos por el usuario. La mayor parte de ellas trabajan con una estructura jerárquica de requisitos, de forma que uno de ellos puede estar asociado a otros.

En el caso del programa de fragatas para la Marina noruega, la herramienta elegida fue la RDD-100. En el caso de los programas desarrollados por Navantia para la Marina australiana, el *software* utilizado es el DOORS (*Dynamic Object Oriented Requirements System*).

Estas herramientas deberían ser utilizadas desde las primeras fases del proceso de adquisición.

## Conclusiones

Desde mi punto de vista, la gestión de los requisitos constituye uno de los pilares básicos sobre el que se sustenta el éxito de un programa de adquisición.

Los recursos empleados en las primeras fases del programa deberían ser consistentes con el impacto de las decisiones que en ellas se toman.

El uso de herramientas específicas facilita la gestión de los cambios, así como el control sobre la verificación de los requisitos.

## BIBLIOGRAFÍA

Instrucción 67/2011 del secretario de Estado de Defensa por la que se regula el Proceso de Obtención de Recursos Materiales.

Chaos Report 20082. The Standish Group.

*Guía práctica de gestión de requisitos*. Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación.

TERRY BAHILL, A., y F. DEAN, A.: *Discovering System Requirements*.

HOOKS, Ivy F.: *Managing Requirements*.

R. HOFF, Patrick: *Translation of user needs to system requirements*.

ROSIQUE, María Francisca, JIMÉNEZ, Manuel; SÁNCHEZ, Pedro: *Evaluación de herramientas de gestión de requisitos*.

