



# TESIS DOCTORAL

PROCEDIMIENTO DE ESTIMACIÓN DEL COSTE DEL CICLO  
DE VIDA DE UN SISTEMA DE ARMAS EN ESPAÑA.

Javier Pastor Sánchez  
Enseñanza Militar de Grado Superior.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA**

INSTITUTO UNIVERSITARIO GENERAL GUTIÉRREZ MELLADO

Director : Jesús Alberto Perdices Mañas

Tutora : Alicia Gil Gil

2.015



# TESIS DOCTORAL

PROCEDIMIENTO DE ESTIMACIÓN DEL COSTE DEL CICLO  
DE VIDA DE UN SISTEMA DE ARMAS EN ESPAÑA.

Javier Pastor Sánchez  
Enseñanza Militar de Grado Superior.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA**

INSTITUTO UNIVERSITARIO GENERAL GUTIÉRREZ MELLADO

Director : Jesús Alberto Perdices Mañas

Tutora : Alicia Gil Gil

2.015

## **Agradecimientos.**

Mi agradecimiento a Cristina, mi mujer y a mis hijos Javier y Carlos, por su paciencia y comprensión, a la Subdirección General de Contratación del Ministerio de Defensa, en la persona del General de División Eugenio Moné que, con los medios prestados, me ha facilitado la labor de investigación, al Grupo de Evaluación de Costes por el apoyo prestado tanto técnica como moralmente, dentro del Grupo a todos sus componentes y en especial al Coronel D. Francisco Arias Perero que fue junto con el General D Víctor Martínez Zaro, hace ya siete años, quienes propusieron el trabajo a investigar, a mis apreciados compañeros del GEC con los que he contado en todo momento, al Director de esta Tesis el Teniente Coronel D. Jesús Perdices Mañas, al Cuartel General de la Armada, de Tierra y del Aire, a los mandos de apoyo logísticos de los ejércitos y la Armada, a las principales empresas que contratan con Defensa y en especial a la compañía ISDEFE.

## **Notas del autor:**

- 1) La responsabilidad de las opiniones y análisis del contenido de esta investigación son del autor y no son atribuibles a ninguno de los organismos o Instituciones citados a lo largo del trabajo de investigación.
- 2) Se utiliza un gran número de siglas debido a que su uso es muy habitual en las Fuerzas Armadas de los países desarrollados, en opinión del autor se realiza un uso excesivo, por ello se incluye un índice de estos acrónimos.
- 3) La mayor parte de los documentos fuente son de autores u organizaciones que están escritos en inglés, las traducciones de la bibliografía reseñada son responsabilidad del autor.

# Procedimiento de estimación del coste del ciclo de vida de un sistema de armas en España.

## INDICE

|   |    |
|---|----|
| - <b>ACRONIMOS</b> .....  | 7  |
| - <b>INTRODUCCIÓN</b> .....   | 12 |
| <b>1. Origen de la investigación</b> .....  | 19 |
| <b>2. Objetivos de la investigación</b> .....   | 26 |
| <b>3. Metodología y fuentes</b> .....   | 27 |
| <b>4. Definiciones básicas</b> .....  | 28 |
| <br>  |    |
| - <b>CAPITULO I EL CICLO DE VIDA Y SU COSTE.</b>  |    |
| <b>1. Coste del ciclo de vida, su análisis y cálculo</b> .....  | 37 |
| <b>2. Modelos del coste del ciclo de vida</b> .....   | 45 |
| <b>3. Dirección, gestión del ciclo de vida</b> .....  | 49 |
| <br>  |    |
| - <b>CAPITULO II ESTIMACIONES DE COSTES.</b>  |    |
| <b>1. Estimaciones de costes</b> .....  | 51 |
| 1.1 Técnicas de estimación de costes.....   | 54 |
| 1.2 Herramientas para la estimación de costes.....  | 63 |
| 1.3 Parámetros y referencias usados en el cálculo de la estimación del coste....  | 65 |
| <b>2. Sistemas de información</b> .....   | 67 |
| <br>  |    |
| <b>CAPITULO III PROCEDIMIENTO PARA ESTIMAR COSTES.</b>  |    |
| <b>A) PROCEDIMIENTO PARA ESTIMAR COSTES EN UN PROYECTO.</b>   |    |
| <b>1. Estándares generalmente aceptados para estimar costes en un proyecto</b> .....                                      | 74 |
| 1.1 La planificación del alcance, coste y plazo en un proyecto mediante las<br>estructuras de descomposición básicas..... | 75 |
| 1.2 Procesos en el ciclo de vida de un proyecto.....  | 85 |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>2. Perspectiva del cliente en estimación de costes de un proyecto, programa....</b> | <b>87</b> |
|--|-----------|

**B) PROCEDIMIENTO PARA ESTIMAR EL COSTE DEL CICLO DE VIDA DE UN SISTEMA DE ARMAS DESDE LA PERSPECTIVA DEL CLIENTE.**

|   |            |
|---|------------|
| <b>1. Gestión del ciclo de vida en un programa.....</b>                           | <b>89</b>  |
| <b>2. Procedimiento de estimación del coste del ciclo de vida en la OTAN.....</b> | <b>90</b>  |
| 2.1 Estándares y normas disponibles.....  | 91         |
| 2.1.1 Procesos en el ciclo de vida de un programa OTAN.....                       | 95         |
| <b>3. Procedimiento de estimación del coste del ciclo de vida en OCCAR.....</b>   | <b>102</b> |
| 3.1 Estándares y normas disponibles.....  | 104        |
| 3.1.1 Procesos en el ciclo de vida de un programa OCCAR.....                      | 107        |
| <b>4. Procedimiento de estimación del coste del ciclo de vida en España.....</b>  | <b>111</b> |
| 4.1 Estándares y normas disponibles.....  | 111        |
| 4.1.1 Procesos en el ciclo de vida de un programa en España.....                  | 132        |

**C) COMPARACIÓN PROCEDIMIENTOS.**

|  |            |
|--|------------|
| <b>1. Del procedimiento estimación coste proyecto versus procedimiento estimación costes obtención recurso material (programa, programas) en España.....</b> | <b>136</b> |
| <b>2. Del procedimiento para la gestión del ciclo de vida de un programa en OTAN, OCCAR y España.....</b>  | <b>139</b> |
| 2.1 Comparación procedimientos de estimación OTAN , OCCAR, ESPAÑA.....   | 142        |

**- CAPITULO IV EXPERIENCIAS NACIONALES Y DE LA OTAN RELACIONADAS CON EL CASO DE ESTUDIO.**

|  |            |
|--|------------|
| <b>1. Experiencias nacionales.....</b> | <b>144</b> |
| <b>2. Experiencias de la OTAN.....</b> | <b>147</b> |

**- CAPITULO V UN ESTUDIO EMPIRICO DEL USO DE TÉCNICAS, PARAMETROS Y ESTRUCTURAS EN LAS ESTIMACIONES DE COSTES DEL CICLO DE VIDA DE UN SISTEMA DE ARMAS EN ESPAÑA.**

|   |            |
|---|------------|
| <b>1 Metodología de trabajo, población y muestra.....</b>           | <b>161</b> |
| <b>2 Instrumentos y técnicas de recolección de información.....</b> | <b>169</b> |
| <b>3 Análisis e interpretación de resultados.....</b>               | <b>170</b> |

**- CAPITULO VI UNA PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCEDIMIENTO DE ESTIMACIÓN DEL COSTE DEL CICLO DE VIDA DE UN SISTEMA DE ARMAS EN ESPAÑA Y UNA PROPUESTA METODOLOGICA PARA LA ESTIMACIÓN DEL COSTE DEL CICLO DE VIDA.**

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| <b>CONCLUSIONES.....</b>      | <b>186</b> |
| <b>BIBLIOGRAFIA .....</b>     | <b>199</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>            | <b>211</b> |
| <b>INDICE DE FIGURAS.....</b> | <b>224</b> |
| <b>INDICE DE TABLAS.....</b>  | <b>225</b> |

## ACRÓNIMOS

|        |   |
|--------|---|
| ACB    | : Técnica Análisis Coste beneficio.   |
| AECMA  | : Association Européenne des Constructeurs de Matériel Aérospatial.                         |
| ALCCP1 | : Allied Life Cycle Costs Publication.  |
| ANEP   | : Allied Naval Engineering Publication.   |
| ANAO   | : Australian National Audit Office.   |
| ANSI   | : American National Standard Institute.   |
| ATA    | : Air Transport Association.  |
| BAM    | : Programa de construcción del Buque de Acción Marítima.                                    |
| BOD    | : Boletín Oficial de Defensa.   |
| CAL    | : Concepto de Apoyo Logístico.  |
| CANOA  | : Contabilidad Análitica Normalizada de Organización Administrativa.                        |
| CARD   | : Cost Analysis Requirement Description.  |
| CBS    | : Cost Breakdown Structure.   |
| CCV    | : Coste del Ciclo de Vida.  |
| CER    | : Cost Estimating Relationship.   |
| CERD   | : Cost Estimation Requirement Document.   |
| CNAD   | : Conference OF National Armament Directors.  |
| COO    | : Cost Of Owner.  |
| COTS   | : Commercial available Off-The-Self. (Federal Acquisition Regulation term).                 |
| CPM    | : Critical Path Method.   |
| CSDP   | : Capacidades de Defensa de la Unión Europea para la seguridad común y política de Defensa. |
| DADD   | : Data and Assumptions Definition Document.   |
| DCAA   | : EEUU Defense Contract Audit Agency.   |

DDP : Directiva de Programa.

DDR : Documento de Requisitos.

DDV : Documento de Viabilidad.

DGAM : Dirección General de Armamento y Material del Ministerio de Defensa Español.

DIGENECO : Dirección General de Asuntos Económicos del Ministerio de Defensa Español.

DIGENIN : Dirección general de Infraestructura.

DIMAN : Dirección de Mantenimiento de la Armada Española.

DNO : Documento de Necesidad Operativa.

DNF : Documento de Necesidad Funcional.

Dod : Department of Defence EEUU.

EDA : Agencia Europea de la Defensa.

EDC : Estructura de descomposición de costes. (En MINISDEF ESDC)

EDCCV : Estructura de descomposición del Coste del Ciclo de Vida (LCCBS).

EDD : Especificaciones de Diseño.

EDT : Estructura de descomposición de trabajo de Tareas. (En MINISDEF ESDT)

EDR : Estructura de descomposición de Recursos.

EDP : Estructura de descomposición del Producto. (En MINISDEF ESDP )

EGDC : Estructura genérica de descomposición de costes. (GCBS)

ERP : Enterprise Resource Planning.

EVM : Earned Value Management.

FAS : Fuerzas Armadas.

FAR USA : Federal Acquisition Regulations USA.

GALIA : Gestión de Apoyo Logístico Integrado en la Armada Española.

GAO : USS Government Accountability Office.

GCBS : Generic Cost Breakdown Structure.

GDC : Grupo de Coste.

GLCCBS : Generic Life Cycle Cost Break Structure.

GEC : Grupo de Evaluación de Costes.

ILS : Initial Logistic Support.

ISDEFE : Ingeniería de Sistemas para la Defensa de España S.A.

ISO/IEC : International Standards Organisation/International Electro technical Commission.

ISPA : International Society of Parametric Analysts.

I+D+i : Investigación, Desarrollo e innovación.

JAL : Jefatura de Apoyo logístico de la Armada Española.

LCC : Life Cycle Cost.

LCCBS : Life Cycle Cost Break Structure.

LCM : Life Cycle Management.

LCSP : Ley de Contratos del Sector Público.

MDAL : Master Data and Assumptions List.

MINISDEF : Ministerio de Defensa.

MoD : Ministry of Defense.

NASA : National Aeronautics and Space Administration.EEUU.

CALS : Continuous Acquisition and Life-cycle Support.

NC3A : NATO Consultation, Command and Control Agency.

NIAG : NATO Industrial Advisory Group. Grupo consultivo Industrial de la OTAN. Armamento de armamento.

NODECOS : Normas sobre los criterios a emplear en el cálculo de costes en determinados contratos de suministros, consultoría y servicios del Ministerio de Defensa.

NOMENCLATOR: Traducción, adaptada a las necesidades de la Armada, de la publicación de la US Navy, titulada "EXPANDED SHIP WORK BREAKDOWN STRUCTURE" (ESWBS), evolución, a su vez, de otras dos publicaciones: el BSCI (Bureau of Ships Consolidated Index) y el SSIC (Standard Subject Identification Codes).

NSA : NATO Standardisation Agency.

NSR : Requisitos de Estado mayor.

OBS : Organization Breakdown Structure.

OCCAR : Organización Conjunta para la Cooperación de Armamento.

OEM : Objetivo de Estado Mayor.

OFC : Objetivo de fuerza conjunto.

OGC : Office of Government Commerce of England.

OMP : OCCAR Management Procedure.

ORM : Objetivo del Recurso Material.

OSCAM : The Operating and Support Cost Analysis Model.

OTAN : Organización del Tratado del Atlántico Norte.

PAPS : Phased Armament Programming System.

PBS : Product Breakdown Structure.

PECAL : Publicación Española de Calidad.

PERT : Programa de evaluación y revisión técnica.

PFG : Price Forecasting Group.

PMBOOK : A Guide to the Project Management Body of Knowledge.

PMI : Project Management Institute.

REM : Documento de Requisitos de Estado Mayor (Sustituye al NSR).

ROM : Rough Order of Magnitude.

RRHH : Recursos Humanos.

RTO : Research and Technology Organisation.

SAS : System analysis and studies.

SCEA : Society of Cost and Estimating and Analysis.

SECODEF : Sistema de Estimación de Costes y Precios del MINISDEF .

SEDEF : Secretario de Estado para la Defensa.

SIDAE : Sistema Informático de Dirección y Administración Económica.

SLCM : System Life Cycle Management.

SOI : System of interest, Sistema de interes.

SOPT : Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica de la Defensa.

SOW : Statement Of Work.

STSC : Special Team on Ship Costing.

TLBM : Through Life Business Model.

TLM : Through Life Management.

TLIM : Through Life Information Management Strategy.

TOC : Total Owner Cost.

UCAV : Unmanned Combat Air Vehicle.

USAF : United States Air Force.

WBS : Work Breakdown Structure.

## - INTRODUCCIÓN.

Platón y Aristóteles reflexionan en la antigüedad sobre la organización social de la Defensa, Maquiavelo escribe acerca de los gastos en la milicia y en la guerra. En la edad media los mercantilistas subordinan la economía a la política del poder. Entre los clásicos Adam Smith<sup>1</sup> clasifica la defensa nacional como el gasto más relevante y defiende la existencia de ejércitos profesionales. En el año 1995 Hartley K, y Sandler T,<sup>2</sup> plantean una definición integral de la economía de la defensa “El estudio de la asignación de recursos, distribución de la renta, crecimiento económico y estabilización aplicados a temas relativos a la defensa”. En el año 2001 estos autores recogen, en su libro “The economics of Defence”, los debates que, en la década de los 1990, sobre esta cuestión produjeron diversos autores (Intriligator, Reppy, Jones-lee y McClelland). En la década actual Fonfria<sup>3</sup> al opinar sobre su alcance concluye: “La multitud de aspectos que se abordan hoy día bajo el encabezamiento de esta sub-disciplina subrayan lo complejo de su análisis, que recorre ámbitos como el presupuestario, el de los bienes públicos, el de la industria y los mercados internacionales o el del medioambiente, el desarme y el terrorismo”.

La Defensa y la Seguridad constituyen un bien público y la provisión y prestación de los bienes y servicios públicos es una responsabilidad irrenunciable e indelegable del Estado, lo que justifica la necesidad de su intervención. No obstante, conviene diferenciar entre la provisión del bien público que está en manos de las Fuerzas Armadas y la producción de los bienes y servicios necesarios para su prestación, actividad que, en muchas ocasiones, está en manos del sector privado.

El Sector Económico de la Defensa está constituido por un grupo de empresas que le facilita la provisión de bienes y servicios. En este grupo de proveedores se pueden distinguir dos tipologías: por una parte, los proveedores de bienes y servicios de uso general para las Fuerzas Armadas y para la propia sociedad y, por otra parte, los proveedores de productos más específicos de las Fuerzas Armadas que, genéricamente, se han convenido en llamar Armamento y Material.<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> SMITH, A. 1.776. *La Riqueza de las naciones*. Libro quinto. Londres. W Straham. Capítulo 1. Parte 1

<sup>2</sup> HARTLEY Y SANDLER. 1.995. *Handbook of Defence economics*. Vol 1 North Holland. Amsterdam. (p. 6)

<sup>3</sup> FONFRIA MESA, 2.012. “Sobre la naturaleza y alcance de la economía de la defensa. 79/2012”. *Instituto Español de Estudios Estratégicos*. Madrid. p.18

<sup>4</sup> ESPAÑA. MINISDEF. 2.010. Cuadernos de Política Industrial de Defensa. Madrid. Secretaría General Técnica. p. 8. NIPO: 076-10-056-2. <<[www.potalcultura.mde.es/galerias/publicaciones/fichero7cuaderno\\_isdefe02.pdf](http://www.potalcultura.mde.es/galerias/publicaciones/fichero7cuaderno_isdefe02.pdf)>> [ Consulta 10/01/2015 ]

Dentro del armamento y material el producto principal, objeto de esta investigación, es el sistema de armas. Se define este como el conjunto formado por la plataforma terrestre, naval, aérea, espacial, los sistemas de mando y control integrados, los equipos que lo componen y equipos auxiliares de todo tipo que lleve asociado.<sup>5</sup> Estos sistemas están diseñados ad hoc, se producen en series cortas, con alto contenido tecnológico, muy complejos, sometidos a constante modernización y de gran durabilidad. Cuanto más avanzados tecnológicamente sean, más posibilidad de éxito tienen cuando se miden con otros sistemas, esta complejidad está disparando de forma exponencial los costes de su apoyo logístico.

Los condicionantes expuestos hacen que la Industria de Defensa tenga que realizar grandes inversiones para su desarrollo y producción, entre estas inversiones destacan las de I+D+i, inversiones que no pueden ser aprovechadas en el ámbito civil. Todo ello, unido al carácter proteccionista que el estado ha brindado a esta industria vía subvenciones, adjudicaciones, etc. supone para otras empresas grandes barreras de entrada, lo que fomenta la formación de oligopolios o monopolios, tesis que es apoyada, entre otros, por Jean Tirole.<sup>6</sup>

Cuando hablamos de subvenciones nos estamos refiriendo a espirales de ineficiencia como la que cita Fonfria: “El poder de negociación de las grandes empresas –contratistas principales– les permite rentabilizar sus actividades en el negocio militar trasladando los mayores costes a los precios generando así, una cierta espiral de ineficiencia tanto mayor cuanto mayores son los costes en los que se incurre –si el contrato se basa en un margen sobre el coste.”<sup>7</sup> De esta forma, si las grandes empresas españolas trasladan en los bienes que contratan un precio superior a las Fuerzas Armadas, ello les permite repercutir menores precios a otros clientes nacionales o extranjeros como estrategia de penetración en mercados en los que no tiene presencia o su presencia es pequeña, esta estrategia no incentivaría la innovación tecnológica ni la eficiencia, permitiendo crear un mercado subsidiado por las FAS españolas.

La elasticidad precio de la demanda en los sistemas de armas es muy reducida, con lo que la variación de precios no provoca modificaciones en la demanda, ello unido a la permisividad que muestran y han mostrado los Ministerios de Defensa para que la industria traslade los aumentos de los costes,

---

<sup>5</sup> ESPAÑA. MINISDEF. SEDEF. Instrucción 5/2008 de 15 de enero por la que se regula el sostenimiento del armamento y material. *BOD* núm. 14 de 21/01/2008. Disposición tercera-1

<sup>6</sup> TIROLE J, 2.014. *Market Power and Regulation*. Economics Science Prize Committee. Stockholm. p. 18, 21,30

<sup>7</sup> FONFRIA ALVAREZ A. 2.009. “Efectos del gasto militar sobre la rentabilidad de la industria de defensa en España” *Instituto de Estudios Fiscales*. Universidad Complutense de Madrid. p. 22.

razonables o no, a los precios y que las Fuerzas Armadas (FAS) están más preocupadas por las especificaciones técnicas del producto y por la funcionalidad de lo que compran, que por su precio unitario, lleva a un inevitable encarecimiento de los programas militares aceptado por los Ministerios de Defensa, bien por razones estratégicas o por razones políticas. No obstante, es necesario tratar de cuantificar lo que el mercado determina como un precio<sup>8</sup> justo y razonable y aislar esos sobrecostes en todas y cada una de las fases del ciclo de vida de un sistema.

El ciclo de vida de estos sistemas de armas se define como el intervalo de tiempo que discurre entre la concepción del producto y su retirada de servicio. La técnica del coste del ciclo de vida (CCV) es el proceso de recolección, interpretación, análisis de datos, aplicación de herramientas y técnicas cuantitativas para predecir los recursos necesarios, en cualquier paso, del ciclo de vida de un sistema de interés.<sup>9</sup> Los costes del ciclo de vida serán el resultado de este proceso.

El CCV del producto, desde la perspectiva del cliente, se refiere al conjunto de todos los costes relacionados con un producto o servicio durante su tiempo de vida, comprende la investigación, desarrollo, adquisición, operación, apoyo logístico, mantenimiento, modernización y retirada del bien. El periodo de vida de estos sistemas suele oscilar entre 20 y 50 años.

Cuando surge la necesidad de cubrir una capacidad de defensa y posteriormente decidir cuál de los sistemas de armas es el más adecuado, es necesario determinar el compromiso de recursos que originará su obtención, uso y retirada en el tiempo (ciclo de vida). Ese ciclo de vida es el que por su complejidad se ha dividido en fases y etapas. Para cada una de las fases y etapas nos encontramos con un problema distinto a la hora de estimar los costes que en un futuro producirá. La conjunción de estos problemas se ha unificado en una técnica que es denominada “Coste del ciclo de vida” mediante la cual tratamos de anticipar y periodificar en el tiempo el empleo de recursos por parte de Defensa. No solo hemos de estimar el I+D+i necesario, el desarrollo y la adquisición del sistema en cuestión, sino que además es necesario estimar el mantenimiento que producirá una tecnología que en ocasiones no

---

<sup>8</sup> En el contexto de la investigación cuando hablemos de precio se entenderá como la suma del coste y el beneficio que obtiene el contratista. En la presente investigación trataremos el coste, siendo el beneficio un tema que debe ser tratado diferenciadamente. Sin embargo en el contexto de la investigación al hablar del coste del ciclo de vida se mezclan precios y costes, los internos de la organización son costes pero los externos de la organización (contratos) son precios, sin embargo se engloban en la catalogación de costes dentro del estudio del coste del ciclo de vida.

<sup>9</sup> NATO, RTO. 2.009. *Code of Practice for Life Cycle Costing*. RTO-SAS-069. RTO Publicación. Neuilly-sur-Seine, (Paris). Chapter 1. P. 1.

está implantada en el mercado, la operación de ese sistema en escenarios adversos, la formación de un numeroso personal que opere los sistemas y que rota con asiduidad, su modernización y retirada no convencional.

El estado del arte, entendido este como la forma de abordar desde el ámbito académico el problema del ciclo de vida de un sistema y la estimación de sus costes identificando como se afronta, expone, identifica, critica y soluciona, se encuentra recogido en unos pocos autores entre los que destacan Blanchard, B & Fabricky W que, entre otros, son citados a lo largo de la investigación. A pesar de que esta técnica se desarrolló hace más de 50 años aún no hay consenso en la metodología que permita afrontar de una forma común la estimación de su coste.

En estos antecedentes observamos que es este un problema muy específico de la defensa nacional, puesto que el mercado de bienes civiles de inversión, por lo general, es libre, no regulado, menos complejo tecnológicamente y en el que la tecnología tiene un valor económico negociable. Aunque esta problemática del coste del ciclo de vida (CCV) es común a unos pocos bienes de inversión, por lo general sus ciclos de vida no son tan complejos como el de un sistema de armas. Por ello la aplicación y desarrollo de las ideas expuestas por los autores citados se encuentran lideradas por las organizaciones de Defensa de los países desarrollados.

Desde esta perspectiva del cliente, para cuantificar el CCV, además de estimar los costes externos (contratos) es necesario estimar los costes internos (p.ej.: operación) que normalmente estarán basados en históricos de la organización. Por ahora, en España no se estiman los costes internos totales de los sistemas pues carecemos de los medios para hacerlo (contabilidad de costes recientemente implantada, costes históricos difícilmente accesibles, bases de datos heterogéneas, etc.). Respecto a la estimación de los costes externos (contratos) de sistemas desarrollados, como técnica de estimación, es frecuente realizar una investigación de mercado. Cuando en estos contratos de obtención (investigación, desarrollo y adquisición), modernización, mantenimiento de un sistema de armas u otros nos encontremos que únicamente una empresa este capacitada para poder realizar la prestación, no podremos realizar la investigación y deberemos acudir a otras técnicas.

Esta circunstancia de demandante único y ausencia de oferentes conduce a que los contratos no pasen por una licitación abierta, en la Ley de Contratos del Sector Público, (LCSP)<sup>10</sup>, este caso, entre otros, es el que se conoce como procedimiento negociado de contratación y ocurre con mucha frecuencia en la obtención de sistemas de armas en España, con lo que será objeto de especial atención en esta investigación.

En este escenario descrito conviven un oligopolio, en algunos subsectores un monopolio, en la oferta y un monopsonio, situación de fallo de mercado que aparece cuando en un mercado existe un único consumidor en lugar de varios, en la demanda y por lo general afecta a todos los Ministerios de Defensa.<sup>11 12</sup> En estos casos el monopsonista puede obtener un precio<sup>13</sup> inferior al valor marginal del bien dependiendo de la elasticidad de la oferta del mercado. Pero este poder se contrarresta con la fortaleza que tiene el monopolio u oligopolio para manejar la información y el elevado coste de todo tipo que supone el remplazar al suministrador. Este tipo de estructuras de mercado da lugar a comportamientos muy alejados de la competencia perfecta, incidiendo negativamente en las empresas y en los Ministerios de Defensa. En estos monopolios regulados y en los casos de adjudicación por procedimiento negociado sin publicidad, para la determinación y fijación de los precios de estos y con el fin de sustituir los mecanismos de un mercado competitivo, se requiere una correcta estimación de sus precios y la evaluación de los costes presentados por las empresas; con estas actuaciones reguladas tratamos de asegurar la razonabilidad de este tipo de contratos.

Cuando se produce esta escasa o nula competencia en los contratos externos de los sistemas a obtener, se carece de referencias que permitan considerar el *precio* de un contrato, fijado o que está en proceso de fijarse, como el *adecuado*,<sup>14</sup> es entonces cuando más precisamos de una ayuda que nos permita reproducir el precio que se formaría en un mercado sin estas imperfecciones. En estos casos tan atípicos medir la prestación para fijar un precio es muy complejo, por lo que requiere de técnicas de análisis avanzadas que reproduzcan el precio de adquisición que se formaría en un mercado perfecto.

---

<sup>10</sup> ESPAÑA. RD Leg 3/2011 de 14 de noviembre, Texto Refundido de la Ley Contratos del Sector Público. *BOE*, 15 nov 2.011, núm 276, Artículo 170.

<sup>11</sup> ÁLVAREZ, I. y FONFRÍA, A. 2.000 “Estructura e innovación en la industria de defensa española”, *Economistas*, Madrid, n.º 85. pp. 102-121.

<sup>12</sup> GIL, J.A. 2.002. *Reestructuración de la industria de defensa en España*. Madrid. Minerva Ediciones. pp. 53-76.

<sup>13</sup> En el contexto de análisis de costes y precios en el ámbito de defensa hablaremos de precio como la suma de los costes admisibles en un contrato, incrementado con el beneficio que se pacte con el contratista.

<sup>14</sup> ARIAS F, PASTOR J . 2.009. “La determinación del precio en ausencia de mercado”. *La Ley. Revista Practica*. Madrid. Año 9 N° 89. p. 7

Con la estimación que realice el Ministerio de Defensa (MINISDEF) y la comparación con la que presente el futuro contratista, que estará basada en los costes de esta empresa, costes que podrán ser evaluados por defensa antes durante y después de la ejecución del contrato, trataremos de sustituir esa carencia de referencias que se produce en la negociación ( negociación que se produce en desventaja pues la información de que dispone la administración es incompleta y asimétrica y ello permite a las compañías reguladas disfrutar de una renta y reduce el poder de los planes de incentivos haciendo que los esfuerzos por alcanzar estos decrezcan).<sup>15</sup> Esta asimetría se corrige invirtiendo la administración en medios de control, como poner límite a los precios, precios basados en costes, beneficios y sus normas. Estos medios de control producen un aumento de costes en el MINISDEF, la elección de un medio de control u otro debería estar orientada a la reducción de costes, a la inversión en medios y a fomentar la competitividad.

La formación de precios en estos mercados imperfectos y en condiciones de equilibrio parcial es estudiada por la Economía Industrial que analiza las interdependencias de las empresas dentro de los mercados, estudia sus condiciones, el comportamiento de las empresas y los resultados económicos. Para corregir estos desequilibrios la economía Industrial recomienda que el estado desarrolle una regulación económica, fomente la política de defensa de la competencia y ejerza política industrial para promover la competitividad del sector. Concretamente la intervención de los poderes públicos en la economía se justifica por las ineficiencias del mercado y de la iniciativa privada, por ello entre las razones para intervenir se cita como primera cuando el sistema de libre competencia no asegure una eficiente asignación de recursos que deriva en fallos de mercado.<sup>16</sup>

Ejercer la política industrial y fomentar la política de defensa de la competencia se escapan del alcance de esta investigación, respecto a la regulación económica que persiga evitar estas ineficiencias, el papel del Estado es establecer una política de precios justa para ambas partes que equilibre estas desigualdades. Esta política es abordada por nuestro regulador en dos normas principalmente:

---

<sup>15</sup> LAFFONT, J TIROLE J, 1993. *A theory of incentives in procurement and regulation*. Cambridge. MIT Press p. 77

<sup>16</sup> LUCENA M, REPULLO R. 2.013 *Ensayos sobre economía y política económica. Homenaje a Julio Segura*. Barcelona. Antoni Bosch.p.23

1) Para regular los costes, entre otras medidas, el MINISDEF promulgó las normas sobre los criterios a emplear en el cálculo de costes en determinados contratos de suministros, consultoría y servicios del MINISDEF (NODECOS)<sup>17</sup>; respecto al beneficio se está desarrollando una fórmula que recoja los porcentajes que se aplicarán dependiendo de diversos factores como el tipo de contrato, el sector industrial, el riesgo, etc.

Entre los inconvenientes que el modelo regulatorio elegido, que en nuestra opinión, tiene se encuentra que:

- Se debe de contar con información continua de las empresas que contratan.
- Provee pocos incentivos para reducir costes.
- Es posible que aparezcan mecanismos de subsidios.

2) Para aplicar NODECOS se emite otra norma: “Procedimiento para la prestación de los *servicios de análisis de costes y precios* en el ámbito del Ministerio de Defensa”<sup>18</sup> que posibilita al Grupo de Evaluación de Costes (GEC) del MINISDEF a la realización de las actuaciones necesarias para que se cumplan estas normas. En esta instrucción se describen los servicios de análisis de costes y precios que prestará el GEC para proporcionar información precisa y objetiva sobre el coste de los programas. Dentro de los servicios de análisis destacan, a efectos de esta investigación, los servicios de apoyo al planeamiento de recursos, a la presupuestación, a la programación económica y a la gestión de los programas del ministerio de defensa y en concreto “La estimación de Precios y Costes de los proyectos de inversión y de los programas”.

La regulación óptima debería recompensar a la empresa que invierte para reducir costes<sup>19</sup> obteniendo así un mayor beneficio y no recompensarla cuando estos costes se reducen debido a motivos ajenos a su voluntad (bajada del precio del petróleo). Ya que, aunque la empresa sometida a regulación mediante contrato pueda ser sometida a auditoría, como es el caso que nos ocupa, estas auditorías no permiten saber si la disminución o aumento del coste es debido a la eficiencia de la empresa para poder

---

<sup>17</sup> ESPAÑA. MINISDEF. Orden ministerial 283/1998, de 15 de Octubre. Normas sobre los criterios a emplear en el cálculo de costes en determinados contratos de suministros, consultoría y servicios del MINISDEF. NODECOS. BOD de 21 de octubre de 1.998, núm 212/98 P. 35408

<sup>18</sup> ESPAÑA. MINISDEF. Instrucción SEDEF 128/2007, de 16 de octubre. Procedimiento para la prestación de los servicios de análisis de costes y precios en el ámbito del MINISDEF. BOD de 16 de octubre de 2.007, núm. 212/07. P. 12.733

<sup>19</sup> LAFFONT, J.J. y TIROLE, J. 1.986. “Using Cost Observation to Regulate Firms” *Journal of Political Economy*, U. Chicago Press, vol 94, n° 3, p. 614-641

reducir costes o se debe a circunstancias externas como menores costes en las materias primas empleadas en la producción.

Estas cuestiones han sido cubiertas parcialmente en España por nuestra regulación, pues permite, en estos casos, la contratación fijando un precio máximo con incentivos al ahorro de costes. Estos costes serán determinados a posteriori por una auditoría de costes incurridos, pero esta modalidad no diferencia los dos tipos de reducción de costes que cita Jean Tirole, premiando en ocasiones a la empresa por cuestiones ajenas a su voluntad.

Argumenta Tirole que los precios fijos, tan comunes desde los años 80, otorgan los mayores incentivos a la empresa a invertir, puesto que anticipa que se podrá beneficiar de todas las ganancias que su reducción de costes genera. Aunque esta opción puede no ser aceptada por la sociedad si el precio termina siendo excesivamente alto.

En cuanto a la implantación de la técnica del coste del ciclo de vida en cada país veremos a lo largo de la investigación que es escasa en el ámbito privado y hay una gran dispersión en su aplicación en las políticas públicas de las instituciones estatales o locales, liderando su aplicación la Defensa Nacional.

### **1.Origen de la investigación.**

Desde el año 2004 el autor ha prestado servicios de análisis de costes y precios en el Ministerio de Defensa, Subdirección de Contratación, Grupo de Evaluación de Costes (GEC). De los servicios que presta el Grupo de Evaluación de Costes (GEC) es en la prestación del servicio de estimación de precios y costes de los proyectos de inversión y de los programas donde se detecta la ausencia de un procedimiento que guíe las estimaciones que se realizan. Para tratar de cubrir esa anomalía, entre otras acciones, la secretaría de estado de Defensa promulga una instrucción<sup>20</sup> que tiene muy en consideración el coste ( su estimación ), no solo de la adquisición de la solución sino de todo su ciclo de vida.

---

<sup>20</sup> ESPAÑA.MINISDEF. Instrucción SEDEF 67/2011 de 15 de septiembre. Proceso de Obtención de Recursos Materiales. BOD 27/09/2011,núm. 189/11

Hasta donde alcanza esta investigación, hemos comprobado que en España no hay *Estudios* previos específicos que cubran la materia. Sí que hay algún informe o trabajo que cubre aspectos parciales del problema planteado, pero no el estudio específico, esta comprobación la veremos en detalle en el capítulo IV de esta investigación.

El caso de estudio tiene una gran *relevancia* pues aunque hay un cierto consenso en cuanto a la determinación de las estructuras de producto, trabajo y costes de un proyecto ( elemento base en el que la estimación se apoya y que será abordado en el capítulo III-A-1) que va a ser desarrollado, no lo hay en relación a los métodos de estimación a aplicar a un mismo proyecto en cada fase del proceso de obtención de recursos y en general del ciclo de vida, ni a los procedimientos a seguir para determinar el coste, herramientas a usar, metodología común, etc.<sup>21</sup>

Este estudio pretende ser una aportación, en el ámbito de España e Internacional, que plantee una visión actual de los procedimientos, métodos, técnicas, etc. del coste del ciclo de vida. A partir de esa visión generalista podremos avanzar y comparar con las existentes en otros países y organizaciones. Ello supondrá una amplia visión que permita completar, desarrollar, actualizar, modificar el procedimiento que regula la obtención de recursos e invertir en los medios necesarios para su aplicación, proponiendo una mejora metodológica en general del procedimiento de estimación del coste del ciclo de vida, fruto de la investigación que pueda ser aplicado no solo en España.

Cuando la investigación concluya podría suponer un progreso en cuanto al estado actual del conocimiento en España pues desarrollará el procedimiento de estimación del coste del ciclo de vida, comprobará la utilización de los sistemas de información actuales para estimar, aportará referencias, parámetros, CER (Cost Estimating Relationship), procedimientos usados en otros países para estimar el CCV, además comprobará el uso de las estructuras de descomposición y el de las técnicas y parámetros en los distintos expedientes de obtención desde que se promulgó la Instrucción 67/2011 del SEDEF. Además puede servir para que los estimadores que intervienen en las distintas fases del ciclo de vida de un sistema tengan una guía de referencia en la que poder apoyar sus estimaciones. La propuesta metodológica de estimación del CCV final, resultado de la investigación en la que nos

---

<sup>21</sup> Autores Como: Fabrycky, Wolter J., Benjamin S. Blanchard, Blanchard, B. & Fabrycky, Clark, Graham; Piperias, Paul, Organizaciones Como: ANAO, NATO, CNAD, Foro Europeo:” Life Cycle Management in NATO, ISO/IEC, PECAL, NASA, PROJECT Management, OGC “Office of Government Commerce of England“ y países como EEUU, Inglaterra, Alemania, Francia, Australia,.... , tratan de ordenar este complejo tema.

basaremos para la propuesta de ampliación en España y la utilización en las primeras etapas de la fórmula propuesta por el investigador, deriva en un aporte de originalidad a la investigación.

La *utilidad* que se puede obtener al aplicar este estudio es dar una cierta base y seguridad a las decisiones que comprometen una gran cantidad de recursos.

Las *novedades* de este estudio son:

- 1) Recoge en un mismo documento conceptos teóricos y prácticos que facilitan el uso de las técnicas de estimación del coste del ciclo de vida.
- 2) Analiza el procedimiento teórico de estimación de costes del ciclo de vida en España comparándolo con las principales organizaciones a las que pertenecemos, definiendo finalmente una propuesta de metodología para la estimación del coste del ciclo de vida fruto de la investigación y basándonos en esta propuesta propone una mejora en nuestro procedimiento de estimación del coste del ciclo de vida.
- 3) Comprueba por primera vez el uso de técnicas, herramientas y estructuras en las que se descompone el bien en el proceso de estimación del coste del ciclo de vida de un sistema de armas en España.<sup>22</sup>
- 4) Aporta en las primeras etapas del ciclo de vida una fórmula que realiza un primer cálculo del coste del ciclo de vida y que puede ser usada Internacionalmente.
- 5) Constituye el embrión de una investigación más avanzada que permita diseñar un sistema de información corporativo que use bases de datos normalizadas de variables necesarias para estimar.

---

<sup>22</sup> ESPAÑA. MINISDEF. Instrucción SEDEF 67/2011. Op cit, Disposición sexta 4-3

En la discrepancia entre lo que propone el conocimiento de la disciplina y lo observado encontramos la anomalía. Para ello vemos lo que en el marco teórico se define como precio, posteriormente recogido en la doctrina contractual española y lo que en ella se exige como *la correcta estimación* de su importe.<sup>23</sup> Al ser la ley de contratos española anterior a la Instrucción que regula el proceso de obtención de recursos hemos de poner este precio, obtenido del marco teórico y referenciado en la ley, en consonancia con la Instrucción 67/2011 de SEDEF.

En la Ley de Contratos citada nos encontramos “Los órganos de contratación cuidarán de que el precio sea adecuado para el efectivo cumplimiento del contrato mediante *la correcta estimación* de su importe, *atendiendo al precio general de mercado*”<sup>24</sup>.

En nuestro caso específico, la aplicación de este articulado al proceso de obtención de recursos es donde podemos encontrar la anomalía: “*correcta estimación* de su importe, *atendiendo al precio general de mercado*”, cuando este mercado existe es factible cumplir con lo dispuesto, pero el caso que mayormente nos va a ocupar es la estimación en *ausencia de mercado o referencias en las fases, etapas de este proceso*.

La legislación española de contratos del Sector Público de España contiene una mezcla de aspectos legales, técnicos y contractuales, en principio, favorable para la aplicación de la metodología del CCV a los contratos. Sin embargo y por ahora la LCSP no ha incorporado el análisis del CCV como criterio de valoración en las ofertas presentadas en el proceso de adjudicación, solo mediante la Instrucción 67/2.011 se tiene en cuenta el CCV, ello a pesar de las recomendaciones realizadas por distintos organismos y grupos de trabajo de la Unión Europea.<sup>25</sup> Esta ausencia prima las inversiones a corto plazo sobre la consideración de la vida útil de un sistema de armas.

---

<sup>23</sup> ESPAÑA. Real decreto legislativo 3/2011. Op cit. **Artículo 87.** Precio: <sup>1</sup>. En los contratos del sector..... Los órganos de contratación cuidarán de que el precio sea adecuado para el efectivo cumplimiento del contrato mediante **la correcta estimación** de su importe, *atendiendo al precio general de mercado, en el momento de fijar el presupuesto de licitación* y la aplicación, en su caso, de las -normas sobre ofertas con valores anormales o desproporcionados.....

<sup>24</sup> Ibid. **Artículo 87.1 Precio y 88.2 Calculo del valor estimado de los contratos.**: “La estimación deberá hacerse teniendo en cuenta los precios habituales en el mercado, y estar referida al momento del envío del anuncio de licitación o, en caso de que no se requiera un anuncio de este tipo, al momento en que el órgano de contratación inicie el procedimiento de adjudicación del contrato”

<sup>25</sup> El artículo 2 apartado 22 de la nueva propuesta de directiva del parlamento europeo y del consejo relativa a la contratación pública europea define el Ciclo de vida y ofrece a los compradores públicos la posibilidad de basar sus decisiones de adjudicación en el coste del ciclo de vida.

Podemos encontrar que una administración sea capaz o no de realizar la estimación del CCV con sus medios que desde su perspectiva estará compuesto por los costes externos (precios de los distintos contratos que celebraremos a lo largo de la vida del sistema) y los costes internos de Defensa. En el caso negativo, el cálculo de los costes internos es una cuestión que se debe resolver ajustando o definiendo los procedimientos y medios internos de la organización, para cubrir los costes externos tendríamos que acudir a la Industria para que intervenga en este proceso y realice la estimación en nuestro nombre. Para asegurar que el precio resultante de las estimaciones que realizaría la Industria, cumple con lo ya expuesto por la Ley de Contratos del Sector Público (Real Decreto 3/2011), la Administración debería, al menos en este caso, revisar el procedimiento y soporte utilizado por la Industria en las estimaciones que realicen, los métodos y herramientas de estimación que estos futuros contratistas aplican al tratar de construir el citado precio y que los costes estimados cumplen NODECOS.

Como hemos citado en septiembre de 2011 se promulga, en el ámbito del MINISDEF, la Instrucción 67/2011 de SEDEF relativa al proceso de obtención de recursos. En sus disposiciones se da por sentado que las Fuerzas Armadas poseen normativa, medios y experiencia suficiente para, en estos casos de ausencia de mercado y con carácter previo al que resultará en la licitación, poder estimar el precio, *cuestión que es necesario comprobar.*

Al estimar la administración el precio de la los distintos contratos que realizará durante su vida y de su comparación con las que realicen los futuros contratistas surgirá inevitablemente, al menos, una desviación. De las distintas desviaciones de precio que puedan surgir en la construcción de este, *la que puede producir una anomalía es la que nos vendría marcada por la desviación que surja entre el precio estimado por la Administración y el precio estimado por la Industria en un mismo momento.*

Podría pensarse que las desviaciones que a continuación se exponen se consideraran anomalías, pero no deben ser consideradas como tal, pues, en principio, surgen de los motivos abajo reflejados:

La que surge entre el precio de la cotización del contratista y el precio de la oferta del mismo, pues está desviación contempla aspectos como el carácter dinámico del pliego final de las condiciones del

contrato y su repercusión en el precio de cotización, que nos resultará en el de oferta; no podemos considerarlo una anomalía, sino parte del proceso de contratación.

La que surge entre el precio de la oferta y el precio de la adjudicación, que igualmente se justifica a posteriori por la negociación entre las partes; no podemos considerarlo una anomalía, sino parte del proceso de negociación o adjudicación.

La que surge como diferencia entre el precio de adjudicación y el precio realmente pagado, que puede ser debida a los incrementos por: modificaciones de contrato, prórrogas del período de ejecución, revisiones de precios, debido a que el precio del contrato se fije con tarifas de años anteriores (al no estar aprobadas las del año en curso, futuros.....) con lo que puede llegarse a que el precio de adjudicación este alejado del que realmente se va a abonar. Mientras estas razones estén justificadas, no las podemos considerar una anomalía, el estudio en sí de su justificación o no sería objeto de otra investigación distinta a la que vamos a realizar.

En base a la anomalía del caso específico que nos ocupa, hemos de plantearnos si en ausencia de mercado, procedimientos, experiencia y con los medios que se han puesto a disposición en el MINISDEF, para este caso, somos capaces de realizar las estimaciones de precios y costes que tanto la instrucción como la ley de contratos nos exigen.

La Instrucción 67/2011 que regula el proceso de obtención de recursos es muy ambiciosa y exigente en relación a la determinación del precio, no solo de la adquisición sino del CCV completo de los recursos. Esta instrucción regula, desde una perspectiva integral, el proceso de obtención de los recursos materiales de armamento y material, de infraestructura y de sistemas de información y telecomunicaciones, para atender las necesidades derivadas de los objetivos de la Política de Defensa, al objeto de obtener soluciones integrales en alcance y plazo, *tomando en consideración, desde las primeras etapas del mismo, el coste y los condicionantes que se deriven de su ciclo de vida.*

Esta exigencia de tener en consideración la estimación del CCV desde la primera fase, en que divide el ciclo de vida la Instrucción 67/2011 y la experiencia acumulada en su aplicación nos lleva a formularnos algunas cuestiones:

¿Dispone MINISDEF de experiencia suficiente y ha dotado los medios para responder a las exigencias económicas de la actual normativa: texto refundido de la Ley de Contratos del sector Público RD 3/2011 y la Instrucción que regula el proceso de obtención de recursos 67/2011 del SEDEF o la normativa que en el futuro sustituya a esta?

¿ Existe normativa que ampare un procedimiento completo para la estimación de los costes del ciclo de vida en España ?

¿Esta la Administración utilizando parámetros, referencias, técnicas, herramientas de estimación de costes para determinar el coste de ciclo de vida y en que fases y etapas ?

¿Existen desviaciones apreciables entre las estimaciones realizadas por la Administración y las que presupuesta o cotiza el futuro contratista en un mismo momento?

Para responder a estas cuestiones hemos de investigar quién y cómo ha realizado los trabajos de estimación de costes del ciclo de vida iniciados desde la entrada en vigor de la Instrucción 67/2011 y los que ya estuvieran en curso.<sup>26</sup>

De los cinco programas de armamento que define la Instrucción de la secretaría de estado 72/2012, instrucción que complementa la ya citada 67/2011, nos vamos a centrar en el ciclo de vida de los sistemas o equipos adquiridos mediante los programas de obtención y de modernización. Aunque estos programas de obtención de armamento y material se extiendan, con carácter general, desde la etapa de establecimiento de programas hasta la etapa de preparación de servicio, esta investigación cubrirá el CCV completo del sistema de armas, antes del nacimiento del programa (Instrucción 67/2011) durante (Instrucción 67/2011 y 72/2012) y en su retirada (Instrucción 72/2012).

---

<sup>26</sup> ESPAÑA. MINISDEF. Instrucción SEDEF 67/2011. Op cit. Disposición transitoria única.

## 2. Objetivos de la investigación.

El tema de la investigación puede ser tan amplio que para cubrirlo en su totalidad necesitaríamos una cantidad de recursos ingentes. Por ello y en función del estado del arte, de la regulación y conocimiento de la investigación del caso en España, hemos de delimitar nuestros objetivos y alcance a aquellos que consideramos deben ser abordados con carácter prioritario para poder avanzar en la adaptación de nuestro procedimiento de estimación de costes del ciclo de vida a los que actualmente lideran las estimaciones de costes, fruto de la maduración del estado del arte.

Objetivos generales.

- A) Trataremos de cruzar los procesos requeridos para obtener las estimaciones de costes independientes, exigidas en el proceso de obtención de recursos (Perspectiva del cliente recogida en la Instrucción 67/2011 necesidades derivadas del planeamiento militar español), con los que se recogen en la metodología de gestión de proyectos (Perspectiva del proveedor). El objeto es poder reconocer si en nuestro proceso de obtención de recursos disponemos de las entradas y medios que según las más avanzadas organizaciones de gestión (tipo Project Management Institute: PMI), se necesitan en un proyecto o programa para poder realizar una estimación de costes independiente e identificar las coincidencias y diferencias secuenciales entre ambas metodologías.
  
- B) Comprobaremos si en el proceso de obtención de recursos, en el ámbito del MINISDEF español, existe un procedimiento para estimar los costes del ciclo de vida. Lo compararemos con los definidos en la OTAN u OCCAR ( OCCAR es una organización internacional que gestiona programas de Defensa entre varias naciones), contemplando nuestras fortalezas y debilidades. Dentro de ese procedimiento verificaremos el uso de las técnicas de estimación y estructuras de producto, trabajo y costes en el proceso de estimación de costes del ciclo de vida de un sistema de armas en España. Si observamos carencias propondremos mejoras y un procedimiento de aplicación general.

- C) Analizaremos el grado de cobertura que los sistemas de información corporativos de defensa españoles dan al CCV y valoraremos su utilización en el proceso de estimación de costes del ciclo de vida.
- D) Calcularemos, desde la entrada en vigor de la instrucción 67/2011, las desviaciones entre las estimaciones realizadas por la Administración y las que realizó, en una misma fase o etapa y momento, la industria.
- E) Además, recogeremos los parámetros y herramientas usadas por la administración, empresa, organizaciones, para estimar, detallando la fase, etapa del ciclo de vida en la que se utilizó.

### **3. Metodología y fuentes**

Una vez realizada la revisión de la literatura realizaremos el trabajo de campo, recogida de datos primarios, revisión de documentación y una encuesta. Con esta información elaboraremos una base de datos, la explotaremos, obtendremos resultados y elaboraremos nuestras conclusiones.

Teniendo en cuenta los objetivos marcados en esta investigación consideramos adecuado aplicar los siguientes métodos:

- Explicativo: Exponemos cómo y por qué surgen las estimaciones de costes del ciclo de vida de un sistema.
- Descriptivo: Describimos las estimaciones de costes y los procedimientos de estimación de costes en las principales organizaciones a las que pertenecemos detallando su influencia en el ciclo de vida.
- Comparativo: Comparamos el procedimiento de estimación de costes del ciclo de vida en España con el de las organizaciones antes descritas.

Las fuentes, técnicas e instrumentos utilizados en la investigación son:

- Recopilación información: Extracción de información de los informes de estimación almacenados en el GEC.
- Encuestas: Cuestionarios.
- Observación directa, visitas y entrevistas.

#### 4. Definiciones básicas

**Coste:** Suma de los gastos empleados en la obtención o en la fabricación de un producto. En términos económicos el coste es la *valoración económica* del uso o *consumo de recursos*.<sup>27</sup> Del gran número de definiciones que nos podemos encontrar usaremos esta definición pues pretendemos investigar la estimación de un coste como valoración del futuro consumo de recursos.

Una valoración económica exige cuantificar los recursos que se van a emplear. No se debe considerar únicamente los que vamos a emplear, sino que debemos ver los que son necesarios, para ello, a la hora de valorar el consumo de recursos debemos aplicar la razonabilidad de un coste.

La determinación de la *razonabilidad* de un coste en el MINISDEF se establece<sup>28</sup> :

- Consideraciones Técnicas: El consumo de los factores productivos sea consecuencia de una aplicación racional y necesaria al proceso productivo.
- Otras consideraciones: Prácticas de negocio generalmente aceptadas, costes reconocidos como ordinarios y necesarios para la ejecución del contrato, y la no existencia de desviaciones significativas de las prácticas del contratista ( En un sector se podrá admitir una desviación mayor que en otro, dependiendo del histórico, del número de empresas que lo componen, de la situación del sector; por ello no se puede determinar exactamente que desviaciones son apropiadas en cada sector y en cada momento; deberá ser el analista el que justifique su significancia).

---

<sup>27</sup> Elaboración propia.

<sup>28</sup> ESPAÑA. MINISDEF. Orden ministerial 283/1998, Op. Cit. p. 354088

**Beneficio:** Desde un punto de vista económico este resulta de la diferencia entre los ingresos totales obtenidos y los costes incurridos para la obtención de dichos ingresos.

En los contratos realizados mediante precio negociado, en situaciones de mercados imperfectos o que no existen, la determinación de *razonabilidad de un coste* se determina con técnicas de análisis de costes. ¿Y la *razonabilidad del beneficio*? : Esta requiere cuantificar el volumen económico de los riesgos asumidos y dentro de estos los que en realidad se han materializado o los que se estima puedan materializarse, los cuales minoran de algún modo el margen obtenido. Una referencia importante es observar las desviaciones que se han producido de los tipos de beneficio inicialmente pactados, ya que estos son los que indican cuál era el objetivo y la voluntad de las partes.

La determinación del Beneficio por parte de la Administración debe realizarse mediante la medición del riesgo (Riesgo técnico) y por parte de la empresa la percepción del riesgo (Política de empresa). Podemos clasificar diferentes categorías de riesgo: El riesgo del negocio, riesgo técnico, riesgo del proceso, riesgo organizacional (outsourcing).

En la determinación del beneficio empresarial nos encontramos con el beneficio que da cobertura al negocio (el empresario espera obtener un beneficio en cada tipo de negocio, dependiendo de múltiples variables) y el beneficio que da cobertura al contrato ( cuanto más complejo y más inversión sea necesaria parece lógico incrementar este). El primero es más fácil de delimitar, dependiendo el segundo de múltiples variables relacionadas con el contrato. El riesgo puede ser cuantificado en términos de probabilidad o permanecer sin cuantificar (incertidumbre).

Por ejemplo en los contratos tipo llave en mano el énfasis ha de ponerse en la responsabilidad global que asume el contratista frente al cliente. Por ello es importante que se le reconozca al contratista un tipo de beneficio mayor que en otro tipo de contratos, pues está incurriendo en un riesgo mayor que en otro tipo. En los llave en mano el cliente tiene una pérdida de control sobre el proyecto y las funciones del Ingeniero que trabaja para el cliente se reducen a funciones de control (Ejemplo: Los Ejércitos).

**El precio.**

Inicialmente el precio de un bien o servicio estaría formado por el coste y el beneficio que la empresa aplica o pacta con el cliente (decisión empresarial pactada o no dependiendo del caso y de la competencia en el mercado).

La formación del precio para la Industria puede venir determinado por una selección del método de fijación de precios como fijación de precios por sobreprecio, por rendimiento objetivo, en las condiciones de mercado, sobre base psicológicas, según calidad, precios extraños, precios habituales, pero DEFENSA, especialmente en los casos de no concurrencia, tratará de fijar este precio como una determinación del precio en base a los incrementos de costes, un margen sobre el coste.<sup>29</sup>

La formación del precio en los contratos celebrados por el Mº de Defensa resulta de la confrontación por un lado de la cotización que presenta el contratista, y por otro del presupuesto que elabora la administración. Del análisis de ambos precios resultará finalmente uno, fruto de la negociación entre ambas partes. En este análisis se comprobarán los costes y los beneficios aplicados que componen el precio. La secretaria de estado de Defensa al promulgar la Instrucción 67/2011 hace que la formación del precio se comience a construir en una fase muy anterior a la negociación.

La administración, mediante las estimaciones de costes realizadas en el proceso de obtención de recursos, tiene conocimiento de cómo ha elaborado su presupuesto, pero en relación a la cotización u oferta del contratista solo puede contrastar la información que este incluya en esta ( salvo que el presupuesto se haya confeccionado con estimaciones del contratista). En aquellos casos que el presupuesto de la Administración se desvía notablemente (como se ha indicado la desviación será más o menos notable dependiendo de varias variables) de la cotización u oferta del contratista y para poder negociar con la administración necesita realizar un análisis de ese precio.

Un precio puede considerarse como *justo* cuando, además de representar el valor real de la prestación, cuya medida es el monto del coste completo incurrido, da lugar a que el contratista haya obtenido un

---

<sup>29</sup> JAGMOHAN R, JOHN ZHANG. 2.010. *SMART PRICING*. Warton School Publishing. University of Pennsylvania. p.36

margen de ganancia que pueda considerar razonable, en función de los *riesgos* previsibles que ha asumido y de los que se han materializado en la ejecución de las prestaciones realizadas.<sup>30</sup>

En EEUU y en referencia al establecimiento de los precios del contrato emplean distintas técnicas y procedimientos de análisis de costes y precios, para validar cuantitativamente los costes y asegurarse que el precio resultante es justo y razonable.<sup>31</sup> Los ingleses para expresar este precio justo emplean la expresión “value for Money” que es la manifestación de que el producto que se va a obtener es el esperado, el razonable, el equitativo, etc. a cambio del precio que se va a pagar. En las directivas europeas se ha adoptado esta expresión para determinar lo que se espera en las contrataciones.<sup>32</sup>

No obstante, el artículo 87 de la LCSP española da opción a que se pueda adjudicar un contrato con precios provisionales fijando un precio máximo y estableciendo el precio final en función de los costes en que realmente incurra el contratista y del beneficio que se haya pactado. Cuando se de esta situación el órgano de contratación ha de tener la seguridad de que cuenta con los elementos técnicos adecuados para realizar un seguimiento de los costes incurridos por el contratista y analizar su razonabilidad, justificando las desviaciones que se produzcan con respecto a lo presupuestado.

Cuando no se dan condiciones de competencia efectiva en el mercado de bienes y servicios demandados, la razonabilidad del precio no puede establecerse mediante la comparación con los referentes del mercado, en este supuesto no existe otra alternativa que determinar la razonabilidad a través de la estimación y evaluación de los costes y márgenes que dan origen al precio ofertado y el análisis de la cotización del único contratista.

**Producto:** Una definición inicial partiendo del significado etimológico de la palabra: producto es aquello que ha sido fabricado (es decir, producido), definición muy amplia y que da origen a varias acepciones. Por ejemplo: desde el punto de vista del fabricante, sería el conjunto de elementos físicos y químicos engranados de tal manera que le ofrece al usuario posibilidades de utilización. El ciclo de

---

<sup>30</sup> ARIAS F, PASTOR J. 2.009 . Op. Cit. pág. 40.

<sup>31</sup> EEUU. FAR(Federal Acquisition Regulations).2.015. *Contracting by Negotiation*. Washigton.Subchapter C. Part 15. P. 15.504-1(b) 2

<sup>32</sup> ABBY SEMPLE,LL 2.015. *A Practical Guide to Public Procurement*. Oxford. Oxford University Press. Chapter 6.

vida de un producto es un concepto que difiere extensamente dependiendo del producto y la perspectiva del análisis que hagamos.

**Sistema:** El concepto de sistema está asociado a situaciones en la que la complejidad es dominante, suele asociarse a múltiples magnitudes que no se pueden considerar aisladas unas de otras y sus comportamientos están entrelazados debido a influencias mutuas. Existe la presunción de que el comportamiento se debe más a la forma de organizarse las interacciones entre las partes, que a las propiedades de estas aisladamente. Se define también como una combinación integrada que consiste en uno o más procesos, hardware, software, prestaciones y personas, que proporciona una capacidad para satisfacer una necesidad o un objetivo.<sup>33</sup>

Un sistema de armas es el conjunto formado por la plataforma terrestre, naval, aérea, espacial, los sistemas de mando y control integrados, los equipos que lo componen y equipos auxiliares de todo tipo que lleve asociado.<sup>34</sup>

### **Proyecto de inversión.**

No existe una definición universalmente aceptada que acote lo que es un proyecto por ello recogeremos una definición que se ajuste a lo recogido por las principales organizaciones especializadas en gestión de proyectos:

- Un proyecto es un *proceso único*, consistente en un conjunto de *actividades* coordinadas y controladas con fechas de comienzo y finalización que se emprende para alcanzar un objetivo conforme a requisitos específicos e implica limitaciones de tiempo, coste y recursos.<sup>35</sup>

- Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo con el fin de *crear un producto* o servicio o resultado único<sup>36</sup>. *Único* quiere decir que el producto o servicio es distintivamente diferente de todos los demás productos o servicios. Para muchas organizaciones, los proyectos son una forma de

---

<sup>33</sup> BLANCHARD, B. S. 1996. *Ingeniería de sistemas*. Madrid. Isdefe. p.110

<sup>34</sup> ESPAÑA. MINISDEF. SEDEF. Instrucción 5/2008. Op. Cit. Disposición tercera-1

<sup>35</sup> ISO. 2.009. *Guía estándar internacional para gestión de calidad en gestión de proyectos*. ISO 10006:2009(en). Ginebra. p2

<sup>36</sup> PMI. (Project Management Institute). 2.013. *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos* (Guía del PMBOK®). Quinta Edición. Pennsylvania. Project Management Institute Inc . p. 3 ISBN978-1-62825-009-1.

responder a aquellas solicitudes que no se pueden abordar dentro de los límites operacionales normales de la organización.

- Un proyecto es un esfuerzo con una fecha definida de comienzo y finalización llevado a cabo para crear un producto o servicio de acuerdo con unos determinados recursos y requisitos.<sup>37</sup>

- A nuestro juicio es una proposición escrita, técnico-económica, que pretende resolver una demanda utilizando los recursos humanos, materiales, tecnológicos o de otro tipo disponibles. Está integrado por una serie de estudios que permiten saber si la idea se puede llevar a cabo. Abarca desde la intención, hasta el término o puesta en funcionamiento. Los proyectos implican hacer algo que no se ha realizado con anterioridad. Aunque pueda parecer que ya se ha realizado, cada proyecto es único, por ello sus características deben ser elaboradas por etapas.

Los proyectos se dividen en fases para facilitar su gestión y mejorar el control. Cada una de las fases del proyecto finaliza como hemos dicho con un entregable (plan de negocio, especificación, documento de diseño preliminar, plan de pruebas, etc.). Las fases habitualmente toman el nombre del entregable principal (p.e: fase de diseño, fase de ensayos). Cada una de las fases del proyecto puede considerarse como un subproyecto con fases propias diferenciadas. El objetivo de cada fase viene acompañado de un proceso de revisión cuyo objeto es:

- Someter los entregables de la fase a la aprobación del cliente.
- Decidir si en el proyecto se debe proceder o no a la fase siguiente. Será necesario la revisión del plan de negocio del proyecto.
- Revisión del plan de proyecto.

**Subproyectos.** Habitualmente los proyectos se dividen en algo más manejable o subproyectos, en realidad un subproyecto es un componente de un proyecto, que resulta más fácil de gestionar. Es frecuente que para su ejecución se contraten a una empresa externa o dentro de la misma organización a otra unidad funcional diferente. Un subproyecto podría incluir una fase de proyecto.

---

<sup>37</sup> NATO. 2.010. *The Handbook of the Phased Armaments Programming System ( AAP20 –PAPS )* . 2ª edic. Bruselas. Pag6-1

## **Programa**

Una primera definición de programa es un grupo de proyectos relacionados que mediante su gestión conjunta se pretende obtener unos beneficios y un nivel de control que no sería posible si estos proyectos se gestionasen por separado o de forma individual. Dentro del programa se pueden incluir otros elementos de trabajo relacionados con los proyectos, tales como operaciones y servicios.

Un programa militar se define como el conjunto coordinado de las actividades, decisiones, proyectos o expedientes técnicos de adquisición que posibilitan la obtención ordenada y eficiente de los componentes de los ORM (Objetivos de Recurso Material), incluidos los asociados a la gestión del ciclo de vida.<sup>38</sup>

La publicación de un periódico o de una revista también constituye un programa - el periódico es en sí un esfuerzo continuo, pero cada tema o tópico es individualmente un proyecto. En algunas áreas de aplicación, la gestión de programas o la gestión de proyectos se tratan como sinónimos; en otros, la gestión de proyectos constituye un subconjunto de la gestión de programas. Esta diversidad de significado hace que sea imperativo que cualquier análisis o debate de la gestión de proyectos versus la gestión de programas sea precedida por un acuerdo respecto de una definición clara y consistente de cada término.<sup>39</sup>

## **- CAPITULO I EL CICLO DE VIDA Y SU COSTE.**

El ciclo de vida de un bien se define como el intervalo de tiempo que discurre entre la concepción del producto y su eliminación. El concepto del ciclo de vida es aplicable a metodologías, procedimientos, procesos, programas, proyectos, a sistemas, a estrategias, recursos, etc. Además este ciclo es modelable pudiéndose estandarizar, definir procedimientos y metodologías, procesos, etapas genéricas de evolución y relaciones con otros modelos y procesos.

---

<sup>38</sup> Instrucción SEDEF 2/2011, de 27 de enero, Proceso de Planeamiento de los Recursos Financieros y Materiales. *Boletín Oficial de Defensa*, 08 de febrero de 2011, núm. 26/2011. p. 3349.

<sup>39</sup> PMI. 2.013. *Guía de los..* Op cit., p. 10.

El ciclo de vida de un proyecto es la secuencia de actividades necesarias hasta alcanzar el producto final y cubre desde la realización del estudio de viabilidad, especificación de requisitos, diseño del producto, fabricación y pruebas, hasta su entrega para su uso operacional. Este *ciclo* se divide en fases que son inicio, planeamiento, ejecución monitoreo y control y cierre,<sup>40</sup> estas son en su mayoría secuenciales y en ocasiones superpuestas, se establecen *en función de las necesidades de gestión y control de la organización que intervienen en el proyecto*, la naturaleza del proyecto y su área de aplicación y *contienen la descripción del producto* o productos a entregar o los resultados de las fases. El ciclo de vida de un proyecto puede ser determinado por los aspectos de cada organización, de la industria o de la tecnología empleada. El ciclo de vida proporciona el marco de referencia básico para dirigir el proyecto, independientemente del trabajo específico a realizar.

El ciclo de vida de un proyecto define generalmente:

¿Qué tipo de trabajo técnico se debe realizar en cada una de las fases? (por ejemplo, ¿Corresponde el trabajo a la parte arquitectónica de la fase de definición o a la parte de la fase de ejecución?).

¿Quién debería participar en cada una de las fases? (Por ejemplo, las personas a cargo de la implementación, quienes deben estar involucrados con los requerimientos y el diseño).

La mayor parte de las descripciones de ciclo de vida de los proyectos comparten una cantidad común de características:

- Los niveles de costes y empleo de recursos son bajos al comienzo, aumentan durante su ejecución y caen conforme el proyecto se acerca a su fin.
- Al comienzo del proyecto la probabilidad de concluirlo con éxito es baja y por consiguiente, el riesgo y la incertidumbre son más elevados al inicio del proyecto.
- La capacidad para influir en las características del producto y en el coste del proyecto es muy alta al comienzo y se hace progresivamente menor a medida que avanza.

En la figura 1 se mezcla el ciclo de vida de un proyecto, de un proceso y del producto.

---

<sup>40</sup> Ibid. p. 41-43

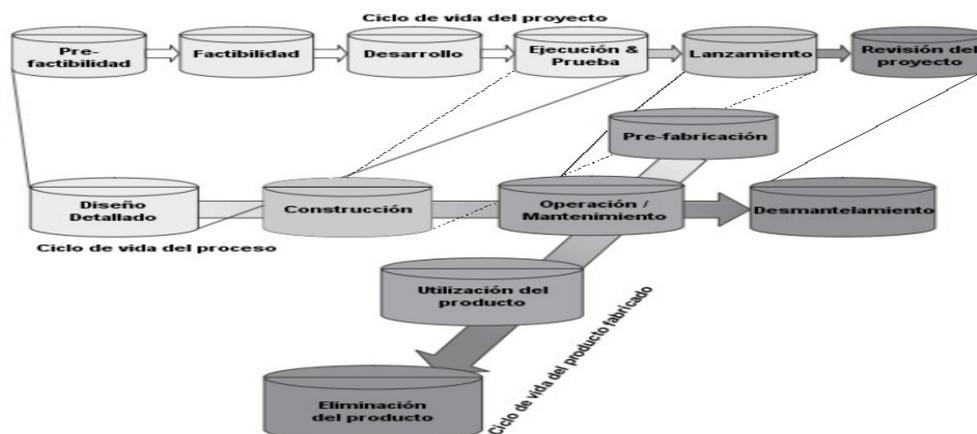


Figura 1: Ciclo de vida de un Proyecto <sup>41</sup>

Como se ve en la figura 1 el ciclo de vida de un proyecto está incluido en una o más fases del ciclo de vida del proceso, lo que el autor llama ciclo de vida del proceso es lo que en la Instrucción 67/2011 llamamos ciclo de vida del recurso. Aunque el grafico trata al producto como un único proyecto, esto no siempre es así, un producto puede tener muchos proyectos asociados, de hecho en los productos adquiridos por las FAS ( programas de armamento) generalmente se implican varios proyectos.

Como hemos citado y de forma colectiva, las fases del proyecto se conocen como *ciclo de vida del proyecto*. Cada fase del proyecto está formada por un producto de trabajo tangible y verificable como es un estudio de viabilidad, un diseño de detalle, o un prototipo. Las prestaciones y las fases, son parte de una lógica secuencial que tratan de definir el producto del proyecto. Es habitual que cada fase del proyecto incluya un conjunto de prestaciones definidas que determinan el grado de control en la gestión.

En el ciclo de vida de un producto y particularizándolo para *un sistema* de armas nos encontramos con diversas normas que lo estructuran.

<sup>41</sup> Fuente: Universidad de Valladolid. Santiago Cáceres Gómez. *AnalisisCicloVidaProyecto*. <<[www.dte.eis.uva.es / Docencia /.../ ProyectosAEI /... / AnalisisCicloVidaProyecto](http://www.dte.eis.uva.es / Docencia /.../ ProyectosAEI /... / AnalisisCicloVidaProyecto)>> [ Consulta 08/03/2014 ]

□ En las normas ISO (International Organization for Standardization), IEC (International Electrotechnical Commission) las etapas estándar de evolución de un ciclo de vida genérico son concepto, desarrollo, producción, utilización, apoyo y baja en servicio.

□ En las IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) las fases estándar de:

- Ciclo de vida del sistema son: definición del sistema, definición del subsistema, que contempla tanto el diseño preliminar como el detallado, fabricación, ensamblado, integración y prueba, producción y apoyo al cliente.
- Ciclo de vida de un proceso son: definición del proceso, diseño preliminar, diseño detallado, establecimiento y prueba del mismo.

□ En la metodología de adquisición PAPS se definen las etapas de evaluación de la necesidad, previabilidad, viabilidad, definición del proyecto, diseño y desarrollo, producción y puesta en servicio.

□ El ciclo de vida de un sistema (SLC: System Life Cycle) es la evolución en el tiempo de un sistema desde la concepción hasta la baja.<sup>42</sup> En la OTAN, el ciclo de vida de un sistema (CVS; SLC) está definido en la *AAP48* en términos de *fases* del ciclo de vida y describe los procesos para implementar el SLCM (System Life Cycle Management) en programas de armamento, además se definen los procesos técnicos que dirigen los aspectos técnicos de la solución.

## 1. Coste del ciclo de vida.

El coste de ciclo de vida de un sistema de armas en nuestra investigación es el coste visto desde la perspectiva del cliente, ya que será él quien normalmente financie todos los costes, desde los de desarrollo, hasta los de eliminación del sistema una vez concluye su vida útil. El CCV es el coste acumulado del producto durante este ciclo y el cálculo de este coste es el proceso de análisis económico para determinar el CCV del producto durante su ciclo total o una parte del mismo.<sup>43</sup>

El análisis del CCV es un procedimiento de análisis económico que usa datos técnicos, que se emplean para evaluar la eficiencia económica a largo plazo entre diversas alternativas de opciones de inversión.

---

<sup>42</sup> NATO (2.006). *Policy for Systems Life Cycle Management*. C-M(2005)0108-AS1. Bruselas. P. 1-2

<sup>43</sup> AENOR. 2.009. *Gestión de la confiabilidad Guía de aplicación, Cálculo del coste del ciclo de vida*. UNE-EN-60300. Madrid: Parte 3-3. P. 10

Los primeros antecedentes de aplicación del CCV surgen en EEUU durante la segunda guerra mundial. Pero es en la década de los setenta del siglo XX cuando se desarrolla y se comienza a aplicar el CCV a las decisiones de inversión, especialmente en el sector de la construcción. Por parte de DEFENSA fue utilizado por primera vez, en el año 1960 por el MINISDEF USA, para la evaluación de nuevos sistemas de armamento.<sup>44</sup> En DEFENSA destacan desde esa década y posteriores las aportaciones de Blanchard y Fabricky.<sup>45</sup> En 1987, en un primer intento de normalizar los procesos que han de ser acometidos durante su ejecución, el National Institute of Standards and Technology (NIST) norteamericano publicó el documento titulado Life-Cycle Costing for the Federal Management Program. En noviembre de 2.002 se publica la original ISO/IEC 15288 que fue el primer standard internacional que facilitaba un conjunto de procesos y fases comprensibles del ciclo de vida de los sistemas (revisado en febrero de 2008).

El CCV no puede ser definido hasta que el bien o recurso es dado de baja o retirado de su uso, por ello; las técnicas de estimación de costes pueden servir de una inestimable ayuda en la evaluación económica de programas, proyectos con una visión de coste global, ya que con estas técnicas podemos ser capaces de anticipar los resultados que obtendríamos una vez concluido el programa su uso, mantenimiento y retirada. La técnica del CCV es la herramienta más usada para la evaluación de proyectos de inversión.

Para obtener el CCV comenzamos estimando el coste de la preadquisición, desarrollo y adquisición del producto, si en estas fases hay referencias de mercado se considera que esta es la técnica de estimación más adecuada y la acotación de esta estimación del coste lo depurará la investigación de mercado, quedando por estimar el resto del ciclo de vida. Sin embargo, el caso que nos ocupa es más complejo pues, al no haber mercado o similar no se puede aplicar esta técnica de investigación de mercado y el resto de las técnicas de estimación han de ser aplicadas desde la preadquisición.

---

<sup>44</sup> EEUU. Department of Defense.(1.983) *Handbook Life-Cycle Cost in Navy Acquisition*.MIL-HDBK-259.Washington.p5

<sup>45</sup> Entre otros los más relevantes a efectos de la investigación son : BLANCHARD, B. S. 1.996. *Ingeniería de sistemas*. Isdefe. Madrid. BLANCHARD, B. S. 1.978. *Design and manage to life cycle cost*. Oregon: M/A Press. BLANCHARD, B. S; and FABRICKY, WJ. 1.990. “*Systems engineering and analysis*” Prentice Hall, Inc, Englewood Cliffs. BLANCHARD B.S; FABRICKY, W. 1.991 “*Life-Cycle Cost and Economic Analysis*”. Prentice Hall International series in industrial and systems engineering. New Jersey, EEUU.

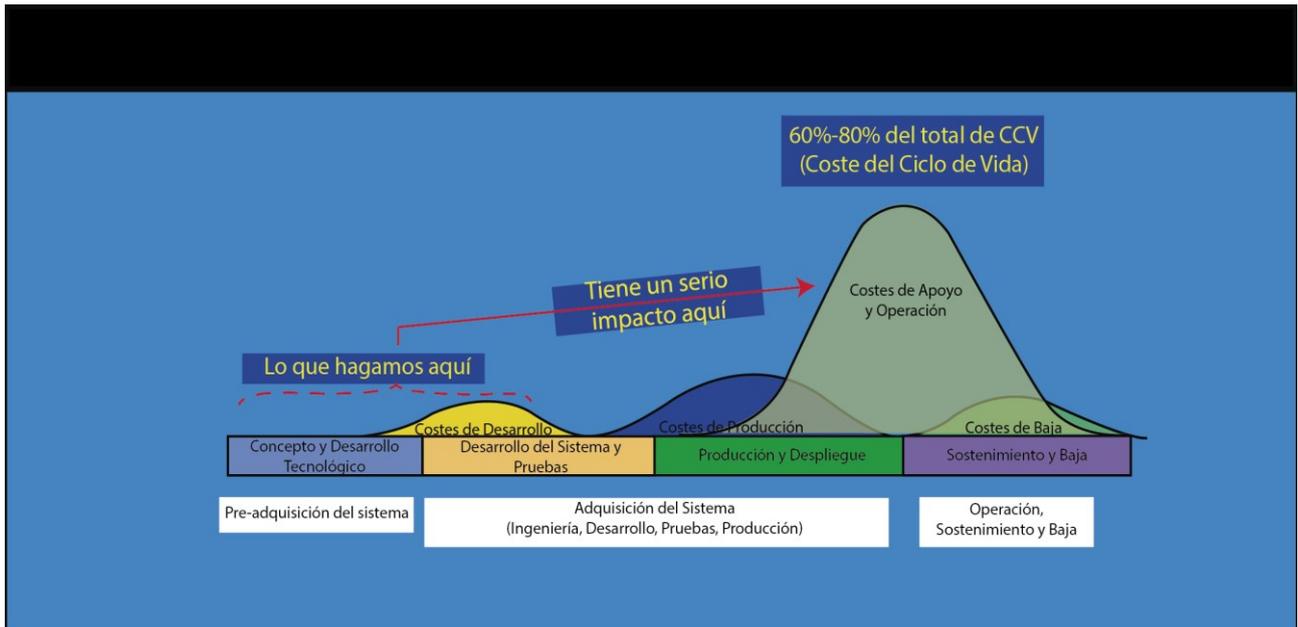


Figura 2: Lo que se haga en fases preliminares tiene un gran impacto en el coste de apoyo y operación, siendo este de un 60 a un 80% del coste total del ciclo de vida.<sup>46 47 48</sup>

Si dividimos el ciclo de vida de una forma sencilla hablamos de adquisición, operación, mantenimiento, modernización y retirada. En el procedimiento de estimación del CCV es necesario estimar cada una de esas partes. Como apoyo para estimar cada una de estas partes del ciclo pueden existir en ellas referencias de mercado o no, caso afirmativo pero en condiciones de oligopolio o monopolio, además de estimar con otras técnicas, estas referencias deben de ser analizadas con técnicas de análisis de costes como las que se describen en la instrucción 128/2.007 del SEDEF.

Se entiende técnicas de estimación como una combinación de algoritmos y cálculos matemáticos que basándose en la información histórica y actual, nos dará una estimación del precio o el coste.

<sup>46</sup> NATO. Bruselas. CNAD Life Cycle Management Group AC/327. Presentation

<sup>47</sup> PAUL BARRINGER H.DAVID P WEBER. 1.996. *Life Cycle Cost Tutorial*. Houston. Texas . Gulf Publishing Company. p. 17. Disponible en web: <<http://www.nyu.edu/projects/care/docs/Bibliography.pdf>>. (consulta: 22/04/2015)

<sup>48</sup> NATO. 2.009. *Initiatives to Improve Life Cycle Costing*. RTO-SAS-080. Paris. RTO Publication. P. 9-5

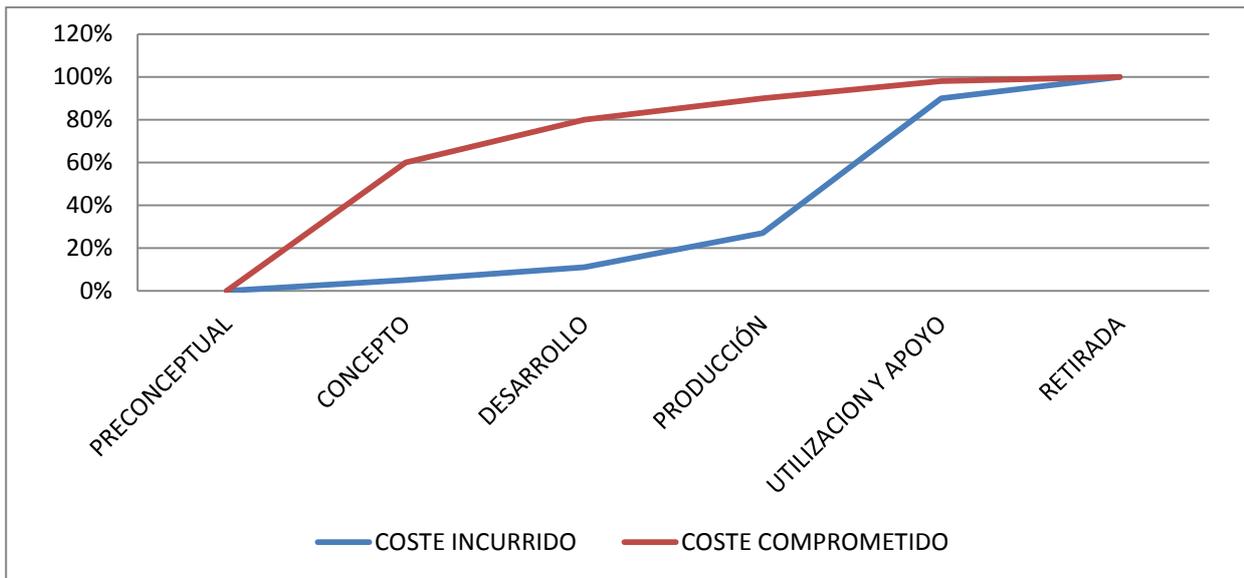


Figura 3 : Curva convencional del CCV comprometido versus incurrido. Fuente : Elaboración propia

El CCV incluye no solo costes directos de los programas, sino también los costes indirectos; comprende costes de investigación, desarrollo, adquisición, propiedad, operación y eliminación de sistemas de armas y de soporte, otro equipamiento, los costes de reclutamiento, entrenamiento, mantenimiento, retirada, cualquier otro soporte de personal civil o militar, y todos los costes de operación que el MINISDEF necesita para contratar.

Tradicionalmente y hasta el fin del siglo XX la contabilidad de gestión ha fijado su atención en la fase de fabricación. En ésta fase han aparecido numerosas técnicas y modelos de reducción de costes. La contabilidad de gestión desde entonces ha sufrido un cambio, sobre todo en Oriente, desarrollando el coste objetivo (*target costing*), el estudio de este conjuntamente con la técnica del ciclo de vida deriva en una nueva gestión integral de costes, pero sin menospreciar el peso que en la actualidad conserva la contabilidad de gestión y la contabilidad de costes convencional.

En países anglosajones se utiliza el término Total Cost Ownership (TCO) que generalmente describe los costes del ciclo de vida desde la perspectiva del cliente.

### **Análisis y cálculo del coste del ciclo de vida.**

El análisis del CCV es el proceso de estudio económico que valora el coste total de adquisición, propiedad y eliminación de un producto. Puede aplicarse al ciclo de vida completo del producto, por partes o combinaciones de diferentes fases de su ciclo de vida. El objetivo principal del cálculo del

CCV es proporcionar criterios para la toma de decisiones en cualquiera o todas las fases del ciclo de vida de un producto.<sup>49</sup> Los fabricantes pueden optimizar sus diseños mediante la evaluación de alternativas, en ellas analizan diferentes estrategias de operación, mantenimiento y eliminación (para ayudar al usuario) y su objetivo final es lograr el mejor coste del ciclo de vida (CCV: Coste del ciclo de vida o LCC: *Life Cycle Cost*). El cálculo del CCV también se puede aplicar de forma eficaz para evaluar los costes relacionados con una actividad específica, como por ejemplo los efectos de diferentes políticas de mantenimiento, para cubrir una parte específica del producto o solo una fase o algunas fases seleccionadas del ciclo de vida del producto.

El proceso del cálculo del CCV implica la identificación y evaluación de los costes asociados con la adquisición, propiedad y eliminación de un producto durante su ciclo de vida. Los costes asociados a estas fases están interrelacionados. Por ello, al abordar los aspectos económicos de un sistema, se debe mirar el coste total en el contexto de ciclo de vida global, particularmente durante las primeras etapas de diseño.

La ISO standard 15686 define este análisis del cálculo del CCV como una técnica o herramienta que permite comparar cálculos de costes hechos sobre un determinado periodo de tiempo, teniendo en cuenta los costes de capital inicial, los de operación futuros y el cálculo de los costes de sustitución a través de la vida y su fin o el fin del interés en su cálculo.

OCCAR como referencia básica en el CCV usa la publicación técnica de la OTAN “Métodos y modelos para el CCV” (RTO-TR-SAS-054). OCCAR ha establecido una capacidad propia con un procedimiento completo (*IP 26-12-1*) basado en estándares internacionales y herramientas que cubren los diferentes métodos de estimación.

España ha editado la versión oficial de la norma Europea EN-60300 en la norma UNE-EN-60300-3-3: “Gestión de la confiabilidad. *Cálculo del CCV*” (actualmente en revisión) que proporciona una introducción general al concepto del análisis del coste de este ciclo y cubre todas sus aplicaciones, aunque, por ahora, esta norma es poco conocida y de baja o nula aplicación. Destaca particularmente los costes asociados con la confiabilidad del producto. La confiabilidad de un producto es un término

---

<sup>49</sup> AENOR. 2.009 .Gestión .. Op Cit. Parte 3-3. pp. 10,11

colectivo que se usa para describir la disponibilidad de un producto y sus factores de influencia, esto es, fiabilidad, mantenibilidad y logística de mantenimiento. El rendimiento en estas áreas puede tener un impacto significativo sobre el CCV. Un mayor coste inicial puede resultar en mejora de la fiabilidad o la mantenibilidad, y así en una mejor disponibilidad con menores costes de operación y mantenimiento. Las consideraciones de confiabilidad deberían integrarse dentro del proceso de diseño y de las evaluaciones del CCV. Estas consideraciones deberían revisarse críticamente cuando se preparen las especificaciones del producto, y deberían evaluarse continuamente durante todas las fases de diseño para optimizar el diseño del producto y el CCV.<sup>50</sup>

La norma explica también el propósito y valor del CCV. Proporciona una guía general para realizar un análisis del CCV que incluye el desarrollo de un modelo de coste y divide el ciclo en cinco fases descritas en el anexo D.<sup>51</sup>

La necesidad de considerar el ciclo de vida de un sistema parte de que el coste de este ciclo no puede ser definido hasta que el sistema se da de baja o se retira de uso. Para la planificación presupuestaria es necesario conocer el importe y su distribución en el tiempo. La técnica del CCV es la más usada en la evaluación de proyectos de inversión y se considera como una de las herramientas más efectivas en la toma de decisiones.<sup>52</sup>

La técnica del CCV es el proceso de recolección, interpretación, análisis de datos, aplicación de herramientas y técnicas cuantitativas para predecir los recursos necesarios, en cualquier paso, del ciclo de vida de un sistema de interés.<sup>53</sup> Los costes del ciclo de vida serán el resultado de este proceso.

En términos de tiempo, esfuerzo, y recursos consumidos, *la recolección de datos es la mayor parte de cualquier estudio del CCV*. El CCV es un proceso de conducción de datos como la cantidad, calidad y otras características de los datos disponibles; estos frecuentemente definen qué métodos y modelos pueden ser aplicados, qué análisis pueden ser ejecutados y los resultados que pueden ser logrados.<sup>54 55</sup>

---

<sup>50</sup> Ibid. Parte3-3 p. 13

<sup>51</sup> Ibid. p. 56

<sup>52</sup> Así lo afirman diversas publicaciones como EEUU Military Handbook 881, NASA Cost Estimating Handbook, Society of Cost Estimating and Analysis (SCEA) y autores como Blanchard B.S, Fabricky, W.J, Waak, O,...

<sup>53</sup> NATO. 2.009. *Code of...* Op cit.. Chapter 1. p.1.

<sup>54</sup> NATO. 2.002. *Continuos Acquisition and Life-cycle Support*. Bruselas. NATO CALS HANDBOOK. Bruselas. pp.103,116, 242

Esta técnica del CCV se utiliza, como hemos dicho, en la toma de decisiones como por ejemplo <sup>56</sup>:

- Evaluación y comparación de enfoques alternativos de diseño y opciones tecnológicas de eliminación;
- Valoración de la viabilidad económica de los proyectos, productos;
- Identificación de los contribuyentes de coste y de mejoras efectivas de coste;
- Evaluación y comparación de estrategias alternativas para el uso, operación, pruebas, inspección, mantenimiento, etc. del producto;
- Evaluación y comparación de los diferentes enfoques para la sustitución, rehabilitación o extensión de vida o retirada de los equipos envejecidos;
- Asignación de los recursos disponibles entre las diferentes prioridades de desarrollo o mejora de un producto;
- Valoración de los criterios de garantía del producto mediante pruebas de verificación y sus compromisos;
- Planificación de la financiación a largo plazo.

$$CCV = CosteI+D+Test+Eval + CosteAdq/Prod + CosteOP/Mant + CosteRet$$

En la Armada española se suele incluir en los pliegos para las contrataciones de adquisición de buques la obligación de que el contratista desarrolle el Estudio del CCV del buque, determinando el coste actualizado de las distintas fases, Proyecto, Adquisición y Operación, Mantenimiento, Obras de Modernización de Media Vida y Baja del Buque, estableciendo una estructura de costes y metodología basadas en la *publicación ANEP 41*<sup>57</sup>, lo que permite realizar análisis comparativos directos con datos similares de otros buques pertenecientes a países de la OTAN. Y además durante la Fase de Diseño de Detalle y Construcción se encomienda al contratista a que actualice el estudio paramétrico realizado durante la Fase de Viabilidad basando esta actualización en la información disponible de los

---

<sup>55</sup> JOHN C. STERLING . 2.002. *Analysis of life cycle cost models for DoD and industry use in "design-to-lcc"*. Monterey. pp. 103,116, 242

<sup>56</sup> AENOR. 2.009. Gestión. Op. Cit. Parte 3-3 p. 11

<sup>57</sup> NATO. 2.006. *Ship Costing*, ANEP41. Edition 4. NATO NG/6 Specialist Team on Ship Costing. Bruselas. Allied Naval Engineering Publication.

suministradores de los equipos, sistemas seleccionados, de acuerdo con el grado de utilización de los mismos y teniendo en cuenta su ciclo de mantenimiento y utilizando como referencia la información de equipos y sistemas similares que estén en uso en ese momento en buques de la Armada.<sup>58</sup> Esta solución es el camino, pero la Armada la subcontrata aunque tiene medios para realizarla pero no los dedica y de esta forma pone en manos del contratista la tipología y clasificación de la información que la empresa, con la supervisión de la Armada, crea oportuna.

El coste mínimo del ciclo de vida, junto con la consideración de otros factores, es una meta que en gran medida se logra en las primeras etapas del diseño. Pensar que el ingeniero puede desarrollar algo funcional y después controlar su coste es imposible; porque para el momento en que la mayoría de los requerimientos funcionales se llegan a plasmar en un diseño, ya se han perdido muchas de las mejores oportunidades de reducir los costes. Los ingenieros son capaces de hacer grandes avances hacia el objetivo de minimizar los costes del ciclo de vida con solo tener en cuenta su importancia.<sup>59</sup>

En el ciclo de vida las decisiones económicas deben considerarse desde un punto de vista global y no solo desde la fase del proceso de obtención que estamos ejecutando, puesto que las citadas decisiones pueden aumentar o disminuir los costes en otras fases y no linealmente sino a veces exponencialmente. Reducir el número de revisiones del diseño de un programa puede reducir el coste de producción; sin embargo, incrementar los costes de operación y mantenimiento en un monto muy superior al ahorro considerado. Las decisiones que se toman en las primeras fases del proceso de obtención son decisivas y afectan a toda la vida del sistema, por consiguiente, el diseño del sistema de armas debe estar muy orientado al ciclo de vida y en él debe considerarse su impacto en la organización, costes, personal, adiestramiento, infraestructura, etc.

El análisis del CCV debemos efectuarlo con una visión completa, ya que, como vemos en la figura 2, entre el 60 y el 80 % del coste se concentra en las fases de utilización y apoyo, con lo que es erróneo

---

<sup>58</sup> Documentos de referencia que se usan son, entre otros, 850-8-01 Plan de Apoyo Logístico Integrado (PALI), Estudios Preliminares del Coste del Ciclo de Vida de buques de series anteriores, 835-2-05 Sistema de Mantenimiento Basado en la Condición; Guía básica de diseño ANEP 24 “Guidelines for Shipboard Habitability Requirements for Combat and Surface Ships” y ANEP 26 “Ergonomic Data for Shipboard Space Design in NATO Surface Ships”; ANEP 25 “Guidelines for Environmental Factors in NATO Surface Ships”. STANAG's de seguridad ratificados por España y todos aquellos que faciliten la interoperabilidad con las unidades de la Alianza Atlántica. Pe: PECAL 150, PECAL 160 PECAL 2105, PECAL 2110, PECAL 2131, STANAG 4107, STANAG 4159.

<sup>59</sup> WILLIAN G SULLIVAN E. WICKS Y J. LUXHOJ. 2.004. *Ingeniería económica de DeGarmo*. Pearson Prentice Hall. Mexico. p.47. ISBN 970-26-0529-6.

considerar únicamente la adquisición para analizar una solución de inversión. Hasta el año 2011 en España se tenía en cuenta únicamente el coste de adquisición de los sistemas sin considerar que este coste oscilaba entre el 20% y el 40% del total de los costes del ciclo de vida.

Por otro lado la OTAN <sup>60</sup> afirma en base a un extracto de la publicación “Análisis de los modelos de costes del ciclo de vida para el Mº de Defensa y la Industria (John C. Sterling) “ que el coste de operación y sostenimiento pueden suponer entre un 60 y un 75% del coste total del ciclo de vida.

El análisis de costes incluye tradicionalmente la comprobación de parámetros y asunciones mediante el análisis de sensibilidad. Es fundamental que cualquier modelo de CCV soporte el “Que pasaría si....  
«61

## **2. Modelos del coste del ciclo de vida.**

Los modelos de CCV son principalmente “Gestores de Bases de Datos” que incluyen y gestionan grandes cantidades de datos importados de otros programas. <sup>62</sup>

Un modelo de CCV, como cualquier modelo, es una representación simplificada de la realidad. Se extraen las características y aspectos más importantes del producto y se traducen en relaciones con los costes estimados. La norma UNE-EN-30600 determina que para que el modelo sea realista debería:

- a) Representar las características del producto a analizar, incluyendo el entorno de utilización previsto, el concepto de mantenimiento, los escenarios de funcionamiento y de logística de mantenimiento, así como cualquier restricción o limitación.
- b) Ser completo para incluir y resaltar todos los factores que son relevantes para el CCV.
- c) Ser lo suficientemente simple para que sea fácilmente entendible y permitir su uso oportuno en la toma de decisiones y su actualización y modificación futura.
- d) Estar diseñado de tal forma que permita la evaluación de elementos específicos del CCV independientemente de otros elementos.

---

<sup>60</sup> NATO. 2002. *Continuous Op. Cit.* p. 104.

<sup>61</sup> NATO. (2.008) *Guidance.. Op cit.* p. 8

<sup>62</sup> NATO. (2.002). *Continuos.. Op. Cit.* p. 105

Un modelo sencillo del CCV es básicamente una estructura contable que contiene expresiones matemáticas para la estimación del coste asociado con cada uno de los elementos que constituyen el CCV;  $CCV = Coste(I+D+Test+Eval)+CosteAdq/Prod+CosteOP/Mant+CosteRet$

Estos modelos pueden ser modelos de estimación, de apoyo a la decisión, de simulación o de optimización; los modelos de estimación son los preferidos para realizar análisis del CCV. Un modelo sencillo del CCV es una estructura contable formada por expresiones matemáticas que nos dan como resultado el coste asociado al todo o a cada una de las partes que forman el CCV.<sup>63</sup>

En algunos casos, puede ser necesario desarrollar un modelo específico para el problema en cuestión, mientras que en otros casos, pueden usarse los modelos comerciales disponibles. Cada modelo de CCV tiene su propia flexibilidad y aplicación. El conocimiento de los contenidos y de las condiciones bajo las cuales se aplica son importantes para asegurar la adecuación para su uso. Antes de seleccionar un modelo debería identificarse la cantidad de información que se va a necesitar junto con los resultados esperados de su uso. Se necesita, alguien familiarizado con los detalles del modelo para revisarlo, y así determinar la aplicabilidad de todos los factores de coste, relaciones empíricas, elementos y otras constantes y variables del modelo. Por lo tanto, antes de usar cualquier modelo de CCV ya existente, debería validarse convenientemente para el estudio del CCV en consideración. Para hacer esto, AENOR recomienda utilizar los factores de coste y otros parámetros de un ejemplo conocido, junto con el escenario de funcionamiento, para evaluar el grado en el que el modelo presenta resultados realistas.<sup>64</sup> Muchos productos se diseñan para tener una vida muy larga, por ejemplo las plantas de energía. Para tales productos, determinados costes, por ejemplo los relativos a cambios funcionales o mejoras del producto, ocurrirán a intervalos de la vida del producto y deberían incorporarse en el modelo técnicas para tratarlos (Costes de modernización).<sup>65</sup>

En la tabla anexa observamos los modelos y las técnicas aplicadas por países de la OTAN en función de la etapa en la que se encuentran.

---

<sup>63</sup> NATO. 2.008. Guidance.. Op cit. p. 31

<sup>64</sup> AENOR. 2.009. *Gestión...* Op. Cit. p.16

<sup>65</sup> En NATO ALCCP-1 pagina 30 y en RTO-TR-SAS-054 Capitulo 5, se encuentran definiciones de métodos y modelos del CCV.

| METODO / ETAPA         |                    | Evaluación necesidad operativa | Pre viabilidad | Viabilidad | Definición del Proyecto | Diseño y Desarrollo | Producción | Servicio Operativo | Baja en servicio |
|------------------------|--------------------|--------------------------------|----------------|------------|-------------------------|---------------------|------------|--------------------|------------------|
| Optimización           | Optimización       |                                |                |            | UNO                     | UNO                 | UNO        | UNO                | UNO              |
| Simulación             | Sistemas dinámicos | UNO                            | UNO            |            |                         |                     |            | UNO                | UNO              |
|                        | Eventos discretos  |                                |                | UNO        | UNO                     | DOS / TRES          | DOS / TRES | UNO                | UNO              |
| Cálculo / Estimación   | Analogía           | > TRES                         | > TRES         | > TRES     | > TRES                  | > TRES              | DOS / TRES | DOS / TRES         | DOS / TRES       |
|                        | Paramétricos       | > TRES                         | > TRES         | > TRES     | > TRES                  | > TRES              | > TRES     | DOS / TRES         | DOS / TRES       |
|                        | Bayesiano          |                                | UNO            |            |                         |                     |            |                    |                  |
|                        | Ingeniería         | UNO                            | UNO            | DOS / TRES | > TRES                  | > TRES              | > TRES     | DOS / TRES         | DOS / TRES       |
|                        | Por Catálogo       |                                |                |            |                         |                     |            |                    |                  |
|                        | Orden de Magnitud  | UNO                            | UNO            | UNO        | UNO                     | DOS / TRES          | UNO        |                    | UNO              |
|                        | Opinión de Experto | > TRES                         | DOS / TRES     | DOS / TRES | DOS / TRES              | DOS / TRES          | DOS / TRES | UNO                | UNO              |
| Apoyo a las decisiones | AHP *              | DOS / TRES                     | UNO            |            |                         |                     |            |                    |                  |
|                        | MCDA**             |                                |                |            |                         | UNO                 |            |                    |                  |

\* Método del análisis jerárquico      \*\* Análisis de Decisión Multicriterio

Tabla I: Resumen de los Métodos de Estimación empleados por la OTAN (Nº Países en colores).<sup>66</sup>

Una modelización del CCV incluye:

- Estructura de desglose de costes;
- Estructura de desglose del producto o trabajo (en la que estarán incluidas las actividades típicas generadoras de coste).
- Selección de categorías de coste; (la categoría de costes de los recursos aplicables tales como mano de obra, materiales, energía o combustible, gastos generales, transporte o viajes, etc. asociados a cada una de las actividades generadoras de coste)<sup>67</sup>.
- Selección de elementos de coste; (El elemento de coste es el enlace entre las categorías de coste y la estructura desglosada del producto o trabajo).
- Estimación de costes aplicando técnicas de estimación a cada elemento de coste.
- Presentación de resultados.
- Puede incluirse, cuando sea aplicable:
  - Aspectos medioambientales y de seguridad;

<sup>66</sup> NATO.RTO. 2.007. *All Methods and models for life cycle costing*. RTO-SAS-054.. (Paris). RTO Publicación. Page 4-12

<sup>67</sup> Lista de actividades genéricas: AENOR anexo A de la norma UNE 60300 Gestión de la confiabilidad. Guía de aplicación. Cálculo del coste del ciclo de vida

- Incertidumbres y riesgos;
- Análisis de sensibilidad para identificar palancas de coste.

Los modelos de CCV deben ser capaces de modificando, añadiendo, actualizando, mezclando y posteriormente ordenando estos datos convertirlos en información útil para el cálculo.

Estados Unidos, el país que más esfuerzos dedica al estudio del CCV, reconoce que los estándares militares, especificaciones y la mayoría de los modelos de costes aprobados dirigen solo parte del proceso del coste de este ciclo. Estas especificaciones, estándares así como la mayoría de los modelos de costes del ciclo de vida, generan amplias cantidades de datos, no compatibles, que son canalizados por los directores de programas con la esperanza de usarlos como apoyo de las grandes decisiones de costes.<sup>68</sup>

Hay una gran variedad de modelos de costes que actualmente son usados por los países de la OTAN<sup>69</sup>, los analistas de costes deben dedicar sus esfuerzos a elegir el modelo más adecuado de acuerdo a los datos existentes y los requisitos para la estimación del coste.<sup>70</sup>

Nuestra recomendación para España es usar inicialmente el modelo indicado en el anexo D de la UNE –EN-60300 Gestión de la confiabilidad. Cálculo del CCV, teniendo en cuenta la instrucción 67/2.011.

Nuestro modelo del CCV en España = Coste fase de concepto + Coste Fase de definición + Coste Fase de ejecución + Coste fase de servicio (Baja incluida dentro de esta fase )

- Coste fase de concepto = Coste etapa definición necesidad operativa + Coste etapa de previabilidad operativa.
- Coste etapa definición necesidad operativa = Coste de los trabajos de planeamiento + Coste de los trabajos de gestión + Costes de los trabajos Administrativos
- Coste de los trabajos de planeamiento= Costes internos de los trabajos de planeamiento + Costes externos de los trabajos de planeamiento.

<sup>68</sup> NATO. 2.002. *Continuos..* Op. cit. p.104

<sup>69</sup> NATO. 2.007. *All Methods...* Op. Cit. En el Anexo A figuran cientos de modelos caseros y comerciales usados por las naciones. Los cinco modelos más populares en EEUU son : The Equipment Designer's Cost Analysis System (EDCAS) Model. Automated Cost Estimating Integrated Tools (ACEIT) Model. Flex + Life-cycle Costing Model. The Cost Analysis Strategy Assessment (CASA) Model. Para software unicamente: Constructive Cost Model (COCOMO).

<sup>70</sup> AENOR. 2.009. *Gestión..* Op cit. Anexo D: Ejemplos de desarrollo de modelos LCC.

- Costes internos de los trabajos de planeamiento = Costes de personal para los trabajos de planeamiento + Consumos y otros gastos de los trabajos de planeamiento.

Y así sucesivamente para cada fase, etapa y descomposiciones de cada una. En el desarrollo del modelo del CCV vamos descomponiendo el modelo hasta llegar a la mayor descomposición de cada una de las estructuras. Para cada uno de los costes del modelo al máximo nivel de desglose que se pueda hay que definir una relación de estimación CERs en función de coeficientes, pesos,... y un método de estimación.

Por ejemplo el coste del proyecto de un buque puede venir determinado por un CER que sea función del número de equipos, el peso del buque, el tipo de buque,... y el método vendrá condicionado por la disponibilidad de datos históricos o estadísticos de buques similares.

### **3 Dirección, gestión del ciclo de vida.**

La Gestión del ciclo de vida de un sistema (SLCM) es el enfoque integrado y económico para la entrega de una capacidad relacionada con la defensa. El objetivo principal de la gestión del ciclo de vida de los sistemas (SLCM) es una eficiente entrega, uso y mantenimiento de las capacidades fijadas en la política de defensa.

Este objetivo se detalla en:

- Tener un *entendimiento común* de todos los aspectos del SLCM incluyendo requisitos de operación y logísticos, de asequibilidad, de tiempo, calendario, calidad y riesgo.
- Crear unas *prácticas de gestión de negocios integradas* que se extiendan desde el concepto hasta la baja.
- Crear una *colaboración efectiva entre todos los interesados*, delimitando responsabilidades a través del ciclo de vida.
- Facilitar la introducción de tecnología, modernizaciones y dirigir las obsolescencias basadas en consideraciones del ciclo de vida.
- Definir y aplicar un *enfoque de sistemas integrados* al desarrollo, uso y apoyo de los sistemas que encuentre requisitos especificados para minimizar el tiempo de adquisición, máxima eficacia y minimice los costes del ciclo de vida.

- Adquirir *sistemas que cumplan los requerimientos* logísticos y operacionales, optimicen los interfaces externos e internos, dirija la logística integrada y el apoyo en servicio.

La OTAN ha adoptado el *concepto de SLCM* propuesto en la norma C-M(2005)0108-AS1 NATO Policy for systems life cycle management, SLCM es un desarrollo del sector civil .

El objetivo del SLCM es optimizar las capacidades a través del ciclo de vida de los sistemas teniendo en cuenta la ejecución, el coste, el calendario, la calidad, las operaciones, el apoyo logístico integrado y la obsolescencia.<sup>71</sup>

La dirección, gestión del ciclo de vida los sistemas (SLCM: System Life Cycle Management) es un término que va ganando reconocimiento en el mundo de las adquisiciones, es una metodología de trabajo para directores de programa.<sup>72</sup> *Para lograr el objetivo principal de la dirección, gestión del ciclo de vida es necesario definir, mantener, y asegurar la disponibilidad de normas, procesos del ciclo de vida, y procedimientos para su uso por la organización con sujeción al alcance de los estándares internacionales marcados.* La política de estandarización de la NATO llama al uso de estándares civiles en el máximo posible cuando sea practicable.

Para aplicar el SLCM ha sido desarrollada la norma OTAN AAP48 basada en ISO/IEC 15288 que provee de una metodología de trabajo a través de la cual los principios de SLCM pueden ser aplicados.

## **- CAPITULO II ESTIMACIONES DE COSTES.**

Las estimaciones de costes son procesos predictivos que persiguen reducir las incertidumbres involucradas en su desarrollo, mediante el uso de técnicas y herramientas que se deben llevar a cabo en la fase de planificación del proyecto. El término “estimación de costes” a menudo se utiliza para describir el proceso mediante el cual se pronostican las consecuencias presentes y futuras de los

---

<sup>71</sup> NATO. 2.010. *The Handbook of the Phased.....* Op. Cit. p.1

<sup>72</sup> Este es originario del estándar civil ISO/IEC 15288 (International Estándares Organisation/International Electro technical Commission15288)

diseños de ingeniería.<sup>73</sup> Una estimación del coste es una opinión basada en el análisis y el buen juicio sobre el coste de un producto, sistema o servicio.<sup>74</sup> Si nos atenemos a la acepción semántica el concepto estimar significa apreciar, poner precio, evaluar las cosas. Una estimación de coste es el resultado del análisis del coste de un elemento en particular. El analista usa información específica como la definición de ese elemento, su fase del ciclo de vida, suposiciones, cantidades y otras fuentes de datos.<sup>75</sup> El término “estimación de costes” a menudo se utiliza para describir el proceso mediante el cual se pronostican las consecuencias presentes y futuras de los diseños de ingeniería.<sup>76</sup>

En la estimación de costes y precios de la adquisición de un sistema nos podemos encontrar dos casos, el primero se da cuando el sistema está definido y detallado, aunque no exista mercado en el que se pueda formar el precio; en este caso y desde el punto de vista del cliente, hay que estimar los costes previstos de la empresa y determinar el margen que se aplicará; el segundo y más complejo será aquel en el que el sistema no está definido y hemos de construirlo para estimar sus costes posteriormente, en el usaremos métodos prospectivos. Para completar la estimación del CCV es necesario estimar el resto de las fases de ciclo de vida.

## **1 Estimaciones de costes del ciclo de vida.**

El estado actual de la estimación de costes del ciclo de vida de los sistemas de armas es recogido principalmente en la economía de la Defensa que es una subdisciplina económica que estudia el comportamiento de organismos internacionales como la OTAN que en 2007, a través del grupo RTO-TR-SAS-054<sup>77</sup>, efectúa una revisión de los métodos y modelos de estimación de costes de los países OTAN y aliados, facilita una visión general de la aplicación y uso del coste del ciclo de vida (CCV) desde la temprana fase conceptual en el ciclo de vida del producto hasta la fase de baja. Además recoge el tratamiento de la incertidumbre y el riesgo en el desarrollo de la estimación del coste del ciclo de vida (CCV). El informe concluye con una serie de recomendaciones para mejorar el uso y comprensión del CCV en la construcción del proceso de decisión. Finaliza promulgando las mejores

---

<sup>73</sup> DEGARMO. 2004. *Ingeniería económica de Degarmo*. México. Pearson Prentice Hall. P. 24. ISBN 970-26-0529-6

<sup>74</sup> FABRYCKY, WOLTER J. 1997. *Análisis....* Op. Cit. p.36

<sup>75</sup> EEUU. US Department of the Army. 2002. *Cost Analysis manual*. Washington. p. 1

<sup>76</sup> DEGARMO. 2004. Op. Cit. p. 24.

<sup>77</sup> NATO RTO es una organización de asesoramiento en Actividades tecnológicas e investigación de Defensa, perteneciente a la NATO. Esta desarrolla estudios relacionados con la investigación, abarcando en su contenido el ciclo de vida. A través de paneles como SAS desarrolla estudios específicos que incorpora como metodología.

prácticas dentro de la obtención por fases de un programa de armamento, conclusiones y recomendaciones. España no participó en ese grupo con lo que las conclusiones y recomendaciones allí alcanzadas no las podemos asumir como propias.

Además, diversas publicaciones de la OTAN, con claro influjo de EEUU país que más peso tiene en la definición del marco teórico y conceptual, recogen el marco teórico de la estimación del coste del ciclo de vida (CCV), concretamente citando las más relevantes nos encontramos con la publicación ALCCP-1 que facilita un entendimiento común del CCV y una forma común de conducir un análisis del CCV para las naciones de la OTAN, agencias y otros. Esta publicación es continuación de los esfuerzos de RTO TR-058, estructuras de costes y costes del ciclo de vida para los sistemas militares, SAS-028 que desarrolla una estructura general de costes para el ciclo de vida. Además recientemente en el año 2012 la OTAN edita el resultado del grupo SAS-076 que publica la estimación de costes independientes en la OTAN y el papel del análisis del CCV en la gestión de la actividad de Defensa. Tampoco podemos asumir sus conclusiones o recomendaciones pues no formamos parte del grupo.

El procedimiento de estimación de costes del ciclo de vida en España es muy reciente y consiste en un procedimiento determinístico en el que en función de unos requisitos técnicos se determinan unas alternativas de obtención, se cuantifican los costes de estimación del ciclo de vida de cada una y en la fase de decisión, se les realiza una medición equivalente del valor actual del coste de cada una de las alternativas, seleccionando una alternativa en función de esa medición. Este procedimiento se regula en la instrucción 67/2011 “Proceso de Obtención de Recursos Materiales” que divide el proceso de obtención en cuatro fases: conceptual, definición y decisión, ejecución y servicio. Esta instrucción incluye como novedad, la consideración del ciclo de vida y la exigencia de su estimación.

Las estimaciones del CCV de los programas de adquisición de Defensa son por su naturaleza, ya comentada, inciertas. Las estimaciones son requeridas cuando solo un 5% del coste total de un programa es conocido. Años de desarrollo y producción del sistema y décadas de costes de operación y apoyo necesitan ser estimadas. Las estimaciones se basan en muestras de datos que están casi siempre desordenados. Esfuerzos ingentes son comúnmente requeridos para extraer información aprovechable de un limitado, inconsistente conjunto de datos. Y no importa que herramienta o método de estimación se use. Para complicar el asunto, los sistemas de armas y sistemas de información automatizada son frecuentemente diseñados muy superficialmente. Solo existe una cantidad muy limitada de

información programada que pueda estar disponible bajo tales parámetros como el calendario, cantidad de unidades para adquirir, ejecución, requisitos, estrategia de adquisición y evolución de los incrementos a futuro. Además las características principales del sistema pueden cambiar durante el desarrollo y la producción, como incrementos en el peso del sistema, variar la complejidad, etc. Por todas estas razones, una estimación del CCV, cuando expresa simplemente un número, es simplemente una salida u observación en una distribución probabilística de costes. Esto es, que la estimación es estocástica más que determinística con la incertidumbre y el riesgo determinado por la forma y la varianza de la distribución.<sup>78</sup> La fiabilidad de la estimación de costes de un proyecto aumenta conforme avanza el proyecto en su ciclo de vida, es decir la estimación de costes es un proceso iterativo de fase en fase.

Antes de incurrir en cualquier coste por parte de las empresas se debe estimar cuanto pagaran los clientes por el producto que se pretende ofrecer, posteriormente se decide en que costes se puede incurrir en forma rentable que determinen los ingresos esperados.<sup>79</sup> Las empresas para poder estimar con ciertas garantías deben tener una base de datos que respalde estas estimaciones, sin embargo los procedimientos de almacenamiento de datos y la manipulación de la información no son considerados por las empresas españolas como procesos de gestión. La necesidad de que la Industria integre sus procesos de Ingeniería alrededor de las bases de datos integradas del producto está llegando a ser cada vez más evidente.<sup>80</sup>

En el ciclo de vida de un sistema de armas la fase de operación y apoyo de un sistema de armas es la más duradera y la que mayor consumo de recursos exige, al ser la parte más importante del ciclo de vida, las estimaciones de costes deberían ser preparadas por un equipo multidisciplinar con habilidades en análisis de costes, gestión financiera, logística, ingeniería (incluyendo fiabilidad y mantenibilidad) y otras habilidades. El equipo debería incluir también miembros o críticos de las organizaciones afectadas tales como la del mando operacional del sistema, del centro de apoyo al producto, centro de mantenimiento, centro de entrenamiento,... Es más, los esfuerzos de coordinación deberían interactuar con los equipos de Investigación, desarrollo y pruebas, los de adquisición, de tal forma que la estimación del CCV en su totalidad sea consistente.

---

<sup>78</sup> NATO.2.007. All methods..... Op cit 7-1

<sup>79</sup> THOMAS T NAGLE, REED K HOLDEN. 1.998. *Estrategia y tácticas para la fijación de precios*. Ediciones granica. P.103

<sup>80</sup> NATO. 2.002. *Continuos..* Op. Cit. p. 68

## 1.1 Técnicas de estimación de costes.

Se entienden las técnicas de estimación como una combinación de algoritmos y cálculos matemáticos basados en juicios, información histórica y actual que ofrece una estimación del coste. La metodología elegida depende del nivel de detalle requerido, de la disponibilidad de datos y del tiempo disponible para realizarla. Pero lo que si es crucial es que el estimador tenga un conocimiento claro y completo de los requisitos del sistema militar.<sup>81</sup>

La mayoría de ingenieros usa para la estimación de costes presupuestos de proyectos pasados y elaboran ratios a partir de éstos<sup>82</sup>, por ejemplo los navales están basados en publicaciones como NAVSEA<sup>83</sup>.

Algunos métodos o técnicas se basan en los datos históricos, otros ponen de manifiesto la importancia del análisis estadístico, mientras que otros enfatizan los estudios de ingeniería... Cada método tiene ventajas e inconvenientes, por lo que, no parece recomendable el uso exclusivo de un solo método.

Podemos ordenar las técnicas de estimación en función de su fiabilidad.<sup>84</sup>

- 1) Estimación mediante de costes reales: Se emplea cuando hemos desarrollado un prototipo. Su uso es el más recomendable y fiable ya que permite extrapolar el coste a partir del contrato en ejecución (prototipo) para estimar el coste final del sistema.
- 2) Estimación con procedimientos de Ingeniería (Bottom-Up): considera el precio como una variable de salida y los cálculos de costes como variable de entrada. En este método se identifican los componentes de costes, se valoran y se suman para obtener el coste directo, a continuación se agregan los costes indirectos y el margen para obtener el precio de venta. Es la técnica más detallada de todas y la más costosa de implementar. Se empieza en el nivel más bajo definible de la Estructura de Desglose de Actividades, Trabajo (EDT, WBS) y se estima el coste de cada tarea. Para cada una se emplea la técnica de estimación más adecuada.

---

<sup>81</sup> NATO. 2.001. *Cost...* Op. Cit. p. 10-1

<sup>82</sup> Por ejemplo en la estimación de un buque de guerra se tienen en cuenta los pesos obtenidos de publicaciones especializadas, los materiales se estiman por los históricos de las ofertas y las horas por las ofertas, tanto históricos como actuales.

<sup>83</sup> EEUU, NAVY. 2005. *Cost estimating handbook* . NAVSEA. Washington. p. 34

<sup>84</sup> Ibid. p. 68.

- 3) Estimaciones paramétricas. En este tipo de estimaciones se emplean parámetros de costes que se calculan mediante regresiones lineales u otros métodos estadísticos o matemáticos y se obtienen a partir de datos históricos almacenados en bases de datos que relacionan los costes con las unidades físicas características de los productos (peso, volumen, velocidad, etc.). Las estimaciones paramétricas se emplean en estudios en los que el nivel de definición del sistema no es muy alto, no se tienen datos comerciales para realizar valoraciones de mercado o el tiempo disponible para la realización es escaso.

Para calcular los parámetros de costes, se utilizan las Relaciones de Estimación de Costes (CERs – Cost Estimating Relationships, son relaciones y cálculos que cuanto más simples son más efectivos), es decir, las relaciones que convierten los costes en variables dependientes de otras variables y que se obtienen a partir de una base empírica, así como las variables independientes características del diseño o prestaciones del sistema. Estas CER son a menudo métodos de estimación de costes que desembocan en funciones ajustadas matemáticamente que describen el coste de una estructura, sistema, o servicio en función de una o más variables independientes.<sup>85</sup>

Estas técnicas son las más usadas, pero no son aplicables en productos nuevos que usan métodos de fabricación novedosos, pues no hay datos históricos con los que parametrizar. Es el método más adecuado cuando al inicio abordamos la definición de un sistema.<sup>86</sup>

Por ejemplo la compañía de construcción y mantenimiento de buques NAVANTIA utiliza un programa de diseño propio llamado ANACONDA que contiene la experiencia en buques de diseño propio y de la US Navy.

- Recursos necesarios para poder realizar una estimación paramétrica:
  - Bases de datos de costes actualizadas, preferible tipo CBS, de productos comparables con el producto que pretendemos estimar.
  - Personal técnico especializado que identifique variables independientes, con las que poder definir las características o prestaciones del sistema que se emplean para definir el coste y obtener valores reales (peso, eslora, energía, potencia, etc.)

---

<sup>85</sup> WOLTER J FABRYCKY. 1.997. Op. Cit. p. 59.

<sup>86</sup> NATO.2.012. *Independent cost estimating and the role of Life Cycle Cost Analysis in Managing The Defence Enterprise*. RTO-SAS-076. Paris. RTO Publicación. p. 9

- Tener experiencia en el uso de relaciones de estimación de costes y expresiones matemáticas (genéricas, propias), definidas con anterioridad, para estimar el coste de un producto en función de una o más variables independientes.

Un ejemplo real de paramétrica sería el cuadro que se adjunta en la tabla II, en el se compara el histórico del grupo de coste 100, en la estructura WBS Nomenclator, de la plataforma de tres buques de la Armada española, en el ejemplo obtenemos dos tipos de parámetros en función del peso que son el coste medio en materiales por tonelada y las horas de producción medias por tonelada empleadas en la construcción del buque. En el ejemplo observamos que los dos primeros buques, similares en cuanto a sus características, obtienen parámetros similares, sin embargo en el buque de guerra obtenemos unos parámetros que se alejan de los obtenidos en el buque logístico y de transporte.

| GDC DESCRIPCION              | BUQUE LOGISTICO Año2003 |                           |                    | DE TRANSPORTE Año 97    |                           |                    | DE GUERRA Año 1999      |                           |                    |
|------------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------|
|                              | PESO Total GDC en (Ton) | Coste medio material/ Ton | Horas medias / Ton | PESO Total GDC en (Ton) | Coste medio material/ Ton | Horas medias / Ton | PESO Total GDC en (Ton) | Coste medio material/ Ton | Horas medias / Ton |
| <b>100 Suma GDC</b>          | <b>4789,32</b>          | <b>412</b>                | <b>24,8</b>        | <b>4567,53</b>          | <b>489</b>                | <b>21,3</b>        | <b>2348,75</b>          | <b>1634</b>               | <b>369,4</b>       |
| 111 Planchas del Forro       | 843,56                  |                           |                    | 996,53                  |                           |                    | 342,96                  |                           |                    |
| 113 Doble fondo              | 79,54                   |                           |                    | 89,56                   |                           |                    | 69,75                   |                           |                    |
| 114 Apéndices del Forro      | 56,82                   |                           |                    | 93,91                   |                           |                    | 19,45                   |                           |                    |
| 115 Puntales                 | 11,34                   |                           |                    | 11,87                   |                           |                    | 6,78                    |                           |                    |
| 116 Estructura longitudinal  | 296,21                  |                           |                    | 315,90                  |                           |                    | 129,32                  |                           |                    |
| 117 Estructura transversal   | 387,89                  |                           |                    | 187,34                  |                           |                    | 154,13                  |                           |                    |
| 121 Mamparos estructurales L | 587,49                  |                           |                    | 321,49                  |                           |                    | 37,67                   |                           |                    |
| 122 Mamparos estructurales T | 624,17                  |                           |                    | 291,22                  |                           |                    | 145,23                  |                           |                    |
| .....                        | .....                   | .....                     | .....              | .....                   |                           |                    | .....                   |                           |                    |
| .....                        |                         |                           |                    |                         |                           |                    |                         |                           |                    |

Tabla II: Parámetros de buques de la Armada española. Fuente : GEC, Auditorías de costes incurridos.

- 4) Estimación por analogía (Top-Down): Este método realiza una comparación directa del producto con otros similares de los que se conocen las características técnicas, costes y precios. Tras realizar ajustes, dependiendo de la coincidencia del producto, se calibra el coste con estos ajustes, se introduce la inflación, variación de índices, número de unidades a producir, zona geográfica, etc.

Es utilizado en las primeras etapas de un proyecto, cuando se desconocen los detalles de diseño del proyecto; sin embargo, este precio ayuda a poner objetivos de coste para los

diferentes componentes. Es frecuente que sea el único método que se pueda usar al estar el producto en una fase inicial de desarrollo.

Considera el precio como variable de entrada y las estimaciones de coste (precio contrato) como variables de salida. Es el método tradicional de estimar y se aplica en industrias donde las condiciones competitivas de mercado no son el factor dominante para determinar el precio del producto o servicio, como en mercados con alta diferenciación de productos.

Para etapas más avanzadas del desarrollo de un proyecto se requieren estimaciones basadas en estudios avanzados de ingeniería, estudios de mercado, cotizaciones en firme, etc.

#### 5) Métodos prospectivos:

Hasta ahora en los otros cuatro métodos hemos visto como realizar una estimación desde el punto de vista de un sistema que es conocido y ha sido diseñado.

Pero qué pasa cuando queremos innovar pensando en lo que nos gustaría que fuese o lo que podría ser. En ese caso entra en acción la Prospectiva que busca no lo que será, sino lo que podría ser o deseáramos que fuese. Es pues, una especulación educada sobre el porvenir.<sup>87</sup>

La prospectiva estudia las fuerzas que impulsan los cambios, tratando de identificar las variables y de predecir su evolución. Cuando en un proyecto existe una gran incertidumbre, es complejo o su ejecución es a muy largo plazo se deben usar análisis prospectivos. La principal dificultad que ofrece este método es que muchos de estos proyectos son únicos, no hay diseños similares en el pasado a los que acudir como referencia (Anexo II).

Dentro del MINISDEF, en la DGAM y como órgano asesor nace el Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica de la Defensa (SOPT)<sup>88</sup>, que se encarga de recoger, procesar y analizar toda la información tecnológica y relevante. La prospectiva tecnológica comprende la exploración sistemática de los avances científicos y tecnológicos a largo plazo, así como su potencial impacto en la sociedad. Esta exploración hace especial

---

<sup>87</sup> TORRÓN DURÁN R 2007. "Prospectiva de seguridad y Defensa : Viabilidad de una unidad prospectiva en el CESEDEN" Madrid. Monografías CESEDEN. p. 7,.

<sup>88</sup> Boletín de Observación Tecnológica en Defensa. El Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica publica el Boletín de Observación Tecnológica en Defensa trimestralmente desde el año 2003. Todos los números del Boletín se pueden descargar gratuitamente desde la página web de "Tecnología e Innovación en Defensa". <<[http://www.tecnologiaeinnovacion.defensa.gob.es/es-es/Contenido/Paginas/Publicaciones.aspx?cat=BOLETINES TECNOLÓGICOS](http://www.tecnologiaeinnovacion.defensa.gob.es/es-es/Contenido/Paginas/Publicaciones.aspx?cat=BOLETINES%20TECNOLÓGICOS)>>; a través de la Intranet de Defensa en el Sistema de Gestión de la Información Tecnológica (SGIT) <<<http://observatecno/observatorios/?q=node/98>>> Monografías <<<http://www.tecnologiaeinnovacion.defensa.gob.es/es-es/Contenido/Paginas/Publicaciones.aspx?cat=MONOGRAFÍAS>>> [Consulta: 10-11-2013]

hincapié en la identificación de los factores emergentes que producen y originan cambios e innovación, además de prestar atención a la identificación de las áreas de investigación científica y desarrollo tecnológico que posiblemente influenciarán y producirán innovación y beneficios económicos y sociales durante los próximos 15-20 años.

#### 6) *Otras fórmulas consideradas en el proceso de estimación de costes.*

Sin ser consideradas técnicas de estimación disponemos de fórmulas que complementan las estimaciones y que forman parte de las técnicas de estimación de coste como son: aplicación de costes unitarios (tarifas de empresas), índices, factores, curvas de aprendizaje <sup>89</sup>, procedimientos o métodos estadísticos <sup>90</sup>. En relación a la estimación de la duración de las actividades además del juicio de expertos, la estimación por analogía, las técnicas grupales para la toma de decisiones y la paramétrica nos encontramos con <sup>91</sup> :

##### **Estimación por tres valores.**

De la misma forma que en el proceso *Estimar la duración de las actividades*, el PERT (Técnica de Revisión y Evaluación de Programas) utiliza tres escenarios para definir un rango aproximado del coste de una actividad, teniendo en cuenta la incertidumbre y el riesgo:

- Más probable (*cM*). El coste de la actividad se estima sobre la base de una evaluación realista del esfuerzo necesario para el trabajo requerido y de cualquier gasto previsto.
- Optimista (*cO*). El coste de la actividad se estima sobre la base del análisis del mejor escenario para esa actividad.
- Pesimista (*cP*). El coste de la actividad se estima sobre la base del análisis del peor escenario para esa actividad.

Definiendo un valor Esperado (*cE*). Se puede calcular el coste esperado, *cE*, mediante el uso de una fórmula, en función de la distribución asumida de los valores dentro del rango de las tres estimaciones. Dos de las fórmulas más utilizadas son las distribuciones triangular y beta. Las fórmulas son las siguientes:

- Distribución Triangular.  $cE = (cO + cM + cP) / 3$

---

<sup>89</sup> Es un modelo matemático que explica el fenómeno de aumento de eficiencia de un trabajador y de la mejora del rendimiento de una organización a partir de la producción repetida de un producto o servicio.

<sup>90</sup> Procedimientos o métodos estadísticos: manejo de datos cualitativos y cuantitativos en una investigación.

<sup>91</sup> PMI. 2.013. Op. Cit. p. 169

- Distribución Beta (del análisis PERT tradicional).  $c_E = (c_O + 4c_M + c_P) / 6$

$$c_E = \frac{c_O + 4c_M + c_P}{6}$$

Las estimaciones de costes calculadas con arreglo a la formula pueden proporcionar una mayor exactitud, los intervalos definidos entre los tres valores definen el rango de incertidumbre de la estimación de costes.

### **Análisis de Reserva.**

El análisis de reserva del presupuesto es en realidad la cobertura del contrato estableciendo bolsas económicas para las contingencias de este y además otras bolsas para las contingencias que pudieran ocurrir en la gestión del proyecto. En realidad son reservas por riesgos identificados en el registro de riesgos para cambios no planificados, pero que son necesarios. Las reservas de gestión son las que se reservan para cambios no planificados en el alcance y el coste del proyecto.

Estas reservas pueden formarse en base a un porcentaje de la duración estimada de la actividad, una cantidad determinada de periodos de trabajo, o puede calcularse utilizando métodos de análisis cuantitativos. Las reservas irán variando conforme tengamos el proyecto más detallado luego evolucionan a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Las citadas reservas no forman parte de la línea base del coste, pero sí que pueden ser incluidas en el presupuesto total del proyecto, con lo que se deben de tener en cuenta. En relación a la medición del valor ganado estas reservas no son computadas.

A continuación se expone un cuadro de elaboración propia con las principales técnicas de estimación y sus fortalezas y debilidades:

| Técnica       | Fortalezas  | Debilidades  |
|---------------|---|--|
| Costes reales | Estimación más fiable pues permite extrapolar el coste a partir del contrato en ejecución (prototipo).  | Es muy costoso pues es necesario desarrollar un prototipo  |
|               | Se puede disponer de las EDT y las EDP a un máximo nivel de detalle.  |  |
|               | Tiempo de ejecución breve si el prototipo está desarrollado.  |  |
| Bottom up.    | Intuitivas y justificables.   | Requiere alto conocimiento de todo el sistema. No facilita la comprensión de los cost drivers.   |
|               | Se suele basar en una estructura de descomposición de trabajo bastante detallada, lo que permite discernir intuitivamente los mayores generadores de costes.  | Para cada escenario alternativo es necesario realizar una nueva estimación.  |
|               | La estimación no se desvirtúa por errores de cálculo en un elemento de coste.   | El estimador trabaja a partir de planos, croquis y detalles de elementos que no han sido diseñados, con lo que únicamente se puede asignar costes a las actividades conocidas  |
|               | Obtención de estimaciones muy precisas.   | Es lento y costoso. No suele ser útil cuando estimamos sistemas complejos de pocas unidades  |
|               |   | Errores pequeños en las estimaciones pueden conducir a grandes errores en el total.  |
| Paramétrica.  | No existe la necesidad de disponer de un conocimiento elevado del sistema a estudiar, a partir de un conocimiento general, introduciendo una serie de parámetros podemos obtener resultados.            | Inicialmente el establecer los medios puede ser muy costoso en tiempo y dinero.  |
|               | Posibilidad de ir aproximando el valor de la estimación con nuevas iteraciones a medida que se va conociendo el sistema.  | Obliga a tener bases de datos históricas amplias y mantenidas.   |
|               | Se basa en más de una referencia y por lo tanto menos riesgo de error. Una vez realizada, los CERs obtenidos son una gran herramienta para responder a variaciones que se introduzcan.                  | Dificultad para que personal sin previa formación (Personal especializado en costes con conocimiento de costes o Ingeniero con formación económica en costes) pueda utilizar el software de estimación y comprender los CERs establecidos por otros. |
|               | Adaptabilidad al entorno, tiene en cuenta circunstancias de este, escenarios por países, zonas, etc.  | La recolección de datos apropiados y la generación estadística de CERs correctos es complicada.  |
|               | Es compatible con el uso de bases de datos históricas, aunque como hemos citado antes sería idóneo el empleo de una estructura de descomposición de costes (CBS) o al menos compatible con la utilizada | Pérdida de capacidad predictiva fuera del rango de datos aplicables.   |
|               | Si se dispone de una herramienta informática, la inversión de recursos por parte del estimador será muy baja.   |  |
| Analogía      | Facilidad de manejo y de comprensión, siempre y cuando podamos hacerlo en términos comparables, de ahí la importancia de contar con una base de datos descompuesta WBS.                                 | Necesidad de disponer de datos de sistemas comparables, aunque por lo general siempre es posible poder encontrar sub-elementos comparables, vg. motor, casco..   |
|               | El coste de usar este método es bajo.   | Dificultad para calibrar, ajustar una estimación, con la necesidad de utilizar complementariamente otros métodos.  |
|               | Es un método rápido, fácil de modificar y puede usarse para comprobación de otros métodos.  | Este método requiere una gran experiencia y conocimiento de los estimadores de costes.   |

Tabla III : Principales fortalezas y debilidades de los métodos expuestos. Fuente: Elaboración propia, experiencia propia.

### Técnicas de estimación aplicables a las fases del ciclo de vida.

Dependiendo del tipo de programa, el propósito de la estimación de costes, el tiempo disponible para realizar la estimación y la información disponible una técnica puede ser más recomendable que otra para su aplicación en una determinada fase de un programa.<sup>92</sup> Es frecuente encontrar que no se aplica un único método de estimación en cada fase, sino que se usa una combinación de métodos

<sup>92</sup> NATO-RTO. 2.009. Code.. Op cit. p. 6

complementados con la opinión de expertos. Es posible que en fases preliminares o incluso avanzadas no sea posible utilizar las técnicas de estimación. En estos casos, para validar cuantitativamente los costes, se pueden emplear: <sup>93</sup>

- 1) Precios indexados.
- 2) Análisis volumen-coste-beneficio.
- 3) Análisis estadístico.
- 4) Desarrollo y uso de relaciones de estimación de costes (Parámetros).
- 5) Análisis de regresión y promedios móviles.
- 6) Curvas de aprendizaje y medición de trabajo.
- 7) VAN Valor actual en la que se emplea una técnica de descuento.

El Army EEUU <sup>94</sup>, la OTAN <sup>95</sup> y la NASA <sup>96</sup> relacionan las aplicaciones con las que estiman, las técnicas de estimación usadas y la fase en la que se aplican.

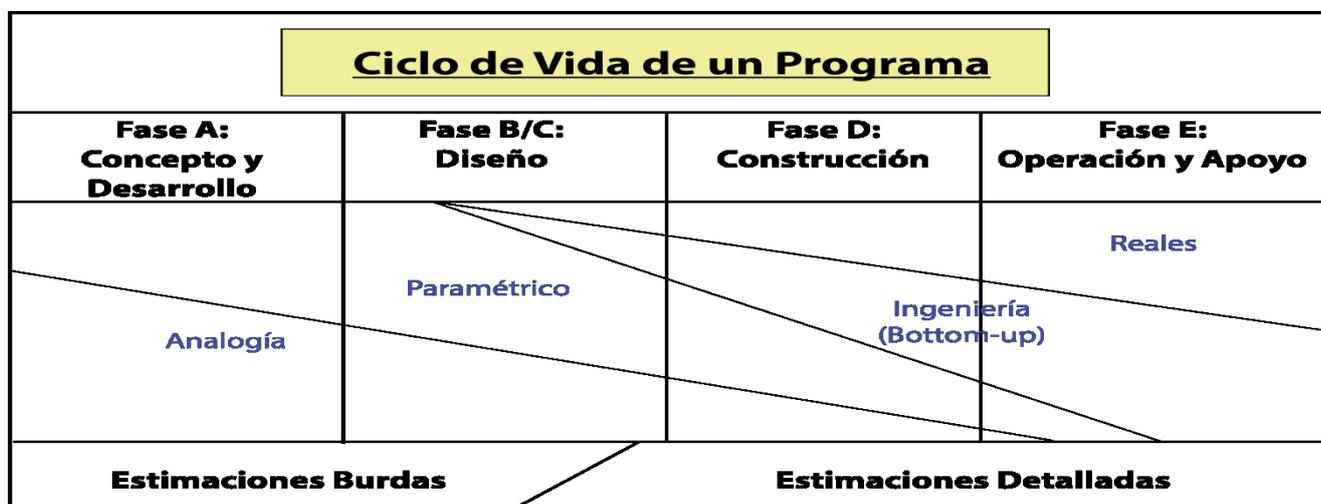


Figura 4: Métodos de estimación usados por la NASA, pág. 14.

Los métodos de estimación analógicos y paramétricos son predominantes y usados en casi cualquier etapa. El método de ingeniería es más común en las fases de diseño, desarrollo y producción cuando se

<sup>93</sup> EEUU. FAR(Federal Acquisition Regulations). *Contracting..* Op. cit. Subchapter C. Part 15. p. 15.504-1(b) 2

<sup>94</sup> EEUU. US Department of the Army. 2.002. *Cost...* Op. Cit. pp. 171,178.

<sup>95</sup> NATO-RTO. 2.007. *All..* Op. cit. pp. 4-1 y 5-1.

<sup>96</sup> NASA. 2.015 *NASA Cost estimating Hand Book*. Washington. p. 20-Appendix C,E & F

comparan alternativas y hay información detallada disponible. En las etapas más tempranas los métodos de apoyo a la decisión y los métodos de simulación son los más utilizados. Esto no es sorprendente, puesto que estas técnicas pueden ser empleadas usando juicios subjetivos que compensen la falta de datos históricos. Los métodos de simulación y optimización son utilizados en las etapas de desarrollo, producción y utilización o apoyo, para estimar los costes de sostenimiento y los efectos de escenarios de sostenimiento alternativos. Durante las fases de utilización, apoyo, al sistema se usa el sistema de coste basado en las actividades, el método ABC es el más ampliamente usado para capturar costes actuales.<sup>97</sup>

| METODO / ETAPA       |                    | Evaluación necesidad operativa | Pre viabilidad | Viabilidad | Definición del Proyecto | Diseño y Desarrollo | Producción | Servicio Operativo | Baja en servicio |
|----------------------|--------------------|--------------------------------|----------------|------------|-------------------------|---------------------|------------|--------------------|------------------|
| Cálculo / Estimación | Analogía           | > TRES                         | > TRES         | > TRES     | > TRES                  | > TRES              | DOS / TRES | DOS / TRES         | DOS / TRES       |
|                      | Paramétricos       | > TRES                         | > TRES         | > TRES     | > TRES                  | > TRES              | > TRES     | DOS / TRES         | DOS / TRES       |
|                      | Bayesiano          |                                | UNO            |            |                         |                     |            |                    |                  |
|                      | Ingeniería         | UNO                            | UNO            | DOS / TRES | > TRES                  | > TRES              | > TRES     | DOS / TRES         | DOS / TRES       |
|                      | Por Catálogo       |                                |                |            |                         |                     |            |                    |                  |
|                      | Orden de Magnitud  | UNO                            | UNO            | UNO        | UNO                     | DOS / TRES          | UNO        |                    | UNO              |
|                      | Opinión de Experto | > TRES                         | DOS / TRES     | DOS / TRES | DOS / TRES              | DOS / TRES          | DOS / TRES | UNO                | UNO              |

Tabla IV: Resumen de los Métodos de Estimación empleados por la OTAN (Nº Países en colores).<sup>98</sup>

El Army EEUU<sup>99</sup>, la OTAN<sup>100</sup> y la NASA<sup>101</sup> han recogido las principales técnicas de estimación que usan en la evaluación de programas y la fase, etapa en la que se aplican.

<sup>97</sup> NATO. 2.008. *Guidance...* Op cit.,2.008. pp. 31, 41.

<sup>98</sup> NATO. RTO-TR-SAS-054. *All...* Op. Cit. p. 4-12

<sup>99</sup> EEUU. U.S. Army. 2.002. *Cost...* Op. cit. pp. 171,188

<sup>100</sup> NATO.RTO. 2.007. *All ...* Op. Cit. pp. 4-1 y 5-1.

<sup>101</sup> NASA. 2.015. *Cost...* Op. Cit. p. 14

| Instrucción 67/2011  | Fase Conceptual | Fase de definición y decisión | Fase de ejecución | Fase de producción | Fase de servicio. |
|--|-----------------|-------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| <b>Coincidencia fases instrucción 67/2011 con las que tiene establecidas la NASA</b> |                 |                               |                   |                    |                   |
| <b>NASA</b>  | Pre- Fase A     | Fase A                        | Fase B            | Fase C/D           | Fase E            |
| <b>MÉTODOS DE ESTIMACIÓN USADOS POR LA NASA EN CADA UNA DE LAS FASES</b>             |                 |                               |                   |                    |                   |
| PARAMETRICO  | X               | X                             | /                 | /                  | -                 |
| ANALOGÍA   | X               | /                             | /                 | /                  | -                 |
| INGENIERIA   | /               | /                             | X                 | X                  | X                 |

Leyenda: X : Recomendado. /: Aplicable. - : No aplicable

Tabla V: Métodos de estimación usados por la NASA. Léase de la A a la E conforme a lo definido en las 5 primeras fases. Un mayor detalle figura en el manual de la NASA citado, página 14 Fases en la NASA: Pre-Phase A: Amplio espectro de ideas y alternativas para la misión que se pretende cubrir. Phase A: Diseño conceptual. Fase B diseño detallado. Phase C/D : Diseño, desarrollo, test y evaluación. Phase D: Producción. Phase E : Operación y mantenimiento.

## 1.2 Herramientas de estimación de costes

Una herramienta automática de estimación de costes y precios es una aplicación informática que usa las técnicas de estimación para, mediante la alimentación de datos, estimar costes, esfuerzos y duración. Además permite la planificación temporal y los riesgos asociados, lo que resulta de gran ayuda al planificador.

El esfuerzo de presupuestación hemos visto que varía dependiendo de la técnica de estimación que vamos a aplicar. Este esfuerzo se aligera utilizando sistemas automatizados que en base a *datos de entrada*, que el utilizador ha de introducir y un *sistema informático* (que en sus cálculos utiliza programas que están basados en: parámetros, CERS (Cost Estimating Relationships), bases de datos históricas, variables .... ) convierte en *salidas*, entre otras, la estimación de los costes del programa.

### Las herramientas utilizadas en España (MINISDEF).

Desde mediados de 2010, el MINISDEF, a través de la Dirección General de Asuntos Económicos (DIGENECO; GEC) ha dado pasos para capacitarse en la estimación paramétrica. Era necesario contar con un método estable que permitiera elaborar estimaciones de costes independientes y que ayudara

tanto en la toma de decisiones como en la fase de adquisición. Para poder dotarse de esta capacidad y afrontar las negociaciones con los potenciales contratistas identificaron tres elementos básicos:

- Una base de datos de costes en la que se registren las ofertas presentadas y los costes incurridos declarados por las empresas que tengan relaciones contractuales con este departamento. Estos costes históricos se utilizarán para validar estimaciones, identificar cost-drivers, implementar un control de la gestión y como fuente en las estimaciones de nuevos sistemas <sup>102</sup> (El MINISDEF ya ha comenzado su elaboración)
- Una estructura de descomposición de costes (EDC) o Cost Breakdown Structures (CBS) que permita registrar los costes de los sistemas.
- Una herramienta de estimación paramétrica de costes que permita obtener la mejor aproximación al coste de los sistemas empleando parámetros físicos. En la mayoría de las herramientas la variable principal o “cost-driver” es el peso.

De estos tres elementos la base de datos aún está si desarrollar, la EDC está detallada en el anexo III de la investigación y de las herramientas existentes en mercado se eligió *True Planning* de la empresa americana PRICE SYSTEMS. <sup>103 104</sup> Para su manejo, el GEC ha formado un equipo especializado que ha realizado y realiza estimaciones en las primeras fases del proceso. Para realizar estas estimaciones paramétricas el GEC utiliza algunos parámetros del producto como son el peso en cantidad, el peso de la electrónica, su descripción electrónica, el precio del COTS, su índice de sensibilidad o de calibración (*Manufacturing complexity structure*), etc.

La herramienta se utiliza en tres niveles.

- 1) Para presupuestación.
- 2) Para contratación.
- 3) Design to cost: Como influye en el precio variar requisitos

---

<sup>102</sup> NATO. RTO. 2.001. *Cost structure...* . Op. Cit. p. 3-6

<sup>103</sup> EEUU.NAVY.NAVSEA. 2.005. *Cost...* Op. Cit. Appendix G (Relación de herramientas )

<sup>104</sup> NASA. *Cost..* Op cit. Vol1. Table 4 (Otra relación)

### 1.3 Parámetros y referencias usados en el cálculo del coste del ciclo de vida.

Una estimación paramétrica de costes, o «parametrización», se define como una técnica que utiliza una o más relaciones de costes para estimar los costes asociados con la ejecución, fabricación, mantenimiento o modificación de un elemento, producto o servicio final. Una relación de estimación de costes, como ya vimos en el capítulo II, punto 1.1 CER – *cost estimating relationships* -, expresa una correlación cuantificable entre ciertos costes del sistema y otras variables del sistema de «no-coste», ya sea por el carácter técnico o por otra circunstancia. La CER se dice que representa el uso de una o más variables independientes de «no-coste» para predecir o estimar una variable dependiente de coste y es representada por una relación matemática que predice un valor para un coste.

La parametrización abarca incluso las relaciones aritméticas tradicionales más sencillas entre datos históricos, como simples factores o coeficientes utilizados en la estimación de los costes. Un *parámetro estadístico* es aquel formado por una función establecida sobre los valores numéricos de una *comunidad*.

La utilidad de los parámetros estadísticos se encuentra ante la dificultad para manipular un elevado número de datos individuales de una misma sociedad. La parametrización de una base de datos, por otra parte, es la organización y estandarización de la información que se ingresa en un sistema. De esta forma, es posible realizar distintos tipos de consulta y obtener resultados fiables.

En estadística, un parámetro es un número que resume la gran cantidad de datos que pueden derivarse del estudio de una variable estadística. A continuación hemos confeccionado una tabla en la que se recogen parámetros usados en el cálculo del CCV.

| FASE      | ETAPA            |                             | PARAMETRO/OBSERVACIONES   |
|-----------|------------------|-----------------------------|---|
| EJECUCIÓN | ETAPA PRODUCCIÓN | I+D+i                       | <p>Aeronaves de ala fija :Media del 7 %LCC.</p> <p>Aeronaves de ala rotatoria: Media del 3%LCC.</p> <p>Sistemas terrestres: Media del 4%LCC.</p> <p>Buques de superficie: Media del 5%LCC.</p> <p>Submarinos: Media del 7%LCC.</p> <p>UAVs: Media del 10 %LCC.</p> <p>Sistemas espaciales: Media del 40 %LCC.</p>   |
|           |                  | FABRICACIÓN                 | <p>Aeronaves de ala fija :Media del 30%LCC.</p> <p>Aeronaves ala rotatoria: Media del 29 %LCC.</p> <p>Sistemas terrestres: Media del 33%LCC.</p> <p>Buques de superficie: Media del 26%LCC.</p> <p>Submarinos: Media del 33%LCC.</p> <p>UAVs: Media del 34 %LCC.</p> <p>Sistemas espaciales : Media del 45 %LCC.</p>  |
| SERVICIO  | VIDA OPERATIVA   | OPERACIÓN+SOSTENIMIENTO O&S | <p>En general entre un 60 y un 75% del CCV. El mayor porcentaje del CCV, entre el 60 y el 80%, se concentra en esta fase.</p> <p>Buques de superficie:.. El coste de personal representa un 40% de media de los costes de operación y sostenimiento.</p> <p>Aeronaves: O&amp;S costes representan la mitad del CCV.</p> <p>Buques: O&amp;S costes representan dos tercios del CCV del buque.</p> <p>Buque de guerra (Royal Netherlands Navy, Landing Platform Dock Rotterdam class amphibious warfare vessel) Estimación del coste: 2012. Coste O&amp;S en 30 años de vida supondría el 84% del CCV..</p> <p>Aeronaves de ala fija :Media del 63%LCC.</p> <p>Aeronaves ala rotatoria: Media del 68 %LCC.</p> <p>Sistemas terrestres: Media del 63%LCC.</p> <p>Buques de superficie: Media del 69%LCC.</p> <p>Submarinos: Media del 60 %LCC.</p> <p>UAVs: Media del 55 % LCC.</p> <p>Sistemas espaciales : Media del 15%LCC.</p> |
|           |                  | SOSTENIMIENTO               | <b>General:</b> Coste comprendido entre 2 y 20 veces el coste de adquisición.   |

Tabla VI: Parámetros y referencias OTAN EEUU recopilados en el cálculo del CCV <sup>105 106 107 108</sup>.

Para poder aplicarlos es necesario revisarlos continuamente, teniendo además en cuenta los que se obtengan en España y los que aporten los principales organismos, organizaciones que guían estos procesos( NASA, NAVSEA, NATO-SAS, US ARMY Economic,... ).

<sup>105</sup> EEUU.DoD. 2.014. *Operating... Op. cit.* p. 2-2.

<sup>106</sup> NATO. 2.008. *Guidance.. Op cit.*, p. 40

<sup>107</sup> NATO. RTO. 2012. *Independent...Op.cit.* p. 12.

<sup>108</sup> PAUL BARRINGER H.DAVID P WEBER. 1.996. *Life.... .Op. cit.* p. 17

Como elemento imprescindible para el cálculo del CCV se debe conocer la vida en servicio que el sistema tendrá, lo más efectivo es normalizar esta información en aquellos sistemas más comunes. Por ejemplo EEUU ha homogeneizado la vida de los sistemas abajo relacionados.

| SISTEMA DE ARMAS               | TIPO                             | AÑOS DE VIDA |
|--------------------------------|----------------------------------|--------------|
| <b>AERONAVES DE ALA FIJA</b>   |                                  |              |
|                                | DE COMBATE                       | 20 - 25      |
|                                | DE CARGA                         | 25 - 30      |
|                                | CISTERNA                         | 40           |
|                                | C4ISR                            | 20 - 25      |
|                                | CSAR                             | 30           |
|                                | DE ADIESTRAMIENTO                | 30 - 35      |
| <b>SISTEMAS TERRESTRES</b>     |                                  |              |
|                                | VEHICULOS TACTICOS               | 20           |
|                                | VEHICULOS DE COMBATE             | 20           |
|                                | VEHICULOS ARTILLEROS             | 20           |
| <b>AERONAVES ALA ROTATORIA</b> |                                  |              |
|                                | HELICOPTERO DE ATAQUE            | 20 - 30      |
|                                | HELICOPTERO VERSATIL             | 25 - 30      |
|                                | HELICOPTERO DE CARGA             | 20 - 30      |
| <b>BUQUES DE SUPERFICIE</b>    |                                  |              |
|                                | BUQUE DE TRANSPORTE              | 50           |
|                                | DESTRUCTOR                       | 35           |
|                                | OTROS BUQUES DE COMBATE          | 25           |
|                                | BUQUE DE ASALTO ANFIBIO          | 40           |
|                                | BUQUE TRANSPORTE/MUNICIONAMIENTO | 40           |
| <b>SUBMARINOS</b>              |                                  |              |
|                                | SUBMARINO DE ATAQUE              | 30 - 33      |
| <b>UAVS</b>                    |                                  |              |
|                                | AERONAVE UAS                     | 20           |

Tabla VII: Vida media sistemas de armas. Fuente: Operating and support cost-estimating guide. Department of Defense USA. 5-3. Marzo 2014

## 2 Sistemas de información, bases de datos necesarias para estimar.

El CCV es, como hemos visto, un proceso de conducción de datos. La recolección de datos ocupa la mayor parte del tiempo y esfuerzo en los estudios del CCV. Para organizar y gestionar esos datos, es necesario un sistema de información con el que podamos cumplir los requerimientos de nuestra organización.

La guía ALCCP1<sup>109</sup> afirma que el proceso de gestión de la información, descrito detalladamente en la publicación AAP48, facilita la información correcta en el instante oportuno, orientada al propósito del

<sup>109</sup> NATO. 2.008. *Guidance on Life....* p. 49

momento y para que la maneje el usuario que le corresponde. La herramienta básica para la gestión de la información de un sistema, es para las empresas un sistema de información ERP (Enterprise Resource Planning System), algunos de los beneficios que produce la utilización de estos sistemas son:

- a) Adaptación rápida a los cambios de procesos.
- b) Utilización de Internet para accesos, transmitir o recibir información.
- c) Uso de una herramienta común entre los Interesados en la obtención y la Industria, que permite dos formas de intercambio de datos del CCV.
- d) Reduce los costes de manejo, operación y mantenimiento de un sistema.

En el punto 1.2 del capítulo II de esta investigación hemos visto que la definición de una base de datos era uno de los tres requisitos identificados para dotar al MINISDEF español de la capacidad para realizar estimaciones paramétricas, dado que en la actualidad está en desarrollo debemos tener en cuenta en su confección que: “Las bases de datos de costes son muy necesarias para ejecutar estudios del CCV. Cuando una nueva base de datos está poniéndose en funcionamiento se debe tener en cuenta, entre otros, que debe ser flexible, de fácil acceso, comprensiva, fácil de modificar, tamaño adecuado a los objetivos, acomodable, uniforme, etc.”<sup>110</sup>

En el desarrollo de las bases de datos del ciclo de vida es necesario prestar especial atención a la fase de operación y apoyo, pues sus costes suponen entre el 60 y el 80% del CCV de un sistema (figura2). Como guía a seguir observamos que en EEUU han desarrollado una iniciativa conocida como VAMOSC para que cada departamento de Defensa pudiera hacer el uso máximo de una gestión única de la información de los sistemas, DACIMS en el departamento de Defensa de EEUU (Defence Automated Cost Information System), OSMIS ( Operating & Support Management Information System ) en el Army de EEUU, AFTOC (Air Force Total Ownership Cost) en la fuerza aérea EEUU o en Inglaterra OSCAM (Complementariamente con EEUU).

Los proveedores son las fuentes predominantes de datos. En EEUU les ha llevado muchos años ganarse su confianza para poder usar los datos procedentes de sus registros. En España ese proceso está aún por abordar, aunque gracias a las cláusulas de auditoría que el MINISDEF incluye en los pliegos de los contratos que celebra con las empresas esta información es cada vez más accesible

---

<sup>110</sup> BS DHILLON. 1.989. *Life cycle costing : techniques, models and applications*. Breach Science Publishers S.A. Amsterdam. p.39. ISBN :2-88124-302-9

(costes incurridos, presupuestos, análisis de ofertas, tarifas horarias, etc.), aunque por ahora no ha sido debidamente almacenada, ni tratada.

El panel SAS-076 realizó en el año 2012 un estudio que veremos en detalle en el capítulo IV-2 en el que completo dos estimaciones una de un sistema aéreo de detección y otra de un buque de guerra, para esta última utilizó los datos técnicos y de costes para buques similares al del caso, se utilizó una base de datos de 59 buques de 18 clases distintas, procedentes de 7 naciones, en moneda corriente y pertenecientes a un periodo entre 1954 y 2010. Para cada buque se obtuvieron unas cien referencias descriptivas y técnicas (dimensiones, propulsión, armamento&contramedidas, sensores,... )<sup>111</sup>. Las bases de datos utilizadas en este proceso de estimación del CCV eran heterogéneas y el esfuerzo para homogeneizar la información que fue tratada fue muy elevado.

### **Sistemas de información corporativos.**

En cuanto a la conducción de datos en España, en el capítulo V de la investigación hemos verificado que no existe un sistema de gestión de la información que nos permita obtener datos de los costes totales del ciclo de vida de los sistemas de armas que poseemos. La fiabilidad de la información es escasa, el esfuerzo requerido para obtener y tratar esta información, que figura en distintos soportes y con distintos formatos, es muy alto, ya que hay problemas relacionados con la recogida de la información y su posterior almacenamiento. Además, la información que obtenemos de las empresas esta sesgada y facilitada en formatos y codificación de muy difícil tratamiento, y a veces contienen ineficiencias de ciertas empresas que contratan con Defensa.

Concretamente y relacionado con nuestra afirmación el documento marco 16/2013<sup>112</sup> cita: “De un lado, la inmensa mayoría de los procesos de negocio presentan un modelo descentralizado donde cuatro actores fundamentales, el denominado Órgano Central y los tres ejércitos, replican los mismos procesos de negocio únicamente vinculados por medio de relaciones funcionales claramente

---

<sup>111</sup> NATO. RTO. 2.012. *Independent....*Op. cit. p. 8.

<sup>112</sup> GÓMEZ RUEDAS, J. 2.103. *Administración Electrónica, Cis, Tic, Ti Y Otras Etiquetas De Modernidad en el ámbito del MINISDEF*. IEE. Documento Marco 16/2013 9 < [http: www.ieee.es/Galerias/...marco/.../DIEEEM16-2013\\_TIC\\_JGomezRueda.pdf](http://www.ieee.es/Galerias/...marco/.../DIEEEM16-2013_TIC_JGomezRueda.pdf) > [Consulta 07-09-2014]

diferenciadas de las relaciones jerárquicas propias de las autoridades de cada ámbito. Así pues, no solo en estos cuatro entornos, sino, también, en otra decena de organismos autónomos y organizaciones como el Estado Mayor de la Defensa o la Unidad Militar de Emergencias, se administran recursos humanos, recursos económicos, tecnologías de la información, recursos logísticos, procesos de contratación, relaciones con proveedores, seguridad de los activos corporativos, etc. Como consecuencia de lo anterior, nace un singular modelo de gestión para cada uno de los diferentes procesos de negocio: en el ámbito de los órganos superiores y directivos del Órgano Central se asumen responsabilidades de dirección, planificación y coordinación, mientras que a los Ejércitos, al Estado Mayor de la Defensa y, en alguna medida, a los Organismos Autónomos les corresponden cometidos de carácter ejecutivo. Naturalmente, este modelo corporativo de gestión diverge sensiblemente de la inmensa mayoría de los modelos de gestión universalizados.”

Por ahora nos encontramos con que los modelos de gestión de dirección, planificación y coordinación y el modelo de gestión ejecutivo son dirigidos autónomamente y no están conectados. Sin embargo las normas que regulan nuestro proceso de obtención de recursos exigen que se realicen procesos como si ambos sistemas de gestión estuvieran gestionados conjuntamente (Estimaciones del CCV en las etapas del ciclo de vida).

El Plan Director de Sistemas de Información y Telecomunicaciones, establecía las especificaciones que debía tener todo nuevo sistema de información que fuese diseñado en el ámbito del MINISDEF, como era la exigencia de una visión corporativa e integral de la información y de los datos que, con plataformas y redes Informáticas diesen soporte a todos los centros y usuarios necesarios. Todo ello se realizaría con servidores y sistemas de almacenamiento concentrados en un único Centro de Explotación y Apoyo. En el caso del área económica fueron identificados dos sistemas, uno de Gestión Económica y otro de Gestión de la Intervención Militar. El primero de ellos es el que años más tarde ha dado lugar al Sidae. El Sidae, que debía abarcar todas las áreas de la vida económica del departamento como la presupuestación, la gestión económica integral, la contratación, las distintas contabilidades (presupuestaria, financiera y analítica), etc. aún no las abarca. El primer logro ha sido una Base de Datos Única a la que desde 2010 todos los sistemas informáticos de gestión económica de los servicios presupuestarios vuelcan sus datos pero aunque se persigue aún no hemos conseguido el dato único.

El modulo del sistema de gestión informático que se confeccione para el proceso de obtención de recursos, que se integrará en SIDAE, pretende no sólo almacenar información, sino servir como herramienta del sistema de gestión de proyectos en sí, es decir servir de retroalimentación, no sólo al sistema de estimación de costes, sino al planeamiento y gestión del mismo.

Dentro de la gestión de programas (Instrucción 72/2012) la Oficina de Programa incorporará la planificación de las tareas y actividades y su programación temporal a la *herramienta de seguimiento de programas de armamento y material que se determine* y las mantendrá permanentemente actualizadas. Esta herramienta aún no está definida.

En el caso español, las bases de datos que en el procedimiento de obtención de recursos se han de definir, como: financieras (horas de trabajo, costes incurridos, presupuestos, etc.), información histórica y de lecciones aprendidas, gestión de configuración (líneas base de los estándares, políticas y procedimientos), medición de procesos, proyectos anteriores, etc.<sup>113</sup> deben ser confeccionadas teniendo en cuenta la información requerida por la Instrucción 67/2011. Además de las bases de datos citadas, son necesarias bases de datos comerciales (p.ej., datos para estimación estandarizada de costes, información de estudios de los riesgos de la industria y bases de datos de riesgos, bases de datos de estándares, etc. ).

Todo ello debe ser conducido desde el punto de vista del dato único, como situación inicial y situación objetivo nos debe guiar los datos y responsabilidades recogidos en la tabla VIII, teniendo en cuenta evolucionar del modelo taller al modelo factoría recogido en la tabla IX.

|                   | Situación inicial  | Situación objetivo  |
|-------------------|--|---|
| Datos             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Dispersión</b></li> <li>• <b>Desintegración</b></li> <li>• <b>Fragmentación</b></li> <li>• <b>Duplicidades</b></li> <li>• <b>Inconsistencias</b></li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Concentración</b></li> <li>• <b>Integración</b></li> <li>• <b>Complejidad</b></li> <li>• <b>Unicidad</b></li> <li>• <b>Consistencia</b></li> </ul>  |
| Responsabilidades | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Concentración en pocas personas</b></li> <li>• <b>Ambigüedades en muchas partes del proceso</b></li> <li>• <b>Poca conciencia de la responsabilidad individual</b></li> <li>• <b>Organización "menor de edad"</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Distribución en las áreas y divisiones</b></li> <li>• <b>Claridad en la asignación inequívoca de responsabilidades</b></li> <li>• <b>Conciencia plena de la responsabilidad de cada uno</b></li> <li>• <b>Organización "mayor de edad"</b></li> </ul> |

<sup>113</sup> PMI. 2013. *Guía de los..* Op cit., p. 27-28

Tabla VIII: Evolución de responsabilidades y datos. Fuente: LABARTA, E. 2.004. El viaje hacia la administración electrónica: Primera parada el dato único. Disponible en web: <<administracionelectronica.gob.es/pae.../6\_020.pdf >> [ Consulta: 10/06/2015]

>>

| <b>Modelo taller</b>   | <b>Modelo factoría</b>   |
|--|--|
| • <b>El conocimiento reside en las personas especialistas</b>                              | • <b>El conocimiento reside en el sistema</b>  |
| • <b>Barrera en la reubicación</b>   | • <b>Facilitador de la reubicación</b>   |
| • <b>Autosuficiencia en la información: "Islas de datos"</b>                               | • <b>Dependencia cruzada de la información: Datos comunes</b>  |
| • <b>Duplicidad e inconsistencia entre los datos de diferentes "talleres"</b>              | • <b>Unicidad y congruencia de los datos comunes</b>   |
| • <b>Sistema = conjunto de herramientas de optimización de la productividad individual</b> | • <b>Sistema = homogeneizador de procedimientos, garantía de unicidad y completitud de los datos. Optimiza la productividad global</b> |

Tabla IX: Evolución de nuestro modelo actual ( Taller ) al modelo perseguido ( Factoría ). Fuente: LABARTA, E. 2.004. El viaje hacia la administración electrónica: Primera parada el dato único. Disponible en web: <<administracionelectronica.gob.es/pae.../6\_020.pdf >> [ Consulta: 10/06/2015 ]

Los pasos a dar para la consecución del dato único son según Labarta:

- Trabajo de desarrollo de las infraestructuras de conexión entre administraciones (en nuestro caso entre los distintos agentes que intervienen en el procedimiento de obtención de recursos como definidores, mantenedores, utilizadores,...), como paso previo a la búsqueda del dato único ("arreglar la casa antes de enseñarla").
- Integración interadministrativa en la Europa de los 25. Desde el Ayuntamiento hasta la Unión. (En nuestro caso del MINISDEF, los Cuarteles generales, los Grupos logísticos, organismos autónomos e incluso a las empresas que contratan con nosotros)
- Armonización legislativa para permitir el dato único. (En nuestro caso MINISDEF, SEDEF)
- Introducción de estándares para la comunicación entre administraciones. (Ya lo hemos definido como necesario)
- Aprovechamiento de los beneficios que está aportando la universalización del certificado digital. ( En nuestro caso no procede)

- Consenso político para el desarrollo de una administración que centra su prestación del servicio en la comodidad del ciudadano. ( En nuestro caso sería consenso entre todos los que intervienen en el proceso de obtención de recursos que centre su prestación del servicio en facilitar la toma eficiente de decisiones)

## - CAPITULO III PROCEDIMIENTO PARA ESTIMAR COSTES.

Un procedimiento es un modo de proceder o método que consiste en seguir ciertas acciones, normalmente ordenadas y secuenciales, para conseguir un resultado, de tal forma que el camino para alcanzar este resultado sea único (un manual, una guía).

### A) PROCEDIMIENTO PARA ESTIMAR COSTES EN UN PROYECTO.

La *gestión de proyectos* es una disciplina joven que consiste en la utilización del conocimiento, habilidades y la aplicación de técnicas y herramientas a las actividades del proyecto para alcanzar los objetivos de alcance, calidad, tiempo y coste. Puede ser usada para mejorar la utilidad de cualquier fase o etapa del proceso de obtención.<sup>114</sup> Su aplicación se lleva a cabo mediante los procesos de iniciación, planificación, ejecución, control y término. Dentro de los procesos de planificación se ejecutan los procesos de estimación de costes.



Figura 5: Procesos de un proyecto. Fuente: PMI. 2.013. p. 51

<sup>114</sup> NATO. 2.010. *The Handbook..(PAPS)*. Op cit. p. 5

Para seguir las acciones ordenadas y secuenciales que se siguen en un procedimiento sobre el que no hay consenso es necesario acudir y referenciar a estándares que sean aceptados internacionalmente.

### **1. Estándares generalmente aceptados para estimar costes en un proyecto.**

Por estándar se entiende un documento formal que describe normas, métodos, procesos y prácticas. La Organización Internacional de Normalización (ISO) y otras organizaciones definen un estándar como un “Documento aprobado por una entidad reconocida que proporciona, para un uso común y repetido, reglas, pautas o características para productos, procesos o servicios, y cuyo cumplimiento no es obligatorio.”<sup>115</sup>

Aunque el trabajo que realizan las empresas en la gestión de proyectos es muy similar, actualmente no existe similitud en los términos empleados, para mejorar el entorno de comunicación es conveniente utilizar normas y seguir los procedimientos de los organismos reconocidos internacionalmente. Para hablar de las mejores prácticas dentro de la gestión de proyectos es imprescindible acudir al Project Management Institute (PMI). La American National Standards Institute (ANSI) desde 1998 ha reconocido al PMI como una organización de desarrollo de estándares. Los estándares en EEUU se amparan desde 1918 en el citado Instituto que lleva operando casi 100 años, aunque previamente en 1884 ya se fundó un Instituto IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) que recogía los estándares para redes de comunicaciones ). Pasada la segunda guerra mundial, es fundada la ISO (International Organization for Standardization), entidad que engloba en un ámbito más amplio estándares de varias áreas del conocimiento (actualmente ha publicado más de 19.000 normas internacionales).<sup>116 117</sup>

En 1987, el PMI publicó la primera edición del PMBOK® en un intento por documentar y estandarizar información y prácticas **generalmente aceptadas** en la gestión de proyectos. **Generalmente aceptado** quiere decir que el conocimiento y las prácticas descritas son aplicables a la mayoría de los proyectos la mayoría de las veces, y que existe un amplio consenso acerca de su valor y utilidad. Generalmente

---

<sup>115</sup> PMI. 2.013. *Guía de los..* Op cit., p. 418.

<sup>116</sup> PMBOK es el estándar para la IEEE 1490 y ANSI , ISO 10006 (1997/2003). PMP esta acreditado por la ISO/IEC 17024 desde el 2007. Technical advisory Group del PMI forma parte del equipo que define la ISO 21500, una iniciativa para crear una norma universal para la gestión de proyectos.

<sup>117</sup> The Nato Policy for Estándardization. C-M(2000)54. Llama al uso de los estándares civiles con la máxima extensión posible.

aceptado no significa que el conocimiento y las prácticas descritas son o *deben* ser aplicadas en forma uniforme a todos los proyectos; el equipo de gestión de proyectos es siempre el responsable de determinar lo que es adecuado para un determinado proyecto.<sup>118</sup>

La edición actual, la quinta o “PMBOK® Edición 2013”, es la última edición de esta Guía, que se ha venido editando cada cuatro años. El PMBOK® es una colección de procesos y áreas de conocimiento generalmente aceptados como las mejores prácticas dentro de la gestión de proyectos. Es un estándar reconocido internacionalmente (IEEE Std 1490-2003 y también como Norma ANSI)<sup>119</sup> que provee los fundamentos de la gestión de proyectos que son aplicables a un amplio rango de proyectos, incluyendo construcción, software, ingeniería, finanzas, administración y marketing.<sup>120</sup>

La ISO 21500 PM<sup>121</sup> constituye el estándar o norma internacional de referencia sobre Gestión de Proyectos y aunque en su elaboración se han considerado todos los estándares citados anteriormente se puede decir que su estructura coincide en más del 90% con el Capítulo 3 del PMBoK del PMI, Por eso, constituye una *norma de principios y directrices como competencias de Gestión y Dirección de Proyectos*, y no entra en los requisitos y exigencias sobre herramientas y técnicas a emplear para realizar cada proceso. Esto hace que inicialmente, sea una norma no certificable, pues al no explicitar requisitos y exigencias sobre los procesos, no se dispone de criterios explícitos para auditar su aplicación metodológica.<sup>122</sup>

## **1.1 La planificación del alcance, esfuerzo y coste en un proyecto mediante las estructuras de descomposición básicas.**

---

<sup>118</sup> Instituto de gestión de Proyectos. 2.000. *Guía Fundamental Para la gestión de proyectos PMBOK®* edición 2000. Newton Square, Pennsylvania USA.

<sup>119</sup> La guía describe el trabajo como debe ser consumado por procesos y es consistente con otros estándares como ISO 9000

<sup>120</sup> Otros estándares muy reconocidos para la dirección de gestión de proyectos son PRINCE2 (Projects in Controlled Environments: Proyectos en Entornos Controlados) de la OGC (Office of Government Commerce). ICB 3.0 (IPMA Competence Baseline 3.0) de IPMA (International Project management Association). ISO 21500 Project Management – Guide to project Management, septiembre de 2012 , su estructura coincide en más del 90% con el capítulo 3 del PMBOOK del PMI.

<sup>121</sup> La norma ISO 21500: Directrices para la Dirección y Gestión de Proyectos, publicada en el mes de Septiembre de 2012 , ha sido desarrollada por el comité ISO/TC236-Project Committee: Project Management, durante cinco años de trabajo entre casi cuarenta países y está incorporada al catálogo español como norma internacional de AENOR (marzo de 2013).

<sup>122</sup> PMI: Estándares particulares, Guía no metodológica. ISO : Normas no obligatorias, ISO 21500 de principios y directrices. Reglamentos obligatorios ISO (Organismos que incluyen en su legislación (leyes y reglamentos) el uso de determinadas normas internacionales.

La planificación del proyecto comprende una sucesión ordenada y sistemática de procesos para establecer y definir, con la mayor precisión posible, la Estructura de Desglose del Trabajo o EDT. Esta es una descomposición jerárquica de un trabajo mediante el desglose de tareas y actividades, que se plasma en una estructura en la que se descompone este trabajo de forma exhaustiva, jerárquica y descendente, formada por los entregables o paquetes de trabajo (parte física) y las actividades necesarias para llevarla a cabo. En el contexto de la EDT/WBS del proyecto, la palabra trabajo se refiere a los productos o entregables del trabajo (parte física) que son el resultado de la actividad realizada, y no a la actividad en sí misma.<sup>123</sup> Una definición cuidadosa de la EDT permite aumentar las probabilidades de éxito del proyecto, alcanzar los objetivos y resultados establecidos, optimizar los recursos que se consumirán y los costes en que se incurrirán, detallando la duración de cada actividad y la responsabilidad en la ejecución de cada etapa del proyecto.

### **Paquete de trabajo.**

Para definir entregable o paquete de trabajo hemos de exponer previamente ciertos conceptos que van incluidos en su definición:

- *Actividad:* conjunto de tareas necesarias para completar un trabajo. Ejemplo de actividad: Confeccionar tubos para instalar en un equipo.
- *Tarea:* paso para realizar una actividad. Ejemplos de tareas: Realizar un plano a escala, realizar lista de materiales necesarios, comprar materiales,..... (una reunión no es una tarea).

Un paquete de trabajo es una descripción detallada de una operación que va a llevarse a cabo en el proyecto, es decir el trabajo que hay que hacer y el resultado al que queremos llegar de una parte del proyecto. Los paquetes de trabajo detallan y describen el trabajo (Actividades y tareas), además incluyen la duración estimada de las tareas, los recursos asignados para realizar ese trabajo en un tiempo marcado (personas, equipos y recursos) y las responsabilidades. Es habitual que las personas asignadas sean las que estimen el tiempo que llevará la tarea. Su misión es servir de información para que los que trabajan, los que preceden o siguen, sepan las fechas de entrega de los trabajos, la descripción de las actividades que incluyen y su ubicación en el proyecto.

---

<sup>123</sup> PMI. 2.013. *Guía.* Op cit., 2.013, p. 126

En una Estructura de descomposición del Trabajo (EDT o WBS) el nivel del paquete de trabajo es el nivel más bajo de la EDT en el que el coste y el cronograma se pueden estimar con fiabilidad. Por otra parte, un paquete de trabajo puede estar compuesto por una sola actividad, por varias ejecutadas anidadamente o en paralelo.

Cada paquete de trabajo debe generar al menos un entregable, que por su unidad podría ser subcontratado. Por lo general, un entregable estará siempre ligado al logro de un hito de control.

### EDP/PBS.

La EDP (Estructura de desglose de producto) describe los **elementos físicos** que componen un producto, es decir la parte física de un producto/sistema, y su jerarquía es en forma de árbol. Con las preguntas ¿Qué es exactamente lo que queremos producir? ¿Cuál es el resultado del proyecto? ¿Cuáles son sus partes? entendemos a que responde un PBS. Para definir esta estructura necesitamos los mismos expertos que los que establecieron las exigencias, especificaciones y descripciones funcionales que debe cumplir el producto o servicio, para ello los expertos de las áreas relevantes deben aportar una descomposición física en partes más pequeñas o módulos, es decir el *PBS describe el objeto que queremos crear*. (Es idéntico en formato al WBS).

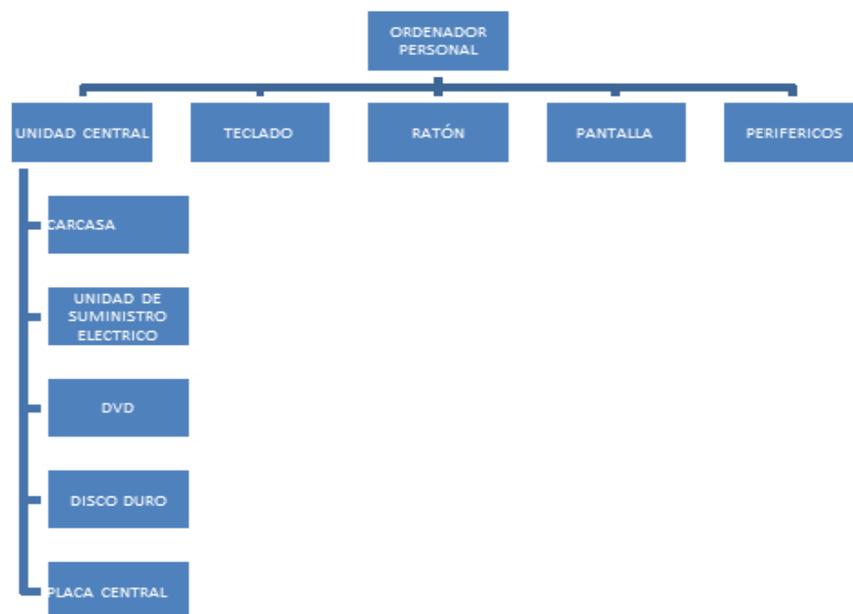


Figura 6: PBS o EDP de un ordenador. Fuente elaboración propia.

### EDT/WBS.

Esta descomposición nació en el Departamento de Defensa (DoD) estadounidense en 1957 con el programa de evaluación y revisión técnica (PERT) para apoyar el desarrollo del programa de misiles Polaris. En 1962 el M° de Defensa de EEUU (DoD), la NASA y la Industria Aeroespacial basándose en PERT (The **program** or **project evaluation and review technique**) publicaron una guía para ser aplicada en todos los departamentos del MINISDEF de EEUU (DoD). En 1968 el Ministerio de Defensa (DoD) elabora el MIL-STD-881 como un Standard militar requerido en el uso de WBS. Este documento ha sido posteriormente revisado en 1993 MIL-STD-881-B, en 2005 se revisa nuevamente obteniéndose el MIL-STD-881-A y en 2011 es sustituido por el MIL-STD-881-C, estos estándares incluyen instrucciones para preparar un WBS y plantillas para los tres primeros niveles de los sistemas más comunes.

Podemos definir esta estructura como una herramienta de ayuda que trata problemas complejos o como una técnica de planeamiento mediante la cual podemos definir y cuantificar el trabajo a realizar en todo el proyecto, alcance del proyecto, es decir estimamos como será efectuado el trabajo.<sup>124</sup>

La EDT/WBS es una descomposición jerárquica del alcance total del trabajo a realizar por el equipo del proyecto para cumplir con los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos. La EDT/WBS organiza y define el alcance total del proyecto y representa el trabajo especificado en el enunciado del alcance del proyecto aprobado y vigente.<sup>125</sup>

En cada WBS se elabora un diccionario que contiene: la descripción corta de los paquetes de trabajo, la codificación de estos, las fechas programadas, la asignación de responsabilidades y los hitos. La EDT, en su desarrollo económico, sirve para hacer estimaciones de costes. En realidad la EDT no es un documento, sino más bien una fuente de múltiples posibles documentos. El WBS/EDT es la base para:

- Definición de actividades.
- Planeamiento de recursos.

---

<sup>124</sup> Elaboración propia.

<sup>125</sup> PMI. 2.013. *Guía ...Op cit.*, p. 126

- Estimación de recursos.
- Estimación de costes.
- Presupuesto de costes
- Identificar Riesgos
- Planeamiento de los RRHH, de la calidad, de las comunicaciones y de compras.
- Facilitar un planeamiento efectivo y asignación de responsabilidades de dirección y técnicas.
- La aplicación del Sistema de Dirección del Valor Ganado.

Aunque cada proyecto es único un WBS puede ser muchas veces "reutilizado" ya que muchos proyectos tienen en común un alto porcentaje. El WBS facilita una base para una efectiva comunicación a través del proceso de adquisición. Es un nexo común que integra planes, calendarios, estimaciones de costes, presupuestos, contratos, dirección de la configuración y su ejecución informando de ellas. Esto permite continuamente a los gestores del Gobierno y de la Industria evaluar el progreso en referencia a la ejecución del contrato.<sup>126</sup>

*¿Cuál es la diferencia entre un PBS y un WBS ?*

El PBS es usado para descomponer un producto en las partes que lo componen. Mientras que el WBS está orientado al proceso, el PBS está orientado al producto. Pero los productos pueden ser físicos o conceptuales y pueden incluir herramientas requeridas para la dirección del proyecto p.e: Documentación de pruebas, certificaciones de seguridad,....

El WBS describe los entregables<sup>127</sup> y tareas que son necesarias para completar un proyecto, es decir incluye la parte física y las actividades necesarias para cada uno de los entregables del proyecto. El WBS, desde el punto de vista de la gestión de proyectos, está construido desde el PBS añadiendo a

<sup>126</sup> EEUU. 2.011. Department of defense:OASD(A)/PARCA. *Work Break Structure for defense material items*. MIL-STD-881-C. Washington DC. p.. 3

<sup>127</sup> Entregable: Cualquier cosa o documento producido como el resultado de un proyecto o cualquier parte de un proyecto.

cada punto del PBS las actividades necesarias de dirección, ingeniería, integración, verificación y apoyo logístico. Un WBS proporciona la estructura necesaria para una detallada estimación de costes y control de ellos. A la pregunta ¿Que trabajo ha de ser realizado para obtener el producto o servicio y sus componentes? responde el WBS.

Para establecer un WBS partiendo de el PBS del ejemplo anterior, *considerando el alcance del proyecto y el trabajo que hay que hacer* para obtener el producto, lo podemos hacer de tres formas distintas (Aunque no solo nos podemos encontrar estos tres tipos, también una mezcla de ellos):

- 1) WBS orientado al producto (WBS parecido al PBS).
- 2) WBS orientado a la fase del proyecto o a la fase del ciclo de vida de un producto.
- 3) WBS orientado a los departamentos de la organización que produce.

**WBS orientado al producto.**

**WBS orientado a la fase del proyecto o del ciclo de vida.**

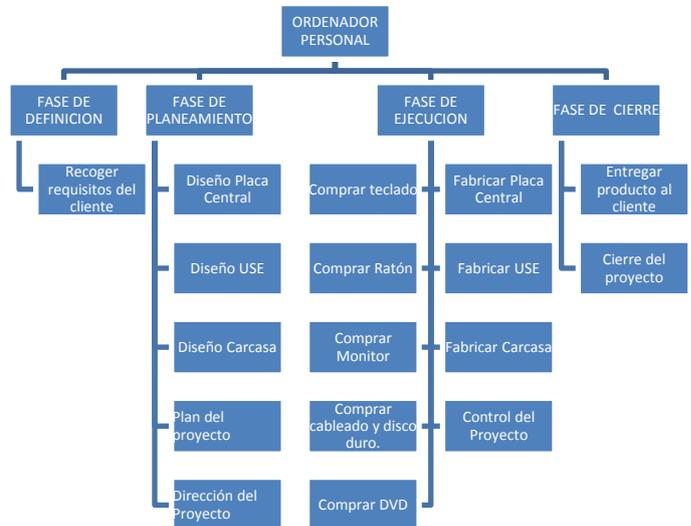
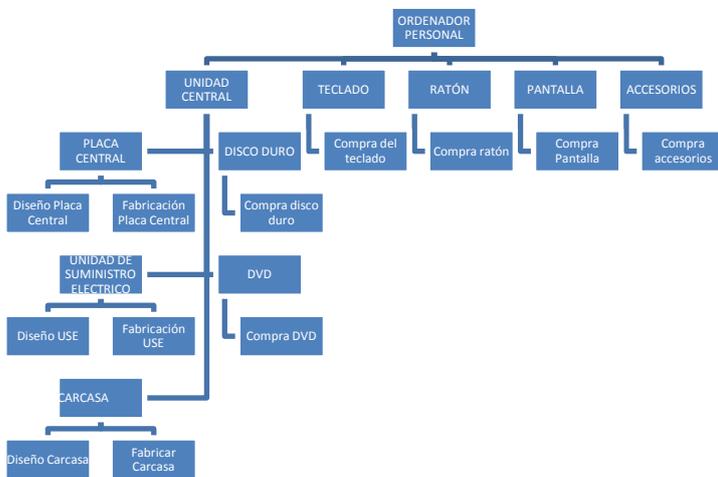


Figura 7: Ejemplo de un WBS orientado al producto <sup>128</sup>

Figura 8: Ejemplo de un WBS orientado a la fase del proyecto <sup>129</sup>

<sup>128</sup> Fuente elaboración propia.

<sup>129</sup> Fuente elaboración propia en base a : PMI. 2006. *Practice standard for work Breakdown Structures*. Newton Square Pennsylvania. Project Management Institute Inc. Capitulo 2 p. 8. “Los paquetes de trabajo ya definidos los reasignamos a las fases, la estructura de árbol se mantiene pero cambia el 2º nivel y vemos que obtenemos algunas actividades más , que las descritas en el WBS orientado a la parte física” .

## WBS orientado a los departamentos de nuestra organización.

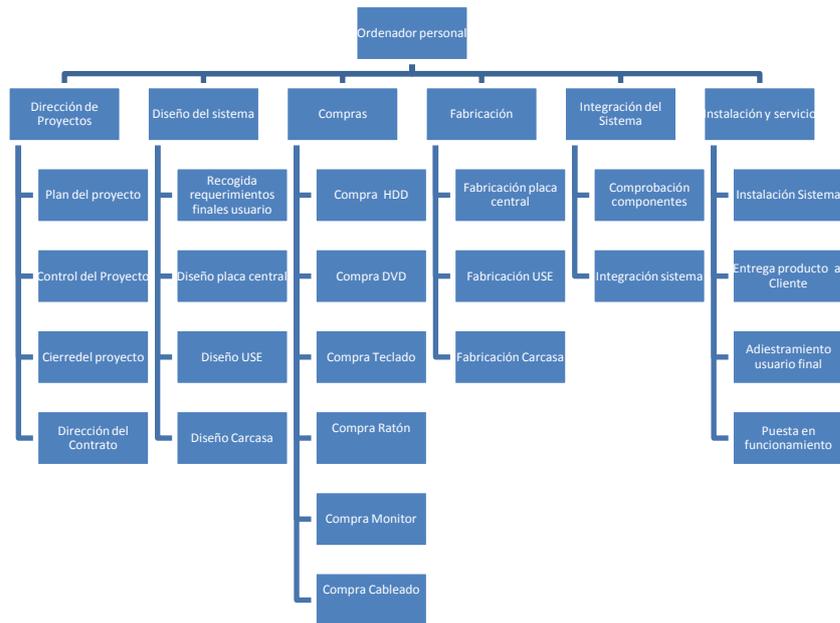


Figura 9: Ejemplo de un WBS orientado a los departamentos de nuestra organización <sup>130</sup>

Las **técnicas** más usadas para la construcción de una estructura de trabajo o una WBS son:

- Construcción de abajo arriba (bottom-up): Se asemeja a un Brainstorming que es una técnica conocida como tormenta de ideas. En esta, se reúne un equipo con conocimiento del proyecto, se exponen las percepciones de cada uno en cuanto a los trabajos necesarios y su división dentro del proyecto y con un tablero se va apuntando lo que va saliendo. Aunque la estructura de la EDT es jerárquica no se debe creer que los elementos del árbol pueden deducirse de los superiores. Esta identificación de elementos en creciente nivel solo puede hacerlo quien está más cerca de las actividades y tareas, por eso será más recomendable proceder como en los círculos de calidad, de la base a la cumbre.

- Top-Down, Esta técnica usa un producto predefinido, o un WBS de un proyecto previo similar utilizándolo como modelo para definir el WBS desde lo general a lo específico, por lo general sustentada por el juicio de un experto.

<sup>130</sup> Los paquetes de trabajo ya definidos los reasignamos a los departamentos, la estructura de árbol se mantiene pero vuelve a cambiar el 2º nivel, vemos que obtenemos algunas actividades más que las descritas en el WBS orientado a la fase del proyecto/ciclo de vida. Fuente elaboración propia en base a varias fuentes

La regla DEL 100% a la hora de desarrollar el WBS prescribe lo siguiente:

Cuando se efectúa el desglose en paquetes de trabajo, posteriormente en actividades y tareas en sucesivos niveles (subordinados a los anteriores), el nivel inferior deberá contener y representar el 100% del trabajo aplicable al nivel inmediato superior y así sucesivamente. De esta forma se asegura que a medida que se va descomponiendo la jerarquía no se pierde ningún componente del Alcance o no se efectúa un trabajo extra.<sup>131</sup>

Un número considerable de proyectos en determinadas áreas tienen WBS estándares que pueden ser utilizados como patrones; en EEUU existe una amplia base de datos de estos WBS estándares que son muy utilizados en el área de Defensa. Por ejemplo el Departamento de Defensa, la NASA y la Industria Aeroespacial en 1968 han publicado el MIL-HDBK-881 que es una primera guía para una efectiva preparación, comprensión y presentación de un WBS, incluyendo estándares de estos WBS.<sup>132</sup>

### **EDC/CBS.**

En los estándares de la gestión de proyectos la estructura de producto y la de costes no son definidas como en programas, sino que están integradas en la EDT o WBS. Concretamente, en la gestión de proyectos el proceso estimar los recursos de las actividades implica determinar la disponibilidad y el número de horas requeridas del personal, así como las cantidades necesarias de materiales y equipos requeridos para llevar a cabo las actividades del cronograma. Este proceso está estrechamente coordinado con la estimación de costes.

En un proyecto la estimación del coste de las actividades incrementada con sus reservas para contingencias nos llevará a la estimación de los costes de los paquetes de trabajo que junto con estas reservas constituyen las denominadas cuentas de control. PMI determina que la estructura EDT / WBS finaliza una vez que se asigna cada uno de los paquetes de trabajo a una cuenta de control y se

---

<sup>131</sup> PMI. 2.013. *Guía de...* Op cit. p. 131

<sup>132</sup> Las guías, estándares, etc EEUU están disponibles en :

[www.everyspec.com](http://www.everyspec.com) Military standards. Provee acceso libre a 25.000 DoD, Federal, NASA y gobierno de EEUU especificaciones, estándares y documentos de asistencia a Ingenieros, mantenimiento y personal de logística. y <https://assist.dla.mil/online/faqs/overview.cfm> ASSIST es la fuente oficial para especificaciones y estándares usados por el departamento de Defensa de EEUU y tiene la información actualizada y vigente. Más de 11.000 documentos técnicos están indexados en Assist y la base de datos de ASSIST da cobijo a 180.000 archivos pdf asociados con 82.000 de los ficheros indexados.

establece un identificador único de código de cuenta para ese paquete de trabajo. Estos identificadores proporcionan una estructura para la consolidación jerárquica de los costes, del cronograma y de la información sobre los recursos. Una cuenta de control es un punto de control de gestión en que se integran el alcance, el presupuesto, el coste real y el cronograma y se comparan con el valor ganado para la medición del desempeño.<sup>133</sup> Las cuentas de control se ubican en puntos de gestión seleccionados dentro de la EDT/WBS. Cada cuenta de control puede incluir uno o más paquetes de trabajo, pero cada paquete de trabajo debería estar asociado a una única cuenta de control.<sup>134</sup>

Una descomposición estructurada de costes es una estructura de árbol orientado normalmente al producto, trabajo, orientada a la fase del proyecto, ciclo de vida o una combinación de ellas. Una CBS define el producto/actividades que vamos a desarrollar y relaciona los elementos de trabajo unos con otros. La normalización de una CBS es muy común.

En análisis de sistemas una EDC/CBS puede ser considerada como una herramienta que permite al analista definir y calcular el CCV y para los actores que toman decisiones entender los costes considerados y comparados en la opción que se analiza, facilitando la toma de decisiones. La razón que conduce el análisis tendrá un impacto sobre la definición del CCV y su EDC, que incluirá la clasificación de los costes en sus categorías (directo, indirecto, variable, fijo, etc) , la definición de la visión de la EDC ( Genérico LCC, Coste total desde el punto de vista del cliente TOC, Coste completo del cliente incluyendo costes no relacionados directamente con el producto COO) y el uso de de cada una.<sup>135</sup>

Una estructura de descomposición de costes del ciclo de vida **EDCCV/LCCBS** (Life Cycle Cost Break Structures), define el producto que debe ser desarrollado y relaciona los elementos de trabajo unos con otros para formar el producto final, contemplando los costes de este producto en cada una de las fases de su ciclo de vida. La OTAN posee una GCBS que es desarrollada en la publicación SAS-028 y las definiciones y buenas prácticas para construir una estructura se encuentran en la publicación RTO-TR-054-058-076.

---

<sup>133</sup> PMI. 2.013. Guía de.. Op cit., p.132

<sup>134</sup> Ibid. pp. 132, 202, 213

<sup>135</sup> NATO-RTO. 2.003. *Cost Structure and Life Cycle Costs for Military Systems. RTO TR-058 SAS-028*. Neuilly-sur-Seine, (Paris). RTO Publicación. p. 1.1

*Además* de las consideraciones necesarias a contemplar a la hora de construir una EDT/ WBS, para una EDC/CBS deberemos tener en cuenta :

- La estructura permite incorporar los datos contables de la entidad.<sup>136</sup>
- Debe estar descrito que está incluido dentro de cada elemento de coste.
- Debe de permitir analizar áreas específicas ( P.e : Subcontrataciones, Costes del Fabricante, De los proveedores, Repuestos..... ).
- Las categorías de coste deben estar bien definidas (se identifican con un nivel de actividad o con una parte del material), de tal forma que las personas que trabajan en el proyecto puedan entender lo que está, o no, incluido en una categoría de coste.
- Los costes deben descomponerse a un nivel que permita una gestión clara en las distintas fases / etapas de evaluación durante el ciclo de vida del sistema.
- Debe poder identificarse áreas de coste elevado y relaciones causa efecto.
- Al relacionarse con un programa concreto, la estructura de costes debería ser directamente compatible con planificaciones, estructura de desglose de trabajos, paquetes de trabajo, estructura de organización, diagramas de Gantt, etc. Los costes reportados a través de los diversos sistemas de gestión de información deben ser compatibles y consistente con aquellos factores de costes comparables en la EDC/CBS.

Los principales beneficios que produce la utilización de una descomposición estructurada de costes en los programas de Defensa, además de los ya descritos en la EDT/WBS son:

- Asigna responsabilidades técnicas, lo que permite verificar el cumplimiento de los sistemas y procedimientos (p.e. solicitud de pedido de material)
- Permite el seguimiento de los esfuerzos, asignaciones de recursos y estimaciones de costes, lo que nos va a permitir analizar la razonabilidad técnica de un programa al comparar estimaciones con incurridos.
- Comparamos evolución de históricos.

---

<sup>136</sup> Un elemento de coste está siempre asociado a un recurso (mano de obra, materiales,...) que se utiliza en una actividad ( construcción, operación, sostenimiento,...) realizado sobre un producto.

- Comparamos históricos-incurridos.
- Verificamos integridad de costes (omisiones/duplicaciones).
- Evaluamos grado de avance (EDC-EDT).
- Influye sobre la planificación y asignación de dirección y responsabilidades técnicas.
- Ayuda a asegurar que los contratistas no son innecesariamente obligados por exigencias innecesarias.

## **1.2 Procesos en el ciclo de vida de un proyecto.**

Se puede definir un **proceso** como el conjunto de *recursos* (servicios, personal, instalaciones, equipos, habilidades y metodologías de gestión, recursos financieros) y *actividades* interrelacionados que usan estos recursos, que mediante unas herramientas y técnicas *transforman* unas *entradas en unas salidas*. Los procesos detallados en el Anexo de la *Guía del PMBOK®* – Quinta Edición, proporcionan el estándar para la dirección de proyectos.

Siguiendo la metodología del PMI, la Gestión de Proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para satisfacer los requisitos del mismo. Se logra mediante la aplicación e integración adecuada de los 42 procesos de dirección de proyectos, agrupados lógicamente, que conforma los 5 grupos de procesos: 1. Iniciación. 2. Planificación. 3. Ejecución. 4. Seguimiento y control. 5. Cierre.

### **Grupos de procesos en un proyecto.**

Según el estándar ya definido, se supone que el proyecto, el director del proyecto y el equipo del proyecto se asignan a la organización ejecutante. Los procesos de la dirección de proyectos se agrupan en cinco categorías conocidas como Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos (o Grupos de Procesos):

PMI marca, como hemos citado, los 5 Grupos de Procesos básicos dentro de la dirección de proyectos:

Los Grupos de Procesos definidos se vinculan entre sí por los resultados que producen. En los grupos de procesos las actividades pueden ser superpuestas y algunas actividades tienen lugar a lo largo de todo el proyecto.<sup>137</sup> La salida de un proceso es utilizada en la entrada para otro proceso o es un entregable del proyecto. El Grupo Proceso de Planificación facilita al Grupo del Proceso de Ejecución el Plan para la Dirección del Proyecto y los documentos del proyecto (que serán actualizados a medida que el proyecto avanza).



Figura 10 : Grupos de procesos y su definición en un proyecto. Fuente : AEIPRO.com. Concepto de proyecto. <<http://aeipro.com/index.php/es/mainmenu-aeipro/project-manag/885-concepto-de-proyecto>> [Consulta: 10/04/2015]

*Los grupos de procesos no son fases del proyecto.* Cuando proyectos complejos o de gran tamaño son separados en subproyectos o fases diferenciadas, como por ejemplo estudio de viabilidad, desarrollo conceptual, diseño, prototipo, construcción, prueba, etc., por lo general, todos los grupos de procesos se repetirán en cada fase o subproyecto.<sup>138</sup> Estos cinco grupos de procesos cuentan con dependencias bien definidas y normalmente se ejecutan en la misma secuencia en cada proyecto. Son independientes de las áreas de aplicación y del enfoque de las industrias.

<sup>137</sup> Los estándares ISO 9000 hacen hincapié en la definición, descripción y diseño de procesos.

<sup>138</sup> PMI. 2.013. *Guía de los..* Op cit., p.p 52,54,79,424,447,546

Los procesos tienen clientes que pueden ser internos o externos, los cuales reciben la salida, lo que puede ser un producto físico o un servicio. Un proceso podemos dividirlo en subprocesos, estos a su vez en actividades y de éstas colgarían las tareas, siendo las tareas las acciones más simples como apretar un tornillo. Una tarea correspondería a una actividad que es ejecutada por una/s persona/s, sin embargo un *proceso de negocio* incluye un conjunto de actividades que, de la parte al todo, crean valor para el cliente externo.

### **Grupo de procesos de planificación. Proceso de estimación de costes.**

De los grupos de procesos antes citados nos centraremos en el grupo de procesos de planificación pues es donde se realiza el proceso estimar costes en un proyecto y donde como paso previo a la estimación de costes se define la EDT. Una definición cuidadosa de la EDT permite aumentar las probabilidades de éxito del proyecto, alcanzar los objetivos y resultados establecidos, optimizar los recursos que se consumirán y los costes en que se incurrirán (cuentas de control), detallando la temporización de cada actividad y la responsabilidad en la ejecución de cada etapa del proyecto.

Según la guía PMBOK-2013 una vez concluido el desarrollo del acta de constitución del proyecto (en el grupo de procesos de iniciación) para estimar los costes de un proyecto previamente deberíamos de abordar otros trece pasos que se recogen en las tablas XXII y XXIII al comparar los procesos desarrollados en gestión de proyectos (PMI) y en gestión de programas (Instrucción 67/2011)

### **2. La perspectiva del cliente en la estimación de costes de un proyecto.**

Si el proyecto de armas a obtener es tal que puede ser desarrollado por varias empresas, para la estimación del coste de adquisición se podría conducir como técnica de estimación de costes una investigación de mercado. No obstante, el caso que nos ocupa es la adquisición de un producto en situaciones de ausencia de mercado o escasa concurrencia. Cuando se produce esta ausencia, el papel del cliente debe tratar de garantizar que el precio se acerque, en la medida de lo posible, a la adquisición en condiciones de concurrencia. Para tratar de garantizarlo el cliente, además de tratar de estimar el coste mediante otras técnicas, debe intervenir en el proceso de estimación, esta intervención puede variar desde mecanismos de control de la estimación del futuro contratista, hasta realizar una

estimación paralela a la que realice el futuro proveedor. El grado de intervención del cliente dependerá de los medios y experiencia que posea.

## **B) PROCEDIMIENTO PARA ESTIMAR EL COSTE DEL CICLO DE VIDA DE UN SISTEMA DE ARMAS DESDE LA PERSPECTIVA DEL CLIENTE.**

El análisis coste/eficacia como herramienta de apoyo en la toma de decisiones para evaluar una obtención o renovación de un sistema de armas es recomendado y empleado, entre otros, por nuestro departamento de defensa y por los expertos Blanchard<sup>139</sup> y Fabricky.<sup>140</sup> El análisis del CCV debemos efectuarlo con una visión completa, ya que, como vemos en la figura 2 , entre el 60 y el 80 % del coste se concentra en las fases de utilización y apoyo, con lo que es erróneo considerar únicamente la adquisición para analizar una solución de inversión. Esta razón es la que ha llevado a las principales organizaciones de defensa a desarrollar procedimientos de gestión del ciclo de vida que contemplen el CCV como un factor determinante para la toma de decisiones. El grado de intervención de los países y las organizaciones relacionadas con la defensa es tan amplio que han desarrollado procedimientos de estimación del CCV propios. Relacionados con la investigación recogeremos los procedimientos desarrollados por la OTAN, OCCAR y España.

Muchos factores pueden influir en el proceso de estimar los CCV, la naturaleza y la complejidad del sistema, el alcance de la estimación, la fase del proceso, la información disponible, el proposito, etc. Para guiar este *proceso* hemos de establecer, con carácter previo, un *procedimiento* en el que se recojan las reglas, límites, definiciones y se determinen los pasos ordenados y secuenciales que conducen al resultado mediante un manual o una guía.

En general un procedimiento de estimación de costes desde el punto de vista del cliente seguiría seis pasos:

---

<sup>139</sup> BLANCHARD. 1.996. *Ingeniería de Sistemas*. ISDEFE. Madrid. C 4-5

<sup>140</sup> FABRYCKY.W. 1.997. *Análisis del Coste del Ciclo de Vida de los sistemas*. ISDEFE. Madrid. C 4-5]

1) Revisar el marco de gestión del ciclo de vida donde se desarrollará el procedimiento de estimación del CCV.

2) Planeamiento: *Objetivos* del CCV, definiciones, limitaciones al alcance, equipos de proyecto, disponibilidad de datos, planeamiento detallado.

3) Definición: Sistema, utilización.

4) Desarrollo: Estructura de costes (EDC), recolección e identificación de los datos, asunciones, método de estimación, tiempo necesario para realizar la estimación.

5) Análisis: Estimar el CCV, cost drivers, usar parámetros, modelos paramétricos, realizar análisis de incertidumbres/riesgos y de sensibilidad.

6) Informe: Interpretar y presentar resultados.

El procedimiento de estimación del CCV está integrado en la Gestión del ciclo de vida y para describirlo es necesario encuadrarlo dentro de esta.

### **1. Gestión del ciclo de vida de un programa militar.**

El propósito de la gestión del ciclo de vida de un sistema es reducir el riesgo, los tiempos de adquisición e identificar, *cuantificar y controlar el CCV* desde la fase más temprana posible.

Los objetivos son :

- Tener un entendimiento común de todos los aspectos.
- Crear practicas de gestión de negocios integradas que se extiendan desde la concepción hasta la baja.
- Establecer una efectiva colaboración entre los interesados con responsabilidades claramente definidas.
- Facilitar la inserción tecnológica, modernizaciones y dirigir las obsolescencias basadas en consideraciones del ciclo de vida ( p.e actualizaciones del CCV).
- Definir y aplicar procedimientos para el desarrollo, uso y apoyo de los sistemas que logren minimizar el tiempo de adquisición, maximice efectividad y minimice los CCV.

- Adquirir sistemas que cumplan los requisitos logísticos y operacionales, optimice las conexiones internas y externas, dirija la logística integrada y apoyo en servicio, minimice la producción y los impactos medioambientales que producen la operación y baja en servicio.

Un programa militar puede estar compuesto por un sistema o un conjunto de ellos. La gestión del ciclo de vida de un sistema comprende procesos y métodos que hemos de seguir en cada una de las fases en las que hemos dividido este ciclo para determinar el tipo y la cantidad de recursos que vamos a requerir y para llevar a cabo las actividades del programa dentro de una concepción de vida completa. Un programa de la OTAN u OCCAR puede ser gestionado usando una variedad de métodos y herramientas, siendo uno de los más importantes la Gestión de Proyectos. La Gestión de proyectos puede ser usada donde sea útil dentro de la gestión de cada Fase/etapa del proceso de obtención.<sup>141</sup>

El sistema PAPS (The Handbook of the Phased Armaments Programming System), en su versión actualizada del año 2010, constituye, una guía para la gestión de un programa de armamento a través del ciclo de vida de un sistema y en el ámbito de la CNAD (Conference of National Armaments Directors) de la OTAN, que es el marco para promover programas en cooperación, sobre la base de la armonización de requerimientos militares comunes, siendo a la vez el instrumento que facilita la toma de decisiones en todos los escalones de gestión.

## **2. Procedimiento de estimación del coste del ciclo de vida en la OTAN.**

El procedimiento OTAN de estimación del CCV sigue principalmente cinco pasos de los definidos anteriormente con algún matiz que exponemos.

1) Planeamiento: *Objetivos* del CCV, definiciones, limitaciones al alcance, equipos de proyecto, disponibilidad de datos, planeamiento detallado (arquitectura normativa).

2) Definición: Sistema, utilización, mantenimiento, documento tipo CERD-DADD.

---

<sup>141</sup> NATO. 2.010. *The Handbook*..... Op.cit. p. 5

- 3) Desarrollo: Estructura de costes (EDC) basada en las genéricas ya aprobadas, recolección e identificación de los datos, asunciones, líneas divisorias de costes (costes incluidos y nivel de desglose), método de estimación, tiempo necesario para realizar la estimación.
- 4) Análisis: Estimar el CCV, cost drivers, usar parámetros, modelos paramétricos, realizar, análisis de incertidumbres y riesgos y análisis de sensibilidad.
- 5) Informe: Interpretar resultados, presentar resultados

El proceso de estimación del CCV estará incluido en el procedimiento de estimación del CCV y este se encuadra dentro de la Gestión del ciclo de vida, por ello expondremos previamente el marco en el que se desarrolla.

## **2.1 Estándares y normas disponibles.**

La NATO ha adoptado el sistema de la dirección del ciclo de vida siguiendo su norma SLCM C-M(2005)0108. Esta norma es un desarrollo del sector civil y está siendo aplicado en una amplia gama de campos gubernamentales y civiles que establece un marco común para describir e implementar la dirección del ciclo de vida a través del estándar internacional ISO/IEC 15288.

La ISO/IEC 15288 “Procesos del Ciclo de Vida de los Sistemas” facilita una arquitectura neutral que provee una *metodología* de trabajo para el proceso de adquisición de los sistemas. En este estándar se definen los *procesos*, que facilitan la comunicación entre los adquirentes, proveedores y otros interesados, además se define la *terminología* asociada a la totalidad del ciclo de vida. La publicación *NATO-AAP48* “Procesos y etapas del Ciclo de Vida de los Sistemas NATO” es una norma que esta basada en la ISO 15288 y sirve como guía específica para aplicar la política del SLCM a la OTAN (Fases y procesos). Las *actividades, métodos y técnicas* requeridas para satisfacer esta política están recogidas en la publicación AAP48.

*La AAP48* debe ser complementada con otras publicaciones que cubren dirección, calidad, ingeniería de sistemas, etc. Esta norma se usa para mitigar el riesgo, reducir el tiempo de adquisición e identificar, *cuantificar y controlar el CCV desde el momento más temprano posible.*

La AAP48 está compuesta por cinco secciones<sup>142</sup>:

1. General. Explica que es y para que se utiliza,
2. Fases del ciclo de vida de los sistemas. Describe las fases de un sistema: Concepto, desarrollo, producción , utilización, apoyo y retirada.
3. Procesos del ciclo de vida de los sistemas.
4. Modelos del ciclo de vida de los sistemas nos describe los modelos de ciclo de vida y como confeccionar uno. Explica que un modelo de ciclo de vida esta cimentado en las fases, procesos y puertas de decisión descritas en las tres secciones anteriores. Los modelos de ciclo de vida específicos pueden ser usados por una nación u organización, por un programa y por todos los interesados en un programa como marco común de comunicación y entendimiento.
5. Anexos.

De esta forma la NATO usa esta norma para *cubrir la falta de armonización* e integración de las disciplinas empleadas, incluyendo ciencia, ingeniería, gestión y finanzas. Para aplicar el SLCM la AAP48 debe ser complementada con otras normas ( ver normas del grupo AC/327)

Veamos como la OTAN trata la dirección/gestión del ciclo de vida de un sistema mediante la integración de los distintos documentos, publicaciones, estándares, etc. en una estructura jerárquica contenida en la figura 11 extraída de la publicación ALCCP1.

---

<sup>142</sup> Las referencias en las que se basa son : a) NATO. 2.005. *Policy for Systems Life Cycle Management*. C-M-(2005)0108 . b) NATO. 2.000. *Report to the CNAD on Life Cycle Management in NATO*. Ed. 2 c) ISO/IEC 15288:2002. *Systems Engineering - System Life Cycle Processes*. d) ISO/IEC TR 19760:2003 *System engineering – A guide for the application of ISO/IEC 15288 (System life cycle processes)*

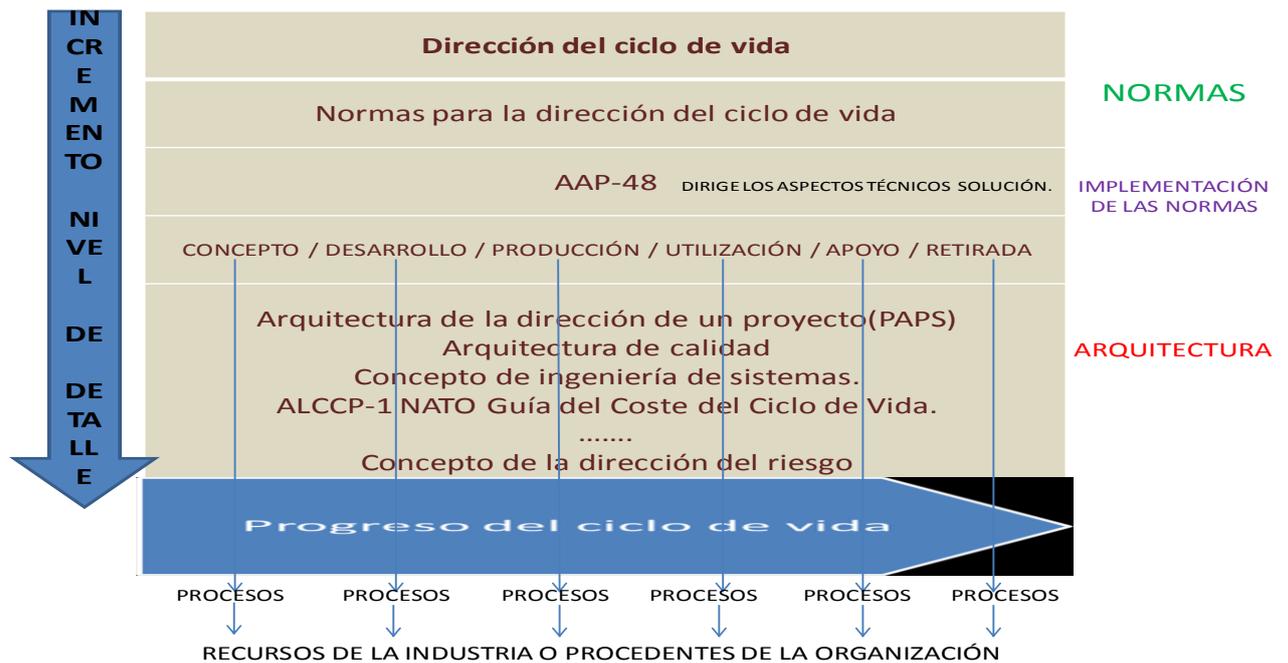


Figura 11 : Marco conceptual y arquitectura del ciclo de vida<sup>143</sup>

Dentro de la arquitectura del ciclo de vida el marco normativo de adquisición de recursos en la OTAN está amparado en la instrucción NATO AAP20-PAPS. Lo que PAPS pretende es convertir la necesidad en requerimientos específicos, dirigir el despliegue del equipo, modernización y facilitar la baja. Además provee términos y definiciones para un entendimiento común, crea mejores prácticas en los procesos y ofrece una base común para el planeamiento la realización y el control de los programas de la OTAN centrándose en mitigar los riesgos.

La publicación NATO AAP-20-PAPS 2ª en su introducción determina que el proceso técnico que dirige los aspectos técnicos de la solución está contenido en la Instrucción AAP48. Lo que PAPS 2ª incluye es :

- 1) Descripción de cómo convertir una necesidad en requerimientos específicos, dirige la puesta a disposición de los equipos que satisfacen la necesidad, apoyo en los cambios de ingeniería y facilita la retirada.
- 2) Facilita términos y definiciones para el entendimiento entre las partes.
- 3) Crea las mejores prácticas en los procesos.

<sup>143</sup> NATO.2.008. *Guidance on.... OP. Cit.* p. 3. Nota: Cuadro adaptado de la publicación AAP-48 y nuevamente adaptado en la presente investigación por el investigador.

- 4) Ofrece una base común para el planeamiento, la realización y control de los programas enfocándose en la mitigación de los riesgos.

La AAPP-20 PAPS incluye siete publicaciones de apoyo y referencia entre las que hay cuatro publicaciones referentes a la dirección del ciclo de vida, procesos y términos contractuales. Además lista veintitrés documentos aplicables al contenido de la instrucción, concretamente : Sistemas de ingeniería, procesos del ciclo de vida, dirección de proyectos, estándares, calidad, varias AQAP<sup>144</sup>, entre las que se encuentran la AQAP160: Requisitos de calidad para software en el ciclo de vida, AQAP 169, AQAP 2000, AQAP 2009, AQAP 2050, AQAP 2070, AQAP 2105, AQAP 2110, AQAP 2120, AQAP 2130, AQAP 2131, AQAP 2210, EN 624402:2007, STANAG 4427, ISO 10007, ALP-10. STANAG 4661.

El programa es dividido en fases y etapas, ello se fundamenta en la práctica de abordar un problema complejo dividiéndolo en partes más pequeñas. La transición entre fases usa puertas de decisión y criterios de entrada/salida además de hitos dentro de las fases para asegurar que el programa está progresando con éxito. Además clarifica los papeles de las autoridades e intervinientes en el proceso de decisión. En los puntos de decisión los responsables deben revisar los resultados anteriores y las opciones disponibles para las siguientes tareas.

Continúa la instrucción detallando los interesados que actúan en el proceso de obtención, sus cometidos y responsabilidades. A continuación describe las fases, puertas de decisión, hitos, criterios de entrada, criterios de salida, recursos, interesados y consideraciones adicionales. *Dentro de las fases lista los principios generales, guidelines y documentos NATO en los que se deben soportar para conducir con éxito un programa.*

Finaliza afirmando que un programa NATO puede ser dirigido usando una variedad de métodos y herramientas (a las que dedica 140 páginas de las 180 que contiene la Instrucción), asegura que una de las más **importantes es la de dirección de proyectos** a la que dedica un anexo que contiene 20

---

<sup>144</sup> P.e: El documento titulado “Requisitos OTAN de Aseguramiento de la Calidad para el diseño, el desarrollo y la producción”, título abreviado PECAL 2110, es una publicación no clasificada de la serie “Publicaciones Españolas de Calidad” que se corresponden con las publicaciones análogas de la OTAN (AQAPs), referentes a la calidad, en este caso AQAP 2110. El acuerdo de las naciones interesadas para utilizar esta publicación está registrado en el STANAG 4107. Las PECAL son publicaciones que contienen los requisitos OTAN que, aplicados apropiadamente, proporcionan confianza en la capacidad del suministrador para entregar productos conformes con los requisitos contractuales del comprador. EN las PECAL es de aplicación la norma ISO 9001 que es la versión española de la norma europea UNE-EN ISO 9001

páginas, esta dirección de proyectos, entre otras, se basa en la metodología del PMI expuesta en el capítulo III A1) de esta investigación. *La dirección de proyectos puede ser usada donde sea útil dentro de la dirección de cada fase, de igual forma puede ser usada en la definición de los requisitos o producción de un componente específico dentro de un sistema de interés (SOI).*

En el anexo 6 de la instrucción PAPS se abarca la dirección total de proyectos, puesto que los programas de obtención de sistemas estarán habitualmente compuestos por varios proyectos. Además se da una guía para facilitar la ejecución de un programa a través de las fases de su ciclo de vida.

### **2.1.1 Procesos en el ciclo de vida de un programa OTAN.**

La AAP48 y PAPS, en detalle, dividen el ciclo de vida en fases, en cada una de las fases se realizan procesos que de acuerdo a la ISO 15288, se clasifican en cuatro grupos:

- Procesos de acuerdos: Establecimiento de las relaciones y requisitos entre adquirente y proveedor.
- Procesos organizacionales: Provee recursos e infraestructura para crear, apoyar un proyecto.
- Procesos del proyecto: Asegura que se efectúa un planeamiento, una valoración y actividades de control adecuadas.
- Procesos técnicos: Son usados para definir los requisitos de un sistema, para transformar los requisitos en un producto efectivo, para una reproducción consistente del producto en donde fuera necesario, etc.

La publicación AAP48 afirma que cada fase del ciclo de vida consiste en una serie de procesos confeccionados por el director del programa. Cada proceso consiste en una o más actividades, por ejemplo: gestión, simulación, diseño, fabricación, entrenamiento, etc.<sup>145</sup>

### **Proceso de estimación del coste del ciclo de vida OTAN.**

Este proceso está integrado en los procesos del proyecto y dentro de estos figura en los procesos de planificación del proyecto y sus actividades pueden tener como objetivos distintos procesos.<sup>146</sup>

---

<sup>145</sup> NATO . 2.008. *Guidance....*Op. cit, p 26 ( Lista de actividades). Anexo 4 p.61( descripción de estas actividades)

El proceso de estimación del CCV es parte del proceso de cálculo de los procesos del proyecto y sus actividades pueden tener como objetivos distintos procesos como por ejemplo: Evaluación de ofertas para seleccionar un proveedor es un proceso de acuerdo (subproceso de adquisición), estimación de los costes del ciclo de vida es un proceso del proyecto-proceso de planeamiento del proyecto, la actualización de una estimación del CCV es una actividad que pertenece a Procesos del proyecto-Procesos de control del proyecto. Cada uno de los procesos contiene un número de subprocesos. Las actividades relativas al CCV son parte de numerosos de estos procesos y subprocesos.

El proceso de estimación del CCV está recogido en detalle en la publicación NATO/PFP ALCCP1 (paginas 6-14). Este proceso está marcado por la naturaleza y complejidad del sistema, el alcance de la estimación de coste, la etapa del ciclo de vida y la disponibilidad de datos. Previamente a cualquier actividad para definir el alcance se debe definir que va a ser estimado, comprender el propósito y objetivos de la estimación, desarrollar la arquitectura de la estructura del CCV y los datos que servirán de base.

La OTAN determina seis pasos principales en el procedimiento de estimación del CCV y dentro de este procedimiento, el proceso de estimación del CCV es un largo e iterativo proceso que se desarrolla en los pasos 3º al 6º.

- 1) Coordinar las necesidades y expectativas de las naciones participantes.
  
- 2) Dependiendo de la magnitud e importancia del sistema prevé la necesidad de formar equipos de coste integrados en el proyecto o asignar analistas de costes como parte del equipo integrado del proyecto que coordinen con el director del programa, usuario, ingenieros, etc. Describir los objetivos, concretamente el propósito de la estimación de costes, tiempo para realizarla, datos accesibles y limitaciones al alcance del CCV:

- Restricciones externas:

- Restricciones en tiempo impuestas por la autoridades decisorias.

- Número elevado de organizaciones involucradas.

- Inapropiados y limitados recursos para apoyar el CCV.

---

<sup>146</sup> NATO. 2.007. *System Life Cycle Stages and Processes*. AAP-48. 1ª ed. Bruselas. pp 17-18..

- Restricciones internas:

Disponibilidad de fuentes de datos. (Recomendable usar plantillas)

Inapropiados y limitados recursos para conducir el CCV.

Definición de requisitos poco madurados.

3) Para sistemas mayores, como es el caso, y antes de que comience la estimación, atendiendo a la planificación del cálculo del CCV, se debe confeccionar un documento de estimación de costes de requisitos CERD (Cost estimation requirement document que es un documento similar al US CARD<sup>147</sup>, al UK MDAL o al OCCAR DADD).

Respecto a este paso del proceso el CERD representa el punto de comienzo del proceso de estimación de costes y permite la trazabilidad del proceso de estimación de costes. La información que este documento incluye como necesaria es:

A) Datos de entrada para la estimación como :

- Descripción técnica del sistema, consistente en una visión general, sus principales características y componentes, la tecnología usada, sistemas similares existentes.
- Duración del sistema, cantidad de sistemas. *Definir el contenido del programa y del sistema: Vida del sistema* (esta irá variando dependiendo de la fatiga del sistema, de la durabilidad, requisitos, especificaciones,...) <sup>148</sup>.
- Fase de operación y sostenimiento (O&S), escenario de operación. Personal necesario en operación. Alcance de las estimaciones (interfaces con otros sistemas, integración en plataformas o en otros sistemas,...).
- Características del sistema, fiabilidad y mantenibilidad <sup>149</sup>.
- Calendario del programa. Conceptos de apoyo como mantenimiento software o entrenamiento. Apoyo especial como infraestructura u otras consideraciones especiales.
- WBS.
- Especialidad del personal que manejará el sistema, necesidades de formación,.....
- Despliegue, áreas, duración estimada.

<sup>147</sup> NATO, RTO. 2.007. *All Methods..* .Op. cit. p. E-2-6

<sup>148</sup> P. ej.: EEUU, DoD. 2.014. *Operating.....* Op. cit. p. 5-2

<sup>149</sup> En España en esta etapa del ciclo de vida de un sistema se debería utilizar la norma española de confiabilidad UNE-EN-60300-3-3-2009, gestión de la confiabilidad, Guía de aplicación Calculo del coste del ciclo de vida, mayo 2009. En la citada guía se explica con ejemplos y plantillas como analizar y evaluar la decisión de actualizar un sistema o adquirir uno nuevo. (Apendice C y D).

- Proceso de apoyo logístico integrado: concepto de mantenimiento, fiabilidad, repuestos específicos, facilities para mantenimiento específico, consumo de combustible y de otros suministros,
- Calendario de adquisición.
- Estrategia de adquisición: Escenario industrial, multinacional escenario, software e información ...
- Comprobación y evaluación del sistema.
- Cualquier estimación de costes previa.<sup>150</sup>

B) Asunciones, la falta de información, como los datos relacionados con el escenario operacional, vida del sistema y organización de apoyo, hace que sea necesario establecer aproximaciones. Esto condicionará los elementos de costes que serán incluidos en el estudio.

C) Requisitos para documentar la estimación de costes y elementos en los que la estimación está basado.

El resultado del estudio de la documentación antes mencionada junto con su propósito, reafirmará o modificará el *alcance* de la estimación. Una vez confirmado el alcance, la técnica o herramienta de estimación que usaremos dependerá de la información disponible (históricos del contratista, contratos del Ministerio, bases de datos costes/técnicas, etc) el propósito de la estimación y el tiempo disponible. La documentación que respalda esta estimación debe proporcionar una exposición clara y completa de la forma en la que se obtuvo y el soporte documental, como por ejemplo los fundamentos de las estimaciones, los casos usados, las limitaciones encontradas, acotación o intervalo y fiabilidad de estas.

La OTAN considera que la recolección de datos, su normalización y análisis forma el núcleo de la estimación.

- Para recolectar datos del CCV en fuentes externas es recomendable usar plantillas.
- Normalización : Para normalizar es necesario ajustar los datos al año base, contabilizar la inflación teniendo en cuenta los costes en moneda constante y corriente, índices de conversión, tipos de cambio, ajustes de costes derivados de las especificaciones técnicas, ajustes de costes para diferentes escenarios de operación, ajustes por volumen, curvas de aprendizaje, etc.

---

<sup>150</sup> NATO. 2.008. *Guidance*.....Op. cit. p. 11

- El análisis de datos debe ser conducido por un especialista pues con el debe de obtener una estructura de costes elementales que deben ser estimados.

4) Preparar la estimación usando modelos preestablecidos, ejecutar la estimación y documentar el resultado.

A) Planificaremos el cálculo del CCV, definiciones, directrices, medios, plan de trabajo, tiempo, publicaciones de referencia;

Plasmaremos los medios con los que contamos para realizar esta, estimaremos el tiempo que invertiremos hasta producir resultados, disponibilidad de datos, redactaremos un plan de trabajo y daremos directrices de acuerdo a los recursos que nos han asignado. Es muy útil el que la organización disponga de publicaciones en las que estén recogidas las definiciones, asunciones y directrices genéricas. Además es recomendable que en sistemas de sistemas se encomiende a un organismo técnico especializado el desarrollo de estas definiciones y directrices.

En la planificación deberemos responder a cuestiones como:

- ¿Que tiene que hacer el analista?
- ¿Cómo enlaza con otras actividades asociadas?
- ¿Quién lo va a realizar?
- ¿Cómo lo va a hacer?
- ¿Cuándo lo va a hacer el analista?
- ¿Cómo va a ser presentado el CCV?

B) Análisis del modelo del ciclo de vida desarrollado. Por regla general basado en un modelo y posteriormente adaptado en base al CERD.

C) Análisis y revisión del WBS, PBS y CBS elegido.<sup>151</sup> Adaptar los modelos genéricos al caso específico.

D) Desarrollar un GCBS.

---

<sup>151</sup> En España en la página web del MINISDEF, se encuentran las estructuras de producto, trabajo y costes, términos y definiciones de las 11 familias de sistemas que se han desarrollado. Como referencia el capítulo seis de la guía CAPE describe la estructura de costes estándar con términos, definiciones,..... Si se decide usar una estructura de costes no estándar ha de ser justificado por el jefe del equipo de estimación.

La gran variedad de procesos y actividades descritas en publicaciones/manuales como la AAP48, ALCCP1, PMI Handbook, etc. permite una identificación detallada de la actividad que está utilizando recursos. Sin embargo la combinación de elementos de costes calculados en base a una larga lista de actividades puede generar dificultades en la identificación y manipulación de datos. De esta forma pueden surgir una amplia variedad de CBS haciendo difícil las comparaciones e intercambio de datos de costes. Para evitar que esto suceda es posible agrupar actividades interrelacionadas y desarrollar una GCBS, de tal forma que esta GCBS contemplará el sistema como primer nivel, en el segundo nivel las partes en las que se divide el ciclo de vida y en un tercer nivel las actividades agrupadas que cuelgan de cada una de las partes del ciclo de vida. Actividades genéricas que han sido agrupadas en la norma UNE-EN-60300, igualmente es facilitada sin agrupar en la ALCCP-1.

E) Identificación de los elementos de coste.

Un elemento de coste está siempre asociado con un recurso que es utilizado en una actividad ejecutada sobre un producto. El elemento de coste es el enlace entre las categorías de coste (p. ej.: Mano de obra) y la estructura desglosada del producto o trabajo.

Para estimar el coste total del ciclo de vida es necesario descomponer el CCV total en los elementos de coste que lo constituyen. Estos elementos de coste deben identificarse individualmente de forma que puedan definirse claramente y estimarse. La identificación de los elementos y su correspondiente ámbito debe basarse en la finalidad y alcance del estudio del CCV. La selección de los elementos de coste debería relacionarse con la complejidad del producto así como con las categorías de coste de interés, de acuerdo con la estructura desglosada de costes exigida.

Es decir el elemento de coste sería por ejemplo: el coste de la mano de obra (categoría de coste) – de la fabricación (fase del ciclo de vida) – de una fuente de energía (descomposición del producto)

F) Selección de los métodos apropiados de estimación de costes y herramientas para estimar los costes en función de la información disponible.

Las técnicas de estimación son una forma de resolución de problemas en la que descomponemos un problema complejo en un conjunto de pequeños problemas más fáciles de tratar.

Algunos métodos / técnicas se basan en los datos históricos, otros ponen de manifiesto la importancia del análisis estadístico, mientras que otros enfatizan los estudios de ingeniería..... Cada método tiene ventajas e inconvenientes, por lo que quien estima no debería usar nunca un método con exclusión del resto, es más en las estimaciones rigurosas se suelen emplear una combinación de métodos, ya que dependiendo de la fase en la que se encuentre, el tipo de proyecto, la existencia de bases de datos fiables, etc. usaremos unas técnicas u otras.

La metodología usada depende del nivel de detalle requerido, de la disponibilidad de información y del tiempo requerido para realizar la estimación. Un ejemplo sencillo de una estimación preliminar de costes está basado en la relación de los elementos del CCV con únicamente los costes de adquisición (ver tabla número VI). Para identificar la mejor técnica a aplicar es crucial que el analista tenga un claro y completo conocimiento de los requisitos del sistema militar.

La mayoría de ingenieros usa para la estimación de costes presupuestos de proyectos pasados y elaboran ratios a partir de éstos, en el caso naval basados en publicaciones como NAVSEA .

El método de estimación a elegir dependerá en cada caso del conocimiento que se tenga del sistema, del proceso productivo, de los materiales y/o de la mano de obra a aplicar, de si se ha desarrollado un prototipo, del sistema de costes de la empresa, de la analogía con otros sistemas, etc.

La elección de un método y un modelo vendrá condicionada también por los datos disponibles y la fase en la que nos encontramos, esto puede influenciar el nivel de descomposición de los costes para que sean estimados. <sup>152</sup>

#### G) Estimación del esfuerzo, calendario y costes.

---

<sup>152</sup> NATO. 2.008. *Guidance*.... Op. cit. p. 25

5) Revisar, calcular, validar y documentar.

- A) Revisaremos el proceso, realizaremos un mapeo y una calibración para asegurar que el alcance y las asunciones han sido cubiertas;<sup>153</sup>
- B) Agregaremos los elementos de coste en las fases/etapas en las que se haya descompuesto el ciclo de vida y calcularemos el coste total basado en los elementos de coste, como parte de la estructura de descomposición de costes. Este proceso ha de ser desarrollado para cada fase/etapa del proceso de obtención de recursos, siendo la estimación final la suma de todos los CBS. Sin embargo, los pasos pueden estar más detallados y no seguir exactamente el orden indicado.<sup>154</sup>
- C) Desarrollaremos un cálculo del coste-riesgo;
- D) Comprobaremos la estimación, para ello usaremos técnicas y herramientas alternativas, análisis de sensibilidad (variables que mayor probabilidad de impacto tienen sobre el proyecto), análisis de riesgos e incertidumbres;
- E) Validaremos y calibraremos el modelo durante el proceso de estimación, pues los aspectos técnicos del programa maduran;
- F) Documentaremos la estimación;
- G) Presentaremos la estimación;
- H) Proceso revisable, actualizaremos la estimación;
- I) Incluiremos las lecciones aprendidas.

6) Informe: Interpretar y presentar resultados.

### **3. Procedimiento de estimación del coste del ciclo de vida en OCCAR.**

OCCAR es una organización europea conjunta de cooperación en materia de armamento que persigue mejorar la eficiencia y reducir costes, entendido coste como CCV.

Para el desarrollo u obtención de una capacidad conjunta europea la EDA intervendría como el organismo que identifica la necesidad de capacidades, establece las prioridades, facilita la cooperación e investiga para dar paso a la OCCAR al establecer un programa de armamento cooperativo.

<sup>153</sup> A, C, D, y E desarrollados en : EEUU. Department of the Army. 2.002. *Cost.....Op. cit.* pp. 39-41

<sup>154</sup> P. ej.: EEUU, NAVY. 2005. *Cost estimating..... .Op.cit.* Section 5-1 a 5-12

El procedimiento del CCV en OCCAR incluye, en línea con los pasos ya definidos para el procedimiento genérico de estimación de costes, el planeamiento, las líneas de asunción de costes y su definición, recolección de datos y asunciones, modelos, riesgos cuantitativos y análisis de incertidumbres, revisión e informes.<sup>155</sup>

Del análisis de los documentos que guían este procedimiento en OCCAR observamos que el procedimiento se ajusta en gran medida al genérico ya descrito, aunque OCCAR necesita ir algo más allá definiendo los participantes en el programa pues su visión es conjunta, luego en este procedimiento precisa con carácter previo coordinar las necesidades y expectativas de los participantes.

Es decir el procedimiento sería:

- 1) Coordinar las necesidades y expectativas de las naciones participantes.
- 2) Planeamiento: *Objetivos* del CCV, definiciones, limitaciones al alcance, equipos de proyecto, disponibilidad de datos, planeamiento detallado (arquitectura normativa).
- 3) Definición: Sistema, utilización, mantenimiento, documento tipo CERD-DADD.
- 4) Desarrollo: Estructura de costes (EDC), recolección e identificación de los datos, asunciones, líneas divisorias de costes (costes incluidos y nivel de desglose), método de estimación, tiempo necesario para realizar la estimación, adaptar modelo de costes al DADD.
- 5) Análisis: Estimar el CCV, cost drivers, usar parámetros, modelos paramétricos, realizar análisis de incertidumbres y riesgos y análisis de sensibilidad.
- 6) Informe: Interpretar resultados, presentar resultados

---

<sup>155</sup> OCCAR.EA. 2.013. ISS.... Op.cit. p. 28

Tal y como hemos descrito, es necesario previamente encuadrar este procedimiento dentro de la Gestión del ciclo de vida.

### **3.1 Estándares y normas disponibles**

*La estrategia corporativa de OCCAR (OCCAR Corporate strategy) comprende cuatro líneas de acción:*

- 1) Continuar y consolidar los programas a través del ciclo de vida de los sistemas;
- 2) Llegar a ser un centro de excelencia y ser reconocido como tal;
- 3) Desarrollo continuo de la interface con la agencia EDA;
- 4) Compartir la integración de nuevos programas en las fases/etapas más tempranas posibles.

A través de un conjunto de normas, entre las que se encuentran los procedimientos de gestión (OCCAR Management procedures: OMP), implementa, entre otros, el TLM (Gestión de programas a través del ciclo de vida). Esta organización aplica una serie de principios de gestión y catorce procedimientos de gestión.

*Principios de gestión usados en OCCAR recogidos en los procedimientos de gestión y relacionados con la investigación:*

#### ***Through Life Management ( Basado en el proceso de estimación de costes de Reino Unido ):***

*La implementación de TLM como iniciativa estratégica, TLM es un principio por el que OCCAR trata de gestionar los programas a través de su ciclo de vida y en su gestión se exige el uso de las mejores y más avanzadas prácticas y técnicas de gestión. En especial centra su atención en la fase de ISS ( In Service Support ), pues supone la mayor parte de la vida y coste de un sistema. Este principio es similar al que utiliza la OTAN a través del SLCM (gestión del ciclo de vida de un sistema ). El objetivo final del TLM es el desarrollo y la entrega de sistemas que optimicen, a lo largo de la vida del programa, el coste-efectividad basado en la toma de decisiones y apoyadas por un análisis del CCV.*

La misión de OCCAR requiere la capacidad de gestionar programas de defensa en colaboración a través de su ciclo de vida completo. Por ello OCCAR ha adoptado TLM como la mejor practica de

enfoque para la gestión de los programas. TLM aplica las técnicas de gestión de una forma coherente. El objetivo de TLM es desarrollar y entregar productos que optimicen coste-efectividad basado en el CCV y la ejecución operacional.<sup>156</sup>

TLM significa para OCCAR la gestión de un programa desde la etapa que se acuerde, sin perder la visión del ciclo de vida completo. Entre otras funciones y a través del TLM los requisitos se integran en la logística y obtención no solo en la fase de servicio o la transición entre la producción y la fase de servicio, si no que igualmente desde el principio al final de la gestión del programa. El elemento clave en que se basa TLM es que no se debe perder de vista el objetivo que centra la atención, la fase de servicio.

### ***Multidisciplinary Team.***

La formación de un equipo multidisciplinar asegura que la gestión de programas tiene disponible todas las disciplinas requeridas.

### ***Defence System Life Cycle Phases***

La gestión de los requisitos comienza antes de que el programa se integre en OCCAR. Los requisitos deben de ser específicos, medibles, alcanzables, realistas y realizables en el tiempo (SMART: Specific, Measurable, Achievable, Realistic, and Time-related).

### ***Autonomía del director del programa.***

El director del programa tiene amplia autoridad y autonomía únicamente delimitada por las delegaciones del director y sus responsabilidades establecidas en la sección tercera del anexo OMP1-A.

### ***Lessons Learned Management***

---

<sup>156</sup> En noviembre de 2010 EDA y OCCAR organizaron la primera conferencia sobre Through-Life Management (TLM), acudieron más de 100 participantes de los estados miembros, instituciones de la Unión Europea y la Industria; en mayo de 2011 han organizado una segunda.

Todos los programas gestionados por OCCAR aplicarán los procesos de aprendizaje derivados de las lecciones aprendidas y obtenidos de los procesos de gestión y de las relaciones con todos los intervinientes (Contratistas, autoridades nacionales, órganos internos, etc). Un informe debe ser emitido al cierre de cada una de las etapas del programa.

***Terminología*** OCCAR debe promover el uso de las definiciones reconocidas internacionalmente.

De los catorce procedimientos de gestión que OCCAR ha desarrollado que estén relacionados con la investigación se encuentran :

**OMP1:** “Procedimiento de gestión de programas principales”. En su contenido se define una serie de principios, el ciclo de vida de un sistema de defensa (las fases), la aplicación de las mejores prácticas de gestión, métodos y herramientas, los cometidos y responsabilidades y procesos de gestión en los programas.

### **OMP6**

En el anexo B de OMP 6 se repercute la responsabilidad de realizar y mantener la estimación del coste del contrato potencial al director del programa. Con independencia que haya estimaciones de la Industria el director del programa debe de hacer la suya actualizándola en todo el proceso. Cuando haya estimaciones de la Industria el director del programa deberá calcular el realismo de estas estimaciones. No se podrá llevar a cabo una investigación de precios del contratista ya que este no tiene obligación de soportarla.

Resumiendo y recogiendo lo expuesto en un cuadro similar al recogido para la OTAN en el punto dos:

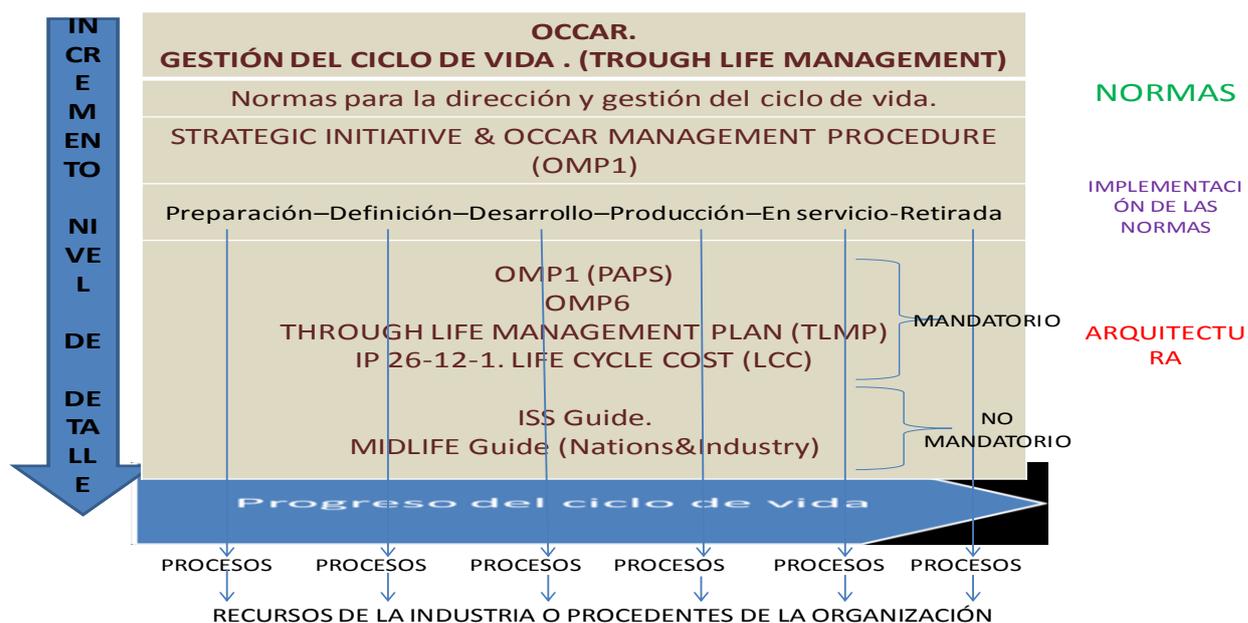


Figura 12: Marco conceptual y arquitectura del ciclo de vida OCCAR. Fuente elaboración propia en base a figura 11 que es un cuadro adaptado de la publicación AAP-48 y nuevamente adaptado en la presente investigación por el investigador.

### 3.1.1 Procesos en el ciclo de vida de un programa OCCAR .

Para poder aplicar diaria y coordinadamente su estrategia que es desarrollada mediante documentos, guías y normas, todos los componentes de OCCAR trabajan con un sistema de gestión integrado denominado: OCCAR Integrated Management System (IMS).

El sistema de gestión de los programas recoge veintiuna funciones de gestión interrelacionadas, estas funciones se agrupan en cinco grupos de procesos que son: <sup>157</sup>

- Procesos de coordinación total: Se coordina los otros cuatro grupos de procesos
- Procesos de contratación y procesos de acuerdos: Integración del programa, estimación de costes y contratación.
- Procesos organizacionales: Se realiza la gestión del modelo del ciclo de vida, de la infraestructura, de los RRHH y de la calidad.
- Procesos del programa: Asegura que se efectúa un planeamiento una valoración y actividades de control adecuadas.

<sup>157</sup> OCCAR.EA. 2.014. *Principal Management Procedure*. OMP1. Bonn. Anexo 1-B. p. 29

- Procesos técnicos: Son usados para gestionar la ejecución, gestión de los requisitos de un sistema,

En la OTAN la AAP48 y PAPS en detalle, dividen el ciclo de vida de un sistema en fases, de igual forma OCCAR realiza una división similar, en cada una de las fases se realizan procesos que pueden ser repetidos en cada una de ellas. Para definir los grupos de procesos y las funciones de gestión, incluidas dentro de cada grupo, OCCAR se ha basado principalmente en la ISO 15288, presentando algunas similitudes con los procesos definidos en la AAP48.<sup>158</sup>

| Funciones de Gestión integradas en el sistema de gestión OCCAR                             | Procesos de coordinación. | Procesos de acuerdo o contractuales | Procesos de la organización. | Procesos del programa | Procesos técnicos |
|--|---------------------------|-------------------------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------|
| 1 Coordinación total. (Overall Coordination).  | X                         | X                                   | X                            | X                     | X                 |
| Control del programa. (Program assessment)   |                           |                                     |                              | X                     |                   |
| Gestión de la decisión. (Management decisión).   |                           |                                     |                              | X                     |                   |
| Gestión de las interrelaciones. (Interface management)                                     |                           |                                     |                              | X                     |                   |
| Gestión de la configuración. (Configuration management)                                    |                           |                                     |                              | X                     |                   |
| 2 Gestión de interesados. (Stakeholder Management)   |                           |                                     |                              | X                     |                   |
| 3 Gestión de requisitos. (Requirement management)  |                           |                                     |                              |                       | X                 |
| 4 Gestión de la ejecución. (Performance management )                                       |                           |                                     |                              |                       | X                 |
| 5 Gestión del cronograma. (Schedule Management)  |                           |                                     |                              | X                     |                   |
| 6 Gestión de costes. (Cost Management)   |                           |                                     |                              | X                     |                   |
| Estimación de costes. (Cost estimation )   |                           | X                                   |                              |                       |                   |
| 7 Información y planeamiento. (Planning & Reporting).                                      |                           |                                     |                              | X                     |                   |
| Integración del programa. ( Programme integration )  |                           | X                                   |                              |                       |                   |
| Gestión del modelo del ciclo de vida. (Life Cycle Model Management)                        |                           |                                     | X                            |                       |                   |
| 8 Gestión comercial (Commercial Management.)   |                           |                                     | X                            |                       |                   |
| Contracting.   |                           | X                                   |                              |                       |                   |
| 9 Gestión financiera. (Finance Management)   |                           |                                     |                              | X                     |                   |
| 10 Gestión de calidad. (Quality Management)  |                           |                                     | X                            |                       |                   |
| 11 Gestión del riesgo. (Risk Management)   |                           |                                     |                              | X                     |                   |
| 12 Gestión del apoyo logístico integrado. (Integrated Logistic Support (ILS) Management. ) |                           |                                     |                              |                       | X                 |
| 13 Gestión de los recursos humanos. (Human Resource Management)                            |                           |                                     | X                            |                       |                   |
| 14 Gestión de la información. (Information Management)                                     |                           |                                     |                              | X                     |                   |
| 15 Gestión comunicaciones.(Communication Management)                                       |                           |                                     |                              | X                     |                   |

<sup>158</sup> La publicación AAP48 afirma que cada fase del ciclo de vida consiste en una serie de procesos confeccionados por el director del programa. Cada uno consiste en una o más actividades, p.e: gestión, simulación, diseño, fabricación,....

|   |  |  |   |  |   |
|---|--|--|---|--|---|
| 16 Calificación, certificación y aceptación. (Qualification, Certification and Individual Acceptance) |  |  |   |  | X |
| 17 GFX: Government furnished equipment (GFE) +services(GFS) +facilities +information +personnel)      |  |  |   |  | X |
| 18 Gestión de la puesta en servicio. (ISS Management)   |  |  |   |  | X |
| 19 Seguridad. (Security)  |  |  |   |  | X |
| 20 Infraestructura (OCCAR-EA Infrastructure)  |  |  | X |  |   |
| 21 Gestión de la experiencia. (Lessons Management)  |  |  |   |  | X |

Tabla X: Procesos realizados en OCCAR. Fuente: Elaboración propia en base al anexo OMP-1-B y OCCAR IMS.

### Proceso de estimación del coste del ciclo de vida en la OCCAR.

La técnica de estimación del CCV consiste en la recolección, interpretación y análisis de datos y aplicación de herramientas cuantitativas y técnicas para predecir los recursos que en el futuro serán requeridos en cualquier etapa del ciclo de vida de un sistema. La estimación del CCV es definida en OCCAR como todas las actividades necesarias para facilitar las estimaciones y estudios del CCV que pueden ser usadas como una investigación de mercado mediante la cual se midan las opciones de valor contra las unidades monetarias, una herramienta para la toma de decisiones utilizada en el análisis de alternativas y una medida para establecer el planeamiento en costes.

OCCAR-EA ha configurado el CCV con un procedimiento completo basado en estándares internacionales y herramientas que cubren los diferentes métodos de estimación: Paramétricos, optimización, simulación y agregación.<sup>159</sup> Como referencias básicas para abordar el CCV OCCAR ha utilizado, entre otros, “Methods and models for Life Cycle Costing” (RTO-TR-SAS-054) y “Cost Structure and Life Cycle Costs for Military Systems” (RTO-TR-SAS-028).

El proceso de estimación de costes, como hemos visto, se encuentra incluido en el grupo de procesos del programa y el grupo de procesos de acuerdo. Para apoyar el proceso de decisión este proceso debe ser conducido en todas las etapas del ciclo de vida. La estimación del coste se realiza con los siguientes objetivos:

- Facilitar estimaciones de costes para apoyar la negociación contractual.
- Facilitar estimaciones del CCV para el programa.

<sup>159</sup> OCCAR EA. 2.013. *In Service...* Op. Cit. p. 110.

- Informar al responsable de la decisión de las probables futuras consecuencias en costes de las alternativas consideradas.
- Sus resultados pueden apoyar los procesos de planeamiento presupuestario.

Los pasos 3º al 6º de los descritos en el procedimiento de estimación del CCV son conducidos en el proceso de estimación del CCV citado. Esos cuatro pasos se organizan secuencialmente y se retroalimentan, aunque ya se han expuesto en detalle al describirlos en la OTAN, quedan resumidos en 5:

1) Costing boundary. Elementos de coste que serán incluidos en el estudio y su nivel de detalle. Consideran 5 boundaries :

- A) Sistema, apoyo, test de equipos, entrenamientos, etc.
- B) Periodo del ciclo de vida que se va a cubrir.
- C) Definición de las actividades que serán incluidas dentro del alcance.
- D) Recursos que se consideraran en la estimación (Industria, agencias, naciones, etc.)
- E) Unidades de apoyo y operacionales de las naciones donde se localizan los costes.

Combinando estas cinco tareas definen la lista de elementos de coste y los integran en una GCBS.

2) Recolección de datos y asunciones. Los datos procederán principalmente de la organización y del escenario operacional. (DAD)

3) Análisis de riesgos e incertidumbres. La parte más importante del proceso de estimación es el análisis de riesgos e incertidumbre y la más difícil es la recolección de datos y su análisis.

4) Modelización. Desarrollar un modelo usando las herramientas disponibles en la organización y aplicando distintos métodos de estimación para cada elemento de coste. En relación al modelo de riesgos e incertidumbres se utiliza el método de Montecarlo.

5) Análisis e informes. Con el plan de costes basado en su GCBS se ejecuta un análisis de sensibilidad ( que pasa si.... ), se evalúan las alternativas resultantes para identificar las comunalidades y evaluar el

impacto sobre la efectividad operacional (función de un escenario de apoyo) en términos de disponibilidad. Finalmente tienen plantillas para presentar los informes.

#### **4. Procedimiento de estimación del coste del ciclo de vida en ESPAÑA.**

El procedimiento de estimación del CCV en España es muy reciente y consiste en un procedimiento estocástico en el que en función de unos requisitos técnicos se determinan unas alternativas de obtención, se cuantifica la estimación de los CCV de cada una y en la fase de decisión, se les realiza una medición equivalente del valor actual del coste de cada una de las alternativas, seleccionando una en función de esa medición.

Dentro de las escasas normas que regulan el procedimiento de estimación del CCV no encontramos una definición expresa de la gestión del ciclo de vida, como en la OTAN SLCM o en OCCAR TLM, que persiga objetivos como:

- Tener un entendimiento común del tiempo, el calendario, la calidad, el riesgo, etc. en el programa
- Crear unas prácticas únicas de gestión.
- Una estrecha colaboración entre todos los intervinientes.
- Minimizar el tiempo de adquisición, maximizar la eficacia y minimizar los costes del ciclo de vida.
- El resto de las ya antes definidas en SLCM y TLM.

Sin embargo, hemos encontrado que la Instrucción 67/2011<sup>160</sup> trata de abordar algo parecido al SLCM ya que en el preámbulo de la instrucción figura: “se regula el proceso de obtención desde una *perspectiva integral* de los recursos materiales, al objeto de obtener *soluciones integrales en alcance y plazo*”. Igualmente cita que las distintas autoridades y organismos ejerzan sus competencias bajo los *principios de transparencia y colaboración* en el desarrollo de las actividades que le competen. Mediante la regulación de las funciones de *dirección, seguimiento y control* de los programas de obtención se garantiza la integridad del proceso, el cumplimiento de los objetivos, la detección anticipada de riesgos y el empleo eficiente de recursos financieros.

#### **4.1 Estándares y normas disponibles.**

---

<sup>160</sup> ESPAÑA.MINISDEF. Instrucción SEDEF 67/2011... Op. Cit.

Para acometer una gestión integral del ciclo de vida de un sistema es necesario definir, mantener, y asegurar la disponibilidad de procedimientos y normas para su uso por la organización, con sujeción al alcance de los estándares internacionales. La NATO ha adoptado la dirección del ciclo de vida de los sistemas SLCM que es un desarrollo del sector civil. Para ejecutar el SLCM se desarrolló la ISO/IEC 15288 que proveía de una metodología de trabajo a través de la cual los principios de SLCM pueden ser aplicados. La publicación AAP48 sirve como guía para aplicar la política del SLCM a la OTAN. Esta publicación incluye una breve descripción de las etapas del ciclo de vida de un sistema, recoge los procesos (referenciando su detalle a la ISO/IEC 15288) y los modelos de ciclo de vida.

En España no hemos desarrollado un estándar que recoja la gestión del ciclo de vida y tampoco referenciamos a otros estándares disponibles en los que poder apoyarnos. No obstante, la Instrucción 67/2011 y la 72/2012 recogen un procedimiento para abordar un programa, detallando la 67/2011 un esbozo de procedimiento para la estimación del CCV de un sistema. Además, España ha editado la versión oficial de la norma Europea EN-60300 en la norma UNE-EN-60300-3-3: “Gestión de la confiabilidad. Cálculo del CCV” que proporciona una introducción general al concepto del análisis del coste de este ciclo y cubre todas sus aplicaciones, aunque, por ahora, esta norma es poco conocida y de baja o nula aplicación. En ella se destacan particularmente los costes asociados con la confiabilidad del producto, se explica el propósito y valor del CCV. También identifica los elementos característicos de su coste para facilitar la planificación del programa y del proyecto. Proporciona una guía general para realizar un análisis del CCV que incluye un desarrollo de un modelo de coste y divide el ciclo en:<sup>161</sup>

- 1) Concepto y definición: se atribuye a varias actividades dirigidas a asegurar la viabilidad del producto en consideración. Esta fase es determinante ya que el 80% de los costes se fijan en las decisiones tomadas en las fases/etapas más tempranas.<sup>162</sup>
- 2) Diseño y desarrollo: se atribuye a cumplir la especificación de requisitos del producto y proporcionar pruebas de su cumplimiento. La tendencia de los diseñadores es atender a la parte operativa del sistema y a lo relacionado con ella descuidando el mantenimiento y el apoyo logístico. La experiencia ha demostrado que gran parte del coste del sistema durante su vida corresponde a las actividades de mantenimiento y apoyo de las últimas

---

<sup>161</sup> AENOR. UNE-EN-60300. 2.009. Op cit. p. 56

<sup>162</sup> NATO, RTO. 2.001. *Cost Structure and Life Cycle Cost (LCC) for Military Systems*. RTO-SAS-036. RTO Publicación. Neuilly-sur-Seine, (Paris). p. 3-1

fases de su vida, este puede llegar al 75 por ciento del coste total del ciclo de vida del sistema.<sup>163</sup>

- 3) Fabricación e instalación: estos costes están cuantificados en términos de fabricar el número necesario de unidades del producto o de proporcionar el servicio especificado de forma continua.
- 4) Operación y mantenimiento: incluyen desde los costes de utilización, mantenimiento, apoyo, despliegue hasta la finalización de servicio de ese sistema. Las tipologías de costes se pueden encontrar en diversos manuales, publicaciones<sup>164</sup>.
- 5) Eliminación: esta fase incluye los costes de retirada de servicio y eliminación de versiones más antiguas de los productos.

Resumiendo y recogiendo lo expuesto en la figura 11 para la OTAN y la figura 12 para la OCCAR, lo realizamos de forma similar para España en la figura 13.

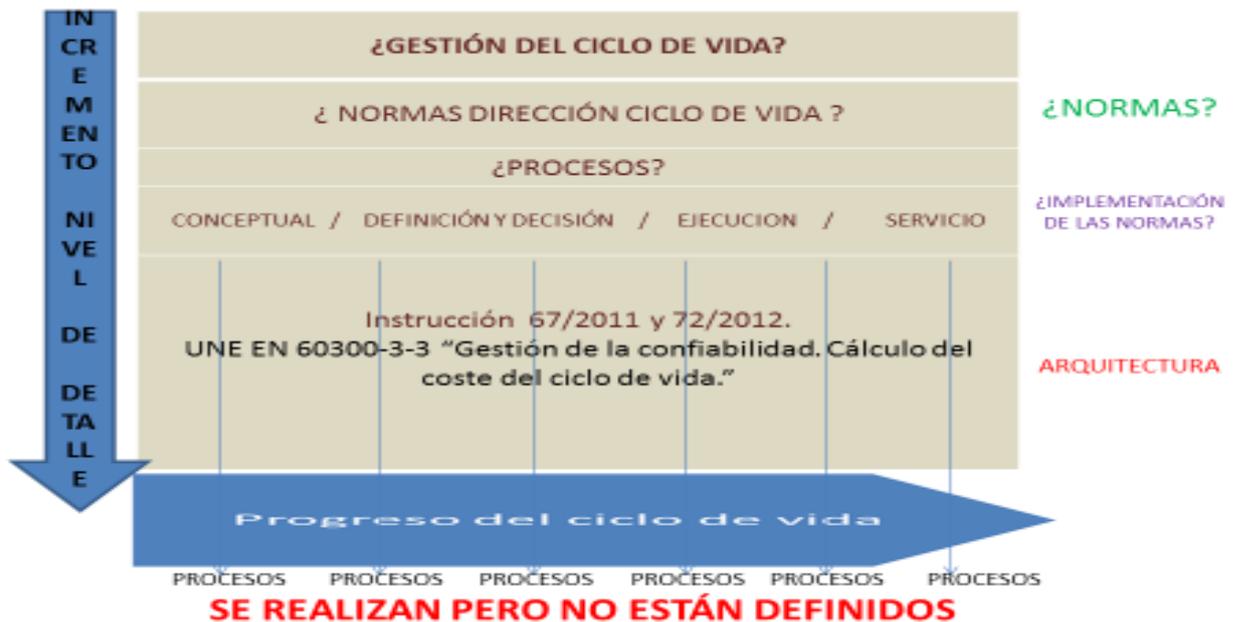


Figura 13: Marco conceptual y arquitectura del ciclo de vida en España. Fuente elaboración propia en base a figura 14 que es un cuadro adaptado de la publicación AAP-48 y nuevamente adaptado en la presente investigación por el investigador

<sup>163</sup> BLANCHARD, B. S. 1.996. *Ingeniería*. Op. Cit. pp. 37-42.

<sup>164</sup> EEUU, DoD (CAPE). 2.014 *Operating...* Op. Cit. chapter 6

*La instrucción 67/2011 de SEDEF, proceso de obtención de recursos.*

Las iniciativas llevadas a cabo en el ámbito internacional en el sentido de actualizar e implantar los procesos adecuados para establecer los programas de armamento y material y optimizar la coordinación mutua, tanto de la OTAN, ( Handbook on the Phased Armaments Programming System AAP-20), como de la UE (Guide to the Conduct of a Programme Preparation Phase), marcaban tendencias que aconsejaban proceder a la revisión y actualización del sistema implantado para establecer los programas de armamento y material en el ámbito del MINISDEF español.

Durante el periodo que ha durado esta investigación la normativa que regula el proceso de obtención de recursos en el ámbito de la Defensa ha variado. Hasta septiembre del año 2011 estaba en vigor una instrucción de la secretaría de estado de Defensa <sup>165</sup> que no contemplaba un procedimiento de estimación del CCV, esta fue sustituida por la Instrucción 67/2011 de SEDEF. La nueva norma, a diferencia de la anterior, tiene en consideración los condicionantes del ciclo de vida y su coste desde las primeras etapas del mismo. Ambas instrucciones se basaron en el Sistema de Programación de Armamento por Fases PAPS vigente en ese momento (Phased Armaments Programming System). <sup>166</sup>

La Instrucción 67/2011 del SEDEF regula este proceso de obtención y lo instrumentaliza por fases y etapas, en las que se efectúan procesos (no definidos claramente en la instrucción) ,marcando hitos y puntos de decisión. Esta forma de estructurar la norma coincide con un modelo genérico de ciclo de vida. <sup>167</sup> Sin embargo, la instrucción no define el ciclo de vida de un sistema. (En la PECAL 2000, de acuerdo a lo ya incluido en el documento OTAN C-M 2005 0108, lo define como la evolución en el tiempo de un sistema desde su concepción hasta su eliminación )

Antes de profundizar en la Instrucción es necesario ver las relaciones que pueden existir entre distintas fases:

---

<sup>165</sup> ESPAÑA. MINISDEF. 2.000. Directiva núm 68/2000. *Proceso de obtención de armamento*.BOD número 51 de 09 de marzo de 2.000

<sup>166</sup> NATO. 1.989. *Phased Armaments Programming System*. AAP20 PAPS. Bruselas. Edición 1989.

<sup>167</sup> ISO/IEC 15288. 2.002. *Systems..* Op cit. p.4 “ Estructura común de entendimiento de procesos y actividades concernientes al ciclo de vida que puede ser organizado en fases las cuales actúan como una referencia común para comunicaciones y entendimiento”.

| RELACIÓN SECUENCIAL  | RELACION DE SUPERPOSICIÓN  | RELACIÓN ITERATIVA   |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Las fases solo se inician si la anterior está finalizada.</li> <li>- Reduce la incertidumbre.</li> <li>- Puede eliminar las opciones de acortar el cronograma.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Las fases se inician antes de que la anterior está finalizada.</li> <li>- Si no está disponible la información puede causar reprocesos</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Solo se planifica una fase.</li> <li>- La planificación de la siguiente se efectúa a medida que avanza los entregables y la fase actual.</li> <li>- Muy útil en ambientes poco definidos, inciertos o que cambian rápido. ( p.e : Investigaciones, programas tecnológicos.</li> </ul> |

Tabla nº XI: Relaciones entre fases. Fuente : Elaboración propia.

De la lectura de la instrucción 67/2011 vemos que es la relación secuencial la que se recoge en ella, se pretende que los soportes justifiquen y detallen la solución a estudiar teniendo el máximo control entre fases y etapas e iniciando una nueva fase/etapa solo cuando una o varias autoridades consideran que la solución es la adecuada y se puede encuadrar, teniendo en cuenta los condicionantes del CCV, en los planes financieros de Defensa. En función del nivel de control que se efectúa, los tres tipos de relaciones pueden presentarse entre las diferentes fases de un solo proyecto.

Las fases y etapas que recoge la Instrucción 67/2011 son:

| Instrucción 67/2011                |                                  |                                |   |  |   | Instrucción 67/2011 + Instrucción 72/2012 |                        |   |                             |                   |
|------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---|--|---|---|------------------------|---|-----------------------------|-------------------|
| Fase conceptual                    |                                  | Fase Definición y decisión.    |   |  |   | Fase de Ejecución                         |                        | Fase de servicio                                  |                             |                   |
| 1) Etapa de la necesidad operativa | 2) Etapa Previabilidad operativa | 3) Etapa definición requisitos | 4) Etapa de determinación alternativa obtención | 5) Etapa de establecimiento de programas | 6) Etapa de preparación de la ejecución | 7) Etapa de Diseño                        | 8) Etapa de producción | 9) Etapa de preparación de la entrada en servicio | 10) Etapa de vida operativa | 11) Etapa de baja |

Tabla XII: Fases y etapas que se abordan en la Instrucción 67/2011 y 72/2012. Elaboración propia en base a la Instrucciones 67/2011 y 72/2012.

Comenzando con la *fase conceptual* la Instrucción transcribe: “ se definirá la necesidad operativa o funcional vinculada a los objetivos de la Política de Defensa y se orientará su solución, *tomando en consideración su ciclo de vida y el coste total asociado*, entendido éste como el coste directo vinculado a su adquisición o a la investigación, diseño y su posterior producción, construcción o desarrollo, así como a la operación, mantenimiento y baja al final de su vida en servicio.<sup>168</sup>

<sup>168</sup> OCCAR recomienda que la estimación del coste se comience lo antes posible. Fuente: OCCAR-OMP1. 2.014. Op. cit. p.30 [http://www.occar.int/media/raw/OMP\\_1\\_issue\\_5\\_Internet\\_20140610-1.pdf](http://www.occar.int/media/raw/OMP_1_issue_5_Internet_20140610-1.pdf). [ Consulta 15-12-2014 ]

| Fase conceptual                   |  |                                      |
|-----------------------------------|--|--------------------------------------|
|                                   | 1) Etapa de definición de la necesidad operativa | 2) Etapa de Previabilidad operativa  |
| Necesidades planeamiento militar  | Doc 1):<br><b>DNO</b><br>Valoraciones            | Doc2):<br><b>OEM</b><br>Estimaciones |
| Necesidades otros objetivos Dpto. | Doc1) y 2) : <b>DNF</b>                          |                                      |

Tabla XIII: Fase conceptual. Etapa de definición de la necesidad operativa. Elaboración propia en base a la Instrucción 67/2011.

Dentro de esta etapa se contempla la posibilidad inicial de apoyo financiero **en base a la estimación de costes**, los aspectos logísticos.....

Comentario: No concreta un procedimiento para realizar la valoración, deja en manos de los Estados Mayores que no tienen personal especializado la responsabilidad de realizarla y no referencia a estándares, normas o publicaciones para hacerlo.

| Fase conceptual                   |  |                                      |
|-----------------------------------|--|--------------------------------------|
|                                   | 1) Etapa de definición de la necesidad operativa | 2) Etapa de Previabilidad operativa  |
| Necesidades planeamiento militar  | Doc 1):<br><b>DNO</b><br>Valoraciones            | Doc2):<br><b>OEM</b><br>Estimaciones |
| Necesidades otros objetivos Dpto. | Doc1) y 2) : <b>DNF</b>                          |                                      |

Tabla XIV: Fase conceptual. Etapa de Previabilidad operativa. Elaboración propia en base a la Instrucción 67/2011.

Los resultados de esta etapa y las propuestas para la siguiente se consolidarán en el documento Objetivo de Estado Mayor (**OEM**), que recogerá las *posibles opciones para satisfacer la necesidad, antes de haber evaluado completamente su viabilidad operativa, así como las estimaciones generales sobre necesidades y repercusiones de toda índole que comporta la continuación del proceso.*

Comentario: Las estimaciones de costes en esta fase y etapas serán Investigaciones de mercado o caso de no haberlo, se realizarán por analogía dando como resultado un orden de magnitud (ROM Rough Order of Magnitude). Al no disponer apenas de información para estimar la adquisición y aún menos para el resto del CCV es necesario acudir a parámetros que nos den un orden de magnitud a añadir al ya calculado para la adquisición. Pero, hasta el momento, no hay publicaciones o referencias que recojan parámetros consolidados. Al igual que en la etapa anterior no se define un procedimiento para realizar la valoración/estimación y deja en manos de los Estados Mayores la responsabilidad de realizarla (personal sin especialización en costes).

### Fase de definición y decisión

Son objetivos de esta fase:

- a) *Definir la solución operativa o funcional y seleccionar una alternativa viable para su obtención, constituyendo el resultado de ambas decisiones la solución para satisfacer la necesidad.*
- b) *Establecer los programas de armamento y material, infraestructura y CIS necesarios para la obtención de los recursos materiales una vez hayan sido concretados los componentes previamente programados.*
- c) *Desarrollar las especificaciones técnicas de diseño, si así lo requiere la solución, y elaborar las prescripciones técnicas preceptivas.*



|                                   | Fase conceptual                                  |                                      | Fase Definición y decisión.           |   |   |  |
|-----------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
|                                   | 1) Etapa de definición de la necesidad operativa | 2) Etapa de Previabilidad operativa  | 3) Etapa de definición de requisitos  | 4) Etapa de determinación de la alternativa de obtención  | 5) Etapa de establecimiento de programas. | 6) Etapa de Preparación de la ejecución.         |
| Necesidades planeamiento militar  | Doc 1):<br><b>DNO</b><br>Valoraciones            | Doc2):<br><b>OEM</b><br>Estimaciones | Doc3): <b>REM</b><br>EstimaciónC<br>V | Doc4). <b>DDV</b><br>Estimación<br>Coste elementos<br>WBS | Doc5). <b>DDP</b><br>Nos olvidamos        | Doc6). <b>EDD</b><br>¿Cotizaciones<br>u Ofertas? |
| Necesidades otros objetivos Dpto. | Doc1) y 2) : <b>DNF</b>                          |                                      | Doc3): <b>DDR</b>                     |   |   |  |

Tabla XV: Fase de definición y decisión. Etapa de definición de requisitos. Elaboración propia en base a la Instrucción 67/2011.

En esta etapa *se definirá la solución operativa o funcional* más adecuada a la necesidad definida en la fase anterior *tomando como referencia la opción u opciones* propuestas en el documento que finalizó la Fase Conceptual. Para la identificación y concreción de los requisitos *se podrá mantener contactos*

con la industria durante el proceso al objeto de conocer las posibilidades que ofrece la tecnología y facilitar la formulación de los requisitos.<sup>169</sup>

Se recogerá en detalle los requisitos operativos, físicos, logísticos y técnicos de la solución operativa a la necesidad, además de la información complementaria necesaria y una estimación del coste total de la solución, considerando su ciclo de vida que se plasmará en el documento REM.

*Comentario 1):* Nada dice la Instrucción en relación a como fijar esos requisitos, guías, manuales, plantillas etc.<sup>170</sup> En los anexos de la publicación OTAN PAPS 2ª edición figura una amplia guía y plantillas para ayudar a fijarlos.

*Comentario 2):* Una vez establecido el alcance (Objetivos, requisitos y limitaciones) del estudio del CCV, podemos comenzar el proceso de estimar el coste total.<sup>171</sup> El proceso de estimación de costes es un largo e iterativo proceso. Para sistemas mayores, como es el caso, y antes de que comience la estimación, atendiendo a la planificación del cálculo del CCV, es necesario confeccionar un documento de estimación de costes de requisitos (Un documento como el que describe la Directiva 5000-4 –M, DoD cost Analysis Guidance and Procedures: US CARD, el UK MDAL , Master Data and Assumption List o el DAD en OCCAR). Sin embargo, hasta la fase de ejecución, etapa de producción (8), no se define el Concepto de Apoyo logístico (CAL), además la instrucción continua sin concretar una metodología ni referencia a estándares, normas o publicaciones para realizar la estimación de costes en cada etapa.

Al igual que en las dos etapas anteriores no se define un procedimiento para realizar la estimación y deja en manos de los Estados Mayores la responsabilidad de realizarla (personal sin especialización en costes).

---

<sup>169</sup> NATO, RTO. 2.001. *Cost Structure*.....Op.cit. pp. 3-3 a 3-8.

<sup>170</sup>The Cost Analysis Requirements Description (CARD) documenta las reglas y asunciones, la descripción de los sistemas y costes de operación, métodos de estimación de costes, fuentes de datos y otros tópicos necesarios para el desarrollo del coste del ciclo de vida.CARD: Cost Analysis Requirement Description. <http://acqnotes.com/acqnote/tasks/cost-analysis-requirements-descriptioncost-estimate>. CARD es una descripción de las características técnicas y del programa de un programa de adquisición o sistema y es usado para preparar la estimación de la oficina del programa. Defense Acquisition Guidebook (DAG) CARD Capítulo 3.4:

<sup>171</sup> NATO, RTO. 2.009. *Code of* .... .Op. cit. Capítulo 1, p. 2



|                                   | Fase conceptual                                  |                                      | Fase Definición y decisión.           |   |   |   |
|-----------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------------|---|---|---|
|                                   | 1) Etapa de definición de la necesidad operativa | 2) Etapa de Previabilidad operativa  | 3) Etapa de definición de requisitos  | 4) Etapa de determinación de la alternativa de obtención  | 5) Etapa de establecimiento de programas. | 6) Etapa de Preparación de la ejecución.              |
| Necesidades planeamiento militar  | Doc 1):<br><b>DNO</b><br>Valoraciones            | Doc2):<br><b>OEM</b><br>Estimaciones | Doc3): <b>REM</b><br>EstimaciónC<br>V | Doc4). <b>DDV</b><br>Estimación<br>Coste elementos<br>WBS | Doc5). <b>DDP</b><br>Nos olvidamos        | Doc6). <b>EDD</b><br>¿<br>Cotizaciones<br>u Ofertas ? |
| Necesidades otros objetivos Dpto. | Doc1) y 2) : <b>DNF</b>                          |                                      | Doc3): <b>DDR</b>                     |   |   |   |

Tabla XVI: Fase de definición y decisión. Etapa de determinación de la alternativa de obtención. Elaboración propia en base a la Instrucción 67/2011.

*Para determinar la alternativa de obtención*, las Direcciones Generales de la Secretaría de Estado seguirán un *procedimiento normalizado* que guíe y sistematice el análisis de la solución operativa o funcional definida en el REM o DDR. Este procedimiento *se articulará sobre la base de las siguientes estructuras* atendiendo a su finalidad:

- 1.º Estructura de Desglose del Producto (*ESDP*), que descompone la solución operativa o funcional propuesta en los elementos o subsistemas que lo componen.
- 2.º Estructura de Desglose de Trabajos (*ESDT*), que identifica las actividades necesarias para proceder a la obtención y sostenimiento de los elementos identificados en la estructura anterior.
- 3.º Estructura de Desglose de los Costes (*ESDC*), que desglosa el coste de la solución en elementos de coste atendiendo a su naturaleza y tipología sobre la base de las dos estructuras anteriores.

*Previamente a comentar esta etapa que ha sido considerada como crucial en el proceso es necesario exponer las EDP, EDT,EDC genéricas definidas en las FAS denominadas ESDP, ESDT y ESDC.(Anexo III)*

El GEC para cumplir los requerimientos de la Instrucción 67/2011 realizó un estudio cuyo objetivo fue la *definición de estructuras que permitieran normalizar los costes de los sistemas de defensa* de forma que:

- (1) Se registren las ofertas y las declaraciones de costes incurridos de forma homogénea y ordenada.
- (2) Sea asequible la comparación de unos con otros.

(3) Permita la creación de una base de datos de costes de sistemas afianzándose como una sólida base para la realización de nuevas estimaciones del coste de los futuros sistemas de defensa.

Esta normalización de los costes era compatible y completaba la clasificación por tipo y naturaleza del coste definida en la Instrucción 128/2007. Se trataba de establecer unas estructuras de clasificación que fueran estables y de carácter obligatorio para todas las ofertas, cotizaciones y declaraciones de costes incurridos. Mediante estas estructuras se *pretendía normalizar los formatos y estándares de las ofertas para facilitar la negociación de los precios*, identificando los costes de cada parte del sistema, los costes de fabricación y de mantenimiento, es decir clasificación de costes según su naturaleza de coste y tipo de servicio o producto. Está encaminada a recoger los costes de adquisición (diseño y construcción) de los grandes sistemas de Defensa. No obstante, la estructura puede soportar los costes del ciclo de vida.<sup>172</sup>

*Continúa la instrucción en esta etapa: las Direcciones Generales de la Secretaría de Estado de Defensa deberán elaborar la ESDP, la ESDT y la ESDC adaptando las estructuras genéricas normalizadas que se aprueben a tal efecto y su nivel de detalle a la solución operativa o funcional propuesta. En concreto, corresponderá, en razón del tipo de recurso de que se trate, a las Subdirecciones Generales de Planificación y Programas, de Planificación y Control y de Tecnologías de la Información y Comunicaciones la adaptación de la ESDP y ESDT, y a la Subdirección General de Contratación la adaptación de la ESDC.*

*Comentario 1:* En la fase de definición y decisión se establecen los programas y se desarrollan las especificaciones técnicas de diseño. Cada programa puede estar planificado mediante un proyecto o varios. La planificación de un proyecto comprende una sucesión ordenada y sistemática de procesos para establecer y definir, con la mayor precisión posible, la Estructura de Desglose del Trabajo o EDT y las actividades necesarias para realizarla. En la instrucción 67/2011 en esta etapa DDV se ordena a las direcciones generales de la Secretaría de Estado elaborar la ESDP, la ESDT y la ESDC sin que previamente exista un programa/proyecto, sin haber aprobado una norma que guíe el proceso, guías de referencia<sup>173</sup> y únicamente basándose en

<sup>172</sup> Tal y como recomienda NATO. RTO- TR-058 SAS-028, p. 9-1 y NATO CALS HANDBOOK. p. 103, Junio 2009

<sup>173</sup> La OTAN en PAPS facilita la implementación de las fases y etapas mediante :

- Uso de normas, métodos, procedimientos y estándares relativos a las fases del ciclo de vida de los sistemas.
- Inclusión de los estándares del ciclo de vida en los requerimientos de obtención.
- Estrecha coordinación e intercambio de información con la Agencia de Estándares de la OTAN

las estructuras genéricas normalizadas que se aprueben a tal efecto. Como ejemplo, el M° de Defensa de EEUU (año 1962), la NASA y la Industria Aeroespacial basándose en PERT (Técnica de revisión y evaluación de proyectos) publicaron una guía para ser aplicada en todos los departamentos del Ministerio de Defensa de EEUU (DoD). En 1968 el Ministerio de Defensa (DoD) elabora, como ya citamos, el MIL-STD-881 como un Standard militar requerido en el uso de WBS. En 2.001 se realiza la última actualización de este estándar resultando el MIL-STD-881-C, estos estándares incluyen instrucciones para preparar un WBS y plantillas para los tres primeros niveles de los sistemas más comunes. EEUU para consolidar su proceso ha recorrido 46 años y aún continúa. Además de cumplir los estándares necesarios para la elaboración del WBS, guías, manuales, etc. deben cumplir con otros estándares que están relacionados con el WBS, por ejemplo el estándar que utiliza EEUU para el valor ganado<sup>174</sup> contiene 32 guidelines y una de ellas es Integrar el WBS y OBS creando cuentas de control.

Al inicio de esta etapa de determinación de la alternativa de obtención y con el objetivo de confeccionar el documento DDV, con el que finaliza esta etapa, se crea para esta etapa un grupo de trabajo con aportación de personal de las Subdirecciones de la DGAM, DIGENIN y DIGENECO. Se considera un tímido intento de constituir un equipo que gestione el programa o programas. Como ejemplo la PECAL 2.000 afirma: Se considera importante que se organicen Equipos de Gestión del Proyecto (EGP) tan pronto como sea posible y *continúen operando durante todo el ciclo de vida*. Un proyecto puede existir para todas o algunas de las fases del ciclo de vida del producto. Estos equipos son multidisciplinares y sus miembros deberían tener habilidades complementarias y estar comprometidos con objetivos comunes. Los EGP deberían tener la autoridad delegada para equilibrar las prestaciones, el plazo, el coste y el riesgo, según proceda, manteniéndose centrados en la calidad. Las responsabilidades y cometidos de los participantes dentro de los EGP se deberían definir inequívocamente al inicio del proyecto y actualizarse según progresa el mismo, manteniendo la idea de que la gestión del proyecto es un esfuerzo en equipo.

d) Sobre cada elemento identificado, o sobre agrupaciones de éstos, se realizarán las siguientes actuaciones:

1.º.....

---

- Aplicación de la política del ciclo de vida de la NATO, métodos, procedimientos y estándares en la obtención y apoyo de los sistemas en la publicación AAP48.

<sup>174</sup> EEUU. Department of defense. 2.011. *Work.....* Op.cit. p. 3: “El WBS debe ser elaborado cumpliendo con ANSI/EIA 748 EVMS Guidelines ( Guía del valor Ganado )”

7.º Analizar los aspectos logísticos que puedan condicionar las alternativas de obtención y sus riesgos asociados. Se observarán con especial atención los criterios básicos descritos en la Instrucción 5/2008, de 15 de enero, de la Secretaría de Estado de Defensa, por la que se regula el sostenimiento del armamento y material.

Comentario 2: Los criterios básicos citados están definidos en la disposición cuarta de la Instrucción indicada y en la disposición quinta que recoge: “El apoyo logístico de los sistemas de armas en fase de obtención se definirá de acuerdo a los criterios básicos dictados en la Instrucción 5/2008 citada, para lo que la Dirección General de Armamento y Material determinará y aprobará el concepto de apoyo logístico de los nuevos sistemas de armas, a cuyos efectos establecerá las directrices necesarias.” Este concepto de apoyo logístico es determinado en la Fase de Ejecución, en la etapa de producción que ordenadamente es la etapa octava. Para confeccionar un documento tipo EEUU: CARD , UK: MDAL o OCCAR: DADD es necesario basarse en el concepto de apoyo logístico, con lo que en la etapa cuarta (DDV) hemos de imaginarnos que sucederá en la octava. Como recomendación y si no es posible determinar el concepto de apoyo logístico en su totalidad se deberían hacer asunciones donde no se hayan podido definir los conceptos en el incluidos que sirva como base para definir el alcance de la estimación de costes del ciclo de vida, aunque la instrucción si indica que en esta etapa se realizará una definición inicial del apoyo logístico previsto, pero de la experiencia obtenida se comprueba que, si se llega a abordar, se realiza con poca profundidad. OCCAR en sus manuales de procedimientos afirma que es necesario integrar la logística en fases anteriores a la que se está haciendo, adquisición y servicio, y cuanto antes se haga más probabilidad hay que el coste final del apoyo logístico sea menor. Esta labor se hace mediante lo que ellos llaman la gestión de la integración del apoyo logístico.<sup>175</sup>

8.º *Valorar, considerando el ciclo de vida de la solución, el coste total asociado a cada alternativa, identificando las economías de escala, dinámicas, de ámbito u otras potenciales fuentes de reducción de costes.*

Comentario 3: En opinión de GAO, ello requerirá haber realizado una estimación independiente del CCV. Para ello asegura esta guía que por regla general requiere un equipo muy amplio y para realizarla es necesario un periodo de tiempo dilatado (entre 6 y 12 meses). Observamos que DIGENECO en el ámbito del departamento de Defensa es la autoridad responsable de este punto. Para realizar una estimación independiente, de la que pueda realizar la Industria, cuenta

---

<sup>175</sup> OCCAR.EA. 2.013. ISS... Op. Cit. p. 17-18

con una sección especializada en costes y precios (GEC) que con personal funcionario cubre la parte económica de la estimación; para cubrir la parte técnica, relacionada con la económica, DIGENECO cuenta con una encomienda de gestión con la empresa ISDEFE. A falta de los resultados de la investigación opinamos que esta etapa se aborda cada vez con más profundidad, pero aún es necesario desarrollar el tímido procedimiento que recoge la instrucción y que ampare el proceso de estimación, además es necesario establecer una colaboración estrecha e intensa con la Industria y definir los plazos para la elaboración de la estimación de costes ( Los ejércitos, en el proceso de obtención de recursos, presionan para que los informes económicos se realicen lo antes posible, estableciendo en demasiadas ocasiones el procedimiento de urgencia que permite evitar este paso, sin que, por ahora lleguen a valorar la importancia que el coste supone en este proceso). Esta guía GAO encuadraría las actuaciones que establece la Instrucción 67/2011 en esta etapa como otro tipos de estimación de costes, para comparación entre alternativas, tipo ROM que se pueden realizar con pocos recursos pero en meses de duración.<sup>176</sup>

*9.º Realizar una estimación del margen de desviación posible en relación al coste total.*

*Comentario 4:* Para realizar un margen de desviación fiable es necesario haber realizado una estimación con arreglo al punto octavo, además el coste total del ciclo de vida no se está estimando siempre pues, como hemos citado, las FAS/MINISDEF carecen del histórico de costes (contabilidad de costes recién implantada), de una metodología desarrollada y de un verdadero interés que permita calcular los costes de operación, sostenimiento, costes internos y los costes externos de retirada. Sin embargo las estimaciones resultan útiles para valorar la viabilidad del programa y para planificar y programar la obtención.

Vemos que al final de esta etapa DDV es cuando se constituyen los programas que tendrán asociados proyectos, pero nuestra organización antes de constituirlos ya ha creado la EDT y estimado costes.

*Comentario 5:* Para la estimación del CCV disponemos de una contabilidad de costes que no permite obtener costes de operación o baja, pues no se dispone de históricos, ni de una herramienta informática común que permita explotar las diversas y heterogéneas bases de datos logísticas. Además a la hora de estimar los costes de sostenimiento existe un número elevado de incertidumbres que la estimación de costes no puede cubrir sin realizar hipótesis. Algunas de

---

<sup>176</sup> EEUU. United States Government Accountability Office. 2.009. *GAO Cost Estimating and Assesment Guide*. Washington. p.32 : Dos tipos de estimaciones en estos casos 1) estimación independiente del coste del ciclo de vida. 2) Estimación del coste del ciclo de vida por parte del futuro adquirente.

estas incertidumbres podrían ser despejadas si, como hemos dicho en el punto anterior, el documento Concepto de Apoyo Logístico (CAL) comenzara a elaborarse en la etapa DDV y no se esperara para su redacción a la Fase de ejecución / Etapa de producción. OCCAR ya durante la fase de preparación ( Nuestra fase de definición y decisión ) inicia el apoyo logístico integrado ILS y el Director de ILS tiene la obligación de producir, entre otras, un borrador de la estrategia del análisis del apoyo logístico, desarrollar el WBS, desarrollar el ILS y el Statement of Work (SOW). OCCAR afirma que el uso de un sistema de defensa tiene que ser el centro de la atención de la gestión en cualquier momento de su ciclo de vida. Además las verdaderas oportunidades para reducir el CCV generalmente ocurren durante las fases más tempranas del programa<sup>177</sup>



|                                   | Fase conceptual                                  |                                      | Fase Definición y decisión.            |   |  |   |
|-----------------------------------|--|--------------------------------------|--|---|--|---|
|                                   | 1) Etapa de definición de la necesidad operativa | 2) Etapa de Previabilidad operativa  | 3) Etapa de definición de requisitos   | 4) Etapa de determinación de la alternativa de obtención  | 5) Etapa de establecimiento de programas.                  | 6) Etapa de Preparación de la ejecución.              |
| Necesidades planeamiento militar  | Doc 1):<br><b>DNO</b><br>Valoraciones            | Doc2):<br><b>OEM</b><br>Estimaciones | Doc3): <b>REM</b><br>Estimación<br>CCV | Doc4). <b>DDV</b><br>Estimación<br>Coste elementos<br>WBS | Doc5). <b>DDP</b><br>Nos olvidamos<br>de la<br>estimación. | Doc6). <b>EDD</b><br>¿<br>Cotizaciones<br>u Ofertas ? |
| Necesidades otros objetivos Dpto. | Doc1) y 2) : <b>DNF</b>                          |                                      | Doc3): <b>DDR</b>                      |   |  |   |

Tabla XVII: Fase de definición y decisión. Etapa de establecimiento de programas. Elaboración propia en base a la Instrucción 67/2011.

En esta etapa se asignan componentes a nuevos programas o a otros ya existentes, se nombrará un jefe de programa, se constituirá la oficina de programa y se elaborará la Directiva de programa (Documento DDP)

Los programas de obtención de armamento y material son aquellos cuyo objeto es dotarse de los sistemas o equipos que conforman la solución adoptada para satisfacer los requisitos funcionales u operativos establecidos en el DDR o REM según corresponda, mediante su desarrollo, producción o adquisición directa en el mercado. Con carácter general, los programas de obtención de armamento y material se extienden desde la etapa de establecimiento del programa hasta la etapa de preparación de la entrada en servicio.

<sup>177</sup> OCCAR.EA 2.013. ISS... Op. Cit. p. 13

Comentario 1: Pero el legislador, en esta etapa, se olvida de la estimación económica del CCV que tan presente ha estado en las fases/etapas anteriores y no vuelve a aparecer hasta la formulación de la oferta en forma de cotización o presupuesto, únicamente en etapas posteriores aparecen frases genéricas como: “ Si se produjese una desviación del coste total aprobado en DDV.... “. Esto es un contrasentido pues en todo el proceso se trata de que haya una continuidad y seguimiento en el coste de la solución y en cuanto aparece la oficina de programa desaparece el interés por el coste, cuestión que consideramos un error pues las oficinas de programa no disponen de personal técnico especialista en costes. El órgano técnico (GEC) que ha valorado o estimado, considerando el ciclo de vida de la solución, el *coste total* asociado a cada alternativa, identificando las *economías de escala*, dinámicas, de ámbito u otras *potenciales fuentes de reducción de costes*, es apartado del proceso desapareciendo, pudiendo aparecer en la fase de ejecución, etapa de preparación de la ejecución si es que el órgano de contratación solicitara una auditoría de la oferta presentada por el contratista ( caso más complicado : contratista único), momento en el que debería recuperar todos los pasos dados en las 3 etapas anteriores en las que no ha estado presente, cuestión compleja y duradera.

*Comentario 2:* Al no haber una oficina de gestión de programas genérica y permanente no tenemos una visión como organización, pudiendo entrar en conflicto programas que sus alcances se mezclen,..... En este sentido se pronuncian en las comisiones de seguimiento de programas de SEDEF, DGAM (Portal de Seguimiento de Programas de Armamento y Material) que en su 8º Informe semestral de seguimiento de los programas de armamento y material cita: “Se hace necesario fomentar la coordinación en la gestión de los programas a todos los niveles, manteniendo una postura común, tanto ante la industria como en los diferentes foros a los que se acude en el caso de programas internacionales.” Hemos visto que un producto puede tener varios proyectos asociados y está probado que se alcanza mayor eficiencia si todos los proyectos relacionados se dirigen colectivamente (Programa). La supervisión de todos los proyectos/programas por parte de una autoridad de mayor jerarquía podría incrementar significativamente la probabilidad de éxito y el control de este. La instrucción 67/2011 prevé la dirección, seguimiento y control de los programas asignándole este cometido a los órganos directivos de la secretaría de Estado de Defensa y en los casos que lo requiera el SEDEF y para su dirección se formará un Comité Director, de igual forma para su seguimiento y dependiendo del caso se constituirá una comisión de seguimiento. En nuestra opinión no debería ser necesario crear una oficina de programa cada vez que se constituya un programa o este lo requiera. Sería

más eficiente si existiera una oficina de programas genérica que aunara con carácter temporal a los jefes de cada programa y con carácter permanente a los directores técnicos. Ello permitiría desarrollar y mantener una metodología, con sus procedimientos y procesos (entre los que estaría el de costes), normas, oportunidad/riesgo global e interdependencias entre proyectos a nivel empresarial/organizacional, que optimizará el uso de los recursos de la organización que serían compartidos entre todos los proyectos/programas, podría gestionar cambios importantes relativos al alcance del programa que podrían considerarse oportunidades potenciales de alcanzar mejor los objetivos de negocio y en la que se apoyaran los distintos jefes de programa.<sup>178</sup> Además los miembros permanentes de esta oficina de programas adquirirían un Know How valiosísimo para la organización, siempre que se fomente la permanencia en ella (Continuas rotaciones de personal).

Comentario 3: En general en la ejecución de las distintas fases y etapas, definidas la Instrucción 67/2011, no se constituye un equipo de gestión, como tal, sino que van interviniendo distintas oficinas técnicas para ir validando las partes de su responsabilidad, teniendo relación o no entre ellas. Es en la etapa en que se redacta la directiva de programa (DDP) en la que se constituye un equipo perteneciente a la oficina de programa que podría asemejarse al equipo del proyecto, sin embargo los cometidos de ambos equipos son diferentes (Uno con funciones de dirección seguimiento y control del programa desde el punto de vista del cliente y otro desde el punto de vista del proveedor mediante la Gestión de proyectos). Sería más eficiente constituir, con carácter permanente, una oficina de programas con personal técnico adecuado que interviniera desde el inicio del proceso de obtención de recursos, asumiría los roles de fiscalización (hitos) y apoyo técnico/económico en todo el proceso (requisitos, especificaciones, estructuras, etc.), además del rol de oficina de programa o de apoyo y dirección a esta, caso de tener suficiente envergadura. Los roles de Jefe de programa y en su caso de gerente de proyecto podrían ser asumidos por personal de esta oficina que podría alternar varios programas.

---

<sup>178</sup> Tal y como recomienda la PECAL 2.000: Se considera importante que se organicen Equipos de Gestión del Proyecto (EGP) tan pronto como sea posible y continúen operando durante todo el ciclo de vida. Esto se debe hacer para asegurarse de la eficaz y eficiente implantación de la calidad enfocada a sistemas integrados y para ayudar al entendimiento común del propósito y de los objetivos de realización del proyecto, y del planteamiento para cumplirlos. Un proyecto puede existir para todas o algunas de las fases del ciclo de vida del producto. Estos equipos son multidisciplinares y sus miembros deberían tener habilidades complementarias y estar comprometidos con objetivos comunes. Los EGP deberían tener la autoridad delegada para equilibrar las prestaciones, el plazo, el coste y el riesgo, según proceda, manteniéndose centrados en la calidad. Las responsabilidades y cometidos de los participantes dentro de los EGP se deberían definir inequívocamente al inicio del proyecto y actualizarse según progresa el mismo, manteniendo la idea de que la gestión del proyecto es un esfuerzo en equipo

Fase de definición y decisión. *Etapa de preparación de la ejecución.*



|                                   | Fase conceptual                                  |                                      | Fase Definición y decisión.           |   |  |   |
|-----------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------------|---|--|---|
|                                   | 1) Etapa de definición de la necesidad operativa | 2) Etapa de Previabilidad operativa  | 3) Etapa de definición de requisitos  | 4) Etapa de determinación de la alternativa de obtención  | 5) Etapa de establecimiento de programas.                  | 6) Etapa de Preparación de la ejecución.              |
| Necesidades planeamiento militar  | Doc 1):<br><b>DNO</b><br>Valoraciones            | Doc2):<br><b>OEM</b><br>Estimaciones | Doc3): <b>REM</b><br>EstimaciónC<br>V | Doc4): <b>DDV</b><br>Estimación<br>Coste elementos<br>WBS | Doc5): <b>DDP</b><br>Nos olvidamos<br>de la<br>estimación. | Doc6): <b>EDD</b><br>¿<br>Cotizaciones<br>u Ofertas ? |
| Necesidades otros objetivos Dpto. | Doc1) y 2) : <b>DNF</b>                          |                                      | Doc3): <b>DDR</b>                     |   |  |   |

Tabla XVIII: Fase de definición y decisión. Etapa de preparación de la ejecución. Elaboración propia en base a la Instrucción 67/2011.

En esta etapa la oficina de programa elaborará las especificaciones de diseño (documento EDD), así como la estrategia de contratación, la elaboración de los pliegos de prescripciones técnicas y el resto de la documentación necesaria para realizar la contratación.

Las estimaciones que se realicen en esta etapa, siempre que las soliciten, incluirán las ya aportadas en etapas anteriores, analogía, cotizaciones, etc. En realidad al estar más definido el sistema lo habitual será realizar una actualización de las estimaciones pasadas, entre todas las actualizaciones acotaremos el valor estimado resultante.

**La instrucción 72/2012 de SEDEF.**

Los procesos de obtención de recursos asociados al sostenimiento fueron excluidos del ámbito de aplicación de la Instrucción 67/2011, también lo fueron las dos últimas fases del proceso de obtención “ejecución y en servicio” e igualmente se excluyó la gestión de los programas, ya que es diferente para cada tipo de recurso.

Estas tres cuestiones son abordadas por el SEDEF en la instrucción 72/2012 de 02 de octubre, excluyendo de su ámbito los programas de investigación y desarrollo (I+D) amparados en la Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa y los programas de armamento gestionados en el ámbito internacional.

**Fase de ejecución:**

En esta fase se gestionarán y desarrollarán los programas de armamento y material, infraestructura y CIS necesarios para el diseño, producción, construcción, desarrollo o adquisición de los recursos, se ejecutarán los contratos y se efectuará la recepción de ellos.



|                                   | Fase conceptual                                  |                                     | Fase Definición y decisión.            |   |   | Fase de Ejecución                                     |                     |   |
|-----------------------------------|--|-------------------------------------|--|---|---|---|---------------------|---|
|                                   | 1) Etapa de definición de la necesidad operativa | 2) Etapa de Previabilidad operativa | 3) Etapa de definición de requisitos   | 4) Etapa de determinación de la alternativa de obtención  | 5) Etapa de establecimiento de programas. | 6) Etapa de preparación de la ejecución.              | 7) Etapa de diseño. | 8) Etapa de producción, construcción, desarrollo. |
| Necesidades planeamiento militar  | Doc 1): <b>DNO</b><br>Valoraciones               | Doc2): <b>OEM</b><br>Estimaciones   | Doc3): <b>REM</b><br>Estimación<br>CCV | Doc4): <b>DDV</b><br>Estimación<br>Coste elementos<br>WBS | Doc5): <b>DDP</b><br>Nos olvidamos        | Doc6): <b>EDD</b><br>¿<br>Cotizaciones<br>u Ofertas ? | Doc7): <b>EDP</b>   | Doc 8). CAL<br>Se ejecutan<br>contratos.          |
| Necesidades otros objetivos Dpto. | Doc1) y 2) : <b>DNF</b>                          |                                     | Doc3): <b>DDR</b>                      |   |   |   |                     |   |

Tabla XIX: Fase de ejecución. Etapa de diseño. Elaboración propia en base a la Instrucción 67/2011 y la 72/2012.

Durante esta etapa, si la alternativa de obtención no se orienta a una solución ya desarrollada, se llevará a cabo la ingeniería de diseño y se construirán y validarán, en su caso, proyectos piloto o prototipos necesarios, previa celebración de los contratos necesarios. Si el coste total de la solución, considerando su ciclo de vida, excede de la valoración realizada en la etapa DDV, la continuidad del proceso de adquisición requiere la validación del SEDEF.

Comentario: Los términos empleados son generalistas y ambiguos ¿Cómo es posible haber realizado una estimación de costes fiable si no habíamos diseñado la solución y además no se ha actualizado la estimación desde la etapa DDV? En esta etapa se determina que si el coste total de la solución excede el realizado en tres etapas anteriores , requerirá la validación del SEDEF. ¿ Como va a validar SEDEF el coste de la solución ?. ¿ Quien y como determina ese coste ?.

Para que SEDEF tenga un criterio el órgano técnico correspondiente debería validar la estimación realizada y actualizarla, al no contemplarlo la instrucción, salvo excepciones, no se hará.



|                                   | Fase conceptual                                  |                                     | Fase Definición y decisión.            |   |  | Fase de Ejecución                                     |                     |   |
|-----------------------------------|--|-------------------------------------|--|---|--|---|---------------------|---|
|                                   | 1) Etapa de definición de la necesidad operativa | 2) Etapa de Previabilidad operativa | 3) Etapa de definición de requisitos   | 4) Etapa de determinación de la alternativa de obtención  | 5) Etapa de establecimiento de programas.              | 6) Etapa de preparación de la ejecución.              | 7) Etapa de diseño. | 8) Etapa de producción, construcción, desarrollo. |
| Necesidades planeamiento militar  | Doc 1): <b>DNO</b><br>Valoraciones               | Doc2): <b>OEM</b><br>Estimaciones   | Doc3): <b>REM</b><br>Estimación<br>CCV | Doc4): <b>DDV</b><br>Estimación<br>Coste elementos<br>WBS | Doc5): <b>DDP</b><br>Nos olvidamos<br>de la estimación | Doc6): <b>EDD</b><br>¿<br>Cotizaciones<br>u Ofertas ? | Doc7): <b>EDP</b>   | Doc 8). CAL<br>y RES<br>Se ejecutan<br>contratos. |
| Necesidades otros objetivos Dpto. | Doc1) y 2) : <b>DNF</b>                          |                                     | Doc3): <b>DDR</b>                      |   |  |   |                     |   |

Tabla XX: Fase de ejecución. Etapa de producción, construcción y desarrollo. Elaboración propia en base a la Instrucción 67/2011 y 72/2012.

En esta etapa se realizarán las pruebas de evaluación operativa o funcional y serán acordes a los requisitos del DDR o REM y podrán incluir una matriz de trazabilidad entre prueba y requisito.

Durante esta etapa de producción el jefe del programa en coordinación con el EMAD, los ejércitos, la Armada y la UME elaborará el concepto de apoyo logístico (CAL). Para ello la Instrucción contiene en su anexo I una guía completa para la elaboración del concepto, en la que se definen una gran cantidad de datos que hubiéramos necesitado para afinar las estimaciones de la fase de definición en el ciclo de vida de un sistema.

La estructura del CAL se ajustará al siguiente esquema básico:

- a. Introducción y descripción del sistema.
- b. Documentación de referencia. Normativa aplicable.
- c. Características de operación del sistema.
- d. Características de fiabilidad y mantenibilidad del sistema.
- e. Capacidades de sostenimiento.
- f. Concepto de sostenimiento.
  - o Concepto de mantenimiento.
  - o Suministro y gestión de repuestos y material.
  - o Ingeniería del ciclo de vida.
- g. Sistemas de información y gestión logística.
- h. Otros aspectos logísticos:
  - o Infraestructura.
  - o Recursos humanos.
  - o Formación.
- i. Estimación de costes y financiación.

Comentario 1: En relación a los puntos a-h del CAL remarcar que se incluye numerosa información que no ha sido considerada en las estimaciones de costes anteriores. Al incorporar la información resultante al alcance de la estimación resultará una variación en el cálculo de la estimación.

En relación al punto i relativo a los costes de estimación y su financiación afirma la instrucción :

Se deberá incluir la estimación de los costes de sostenimiento a lo largo del ciclo de vida y su financiación por anualidades. Esta estimación se hará bien por métodos ad hoc para el sistema en cuestión o por comparación con otros sistemas equiparables o similares. Esta estimación se mantendrá actualizada a lo largo del ciclo de vida del sistema, tanto con los datos reales que se vayan obteniendo como por nuevas estimaciones que se vayan realizando hasta el final de su vida útil, incluyendo el proceso de baja en servicio.

Comentario 2. Términos muy ambiguos nuevamente: Se deberá incluir la estimación de los costes de sostenimiento a lo largo del ciclo de vida. ¿ Quien y como debe realizar esa estimación ? o realmente querría decir : Se actualizarán los costes ya estimados de sostenimiento como parte del CCV que forman, nuevamente aparecería la misma cuestión ¿ Quien y como lo hará ?. Se hará por métodos ad hoc, ¿ Cuales ? ¿ Quien ? ¿ Como ? Esta estimación se mantendrá actualizada a lo largo del ciclo de vida del sistema. ¿ Quien ? ¿ Como ?

Es de suponer que inicialmente se encomienda esta acción a la oficina del programa que carece de medios técnicos para realizarla. Además si la citada estimación fuera realizada, su contenido no sería de fácil acceso, pues nada dice la instrucción del tratamiento y almacenamiento de esta información.

En esta etapa se ejecutan los contratos que permiten la producción, construcción o desarrollo, a partir de las ESDP o del proyecto de obras (infraestructura).

Comentario 3: Cada uno de los tres ejércitos en España tiene su propia organización de sostenimiento, que al haber evolucionado de forma independiente ha supuesto, en algunos casos, redundancia, gran fraccionamiento en la contratación y diversidad de procedimientos. La existencia de tres estructuras de sostenimiento compartimentadas y con diversidad de procedimientos plantea un potencial de mejora que se hace más evidente en el caso de sistemas o equipos comunes a varios ejércitos. La información asociada al sostenimiento de los sistemas se encuentra agrupada en bases de datos heterogéneas que recogen parcialmente los costes de sostenimiento y que son explotadas por aplicaciones diversas que no se comunican. Por los motivos expuestos el esfuerzo y tiempo que requiere estimar los costes de sostenimiento de estos sistemas es muy elevado, por lo que por regla general se calcula como un ROM.

## Fase de Servicio.

La fase de servicio abarca la evaluación operativa o funcional del sistema o equipo obtenido, su empleo y sostenimiento durante su vida útil, su posible modernización y su baja. A lo largo de esta fase se desarrollarán los programas de obtención de recursos permanentes de armamento y material, de obtención de recursos asociados al sostenimiento y de baja.

Esta fase comprende tres etapas:

- a) Etapa de preparación de la entrada en servicio.
- b) Etapa de vida operativa.
- c) Etapa de baja.

|                                   | Fase conceptual                                  |                                      | Fase Definición y decisión.           |  |  | Fase de Ejecución                                   |                      | Fase de servicio                                 |   |                              |                    |
|-----------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------------|--|--|---|----------------------|--|---|------------------------------|--------------------|
|                                   | 1) Etapa de definición de la necesidad operativa | 2) Etapa de Previabilidad operativa  | 3) Etapa de definición de requisitos  | 4) Etapa de determinación de la alternativa de obtención | 5) Etapa de establecimiento de programas | 6) Etapa de preparación de la ejecución.            | 7) Etapa de diseño.  | 8) Etapa de producción, construcción, desarrollo | 9) Etapa preparación entrada en servicio. | 10) Etapa de vida operativa. | 11) Etapa de baja. |
| Necesidades planeamiento militar  | Doc 1):<br><b>DNO</b><br>Valoraciones            | Doc2):<br><b>OEM</b><br>Estimaciones | Doc3):<br><b>REM</b><br>Estimación CV | Doc4). <b>DDV</b><br>Estimación Coste elementos WBS      | Doc5). <b>DDP</b><br>Nos olvidamos       | Doc6).<br><b>EDD</b><br>¿ Cotización es u Ofertas ? | Doc7).<br><b>EDP</b> | Doc 8).<br>CAL<br>Se ejecutan contratos          |   |                              |                    |
| Necesidades otros objetivos Dpto. | Doc1) y 2) : <b>DNF</b>                          |                                      | Doc3):<br><b>DDR</b>                  |  |  |   |                      |  |   |                              |                    |

Tabla XXI: Fase de servicio. Etapa de preparación de entrada en servicio. Elaboración propia en base a la Instrucción 72/2012.

**La etapa de preparación de la entrada en servicio** no tiene interés dentro de la investigación únicamente en lo que se refiere a los costes de garantía en caso de que las pruebas de evaluación operativa o funcional no sean superadas.

## Etapa de vida operativa.

Durante la etapa de Vida operativa la operación del sistema corresponderá al organismo usuario del material, mientras que su sostenimiento será responsabilidad de los organismos especificados en su CAL. Estos últimos revisarán el CAL a lo largo de la vida operativa del sistema cuando varíen los

requerimientos operativos, las necesidades o las capacidades de sostenimiento. Las revisiones de este documento deberán ser aprobadas por el DIGAM.

Comentario: Como hemos citado nada dice la instrucción del tratamiento de la información generada en la operación y sostenimiento.

Si durante la vida operativa del sistema o equipo es necesario abordar su modernización, se iniciará un nuevo proceso de obtención, desde su fase Conceptual, que dará lugar a un programa de modernización.

### **Etapas de baja**

Incluye las actividades para la desafectación del sistema o equipo y la puesta a disposición del organismo que lo enajenará.

Comentario: La fase de servicio y sus etapas, afectan al caso de la investigación pues para obtener la viabilidad de un programa es necesario incluir la estimación de los costes del ciclo de vida entre ellos los de operación, sostenimiento y baja que son cubiertos en estas fases. Para poder estimar los costes de operación sería necesario que la información de operación estuviera soportada por la contabilidad de costes del organismo, pero en este momento no es posible obtenerla. En cuanto a la información de sostenimiento, como ya hemos citado, existen bases de datos heterogéneas con las que no es posible obtener información histórica fiable. En relación a los costes de baja no figuran ni siquiera en una base de datos, siendo cubiertos en parte con medios propios de la organización y en parte por expedientes de gasto contratados al efecto y para una acción concreta.

Al no haber información histórica tratada, esta no podrá ser utilizada para convertirla en parámetros y/o referencias que serían usados en las estimaciones que nos ocupan.

#### **4.1.1 Procesos en el ciclo de vida de un programa en España.**

Como hemos visto en el capítulo III-B-2.1.1 la norma NATO AAP20-PAPS divide el ciclo de vida en fases, en cada una de las fases se realizan procesos que de acuerdo a la AAP48 y la ISO 15288, se clasifican en cuatro grupos:

- Procesos de acuerdos: Establecer las relaciones y requisitos entre el proveedor y el adquirente.
  
- Procesos organizacionales: Provee recursos e infraestructura para crear, apoyar un proyecto.
  
- Procesos del proyecto: Son usados para gestionar las actividades de los procesos técnicos y asegurar un acuerdo satisfactorio. Establecen y actualizan planes, calculan progresos en relación a los planes y a los requisitos del sistema, controlan los esfuerzos, toma de decisiones, gestionan riesgos y configuración y difunden información.
  
- Procesos técnicos: Son usados para definir los requisitos de un sistema, para transformar los requisitos en un producto efectivo, para una reproducción consistente del producto en donde fuera necesario, para usar el producto, para facilitar los servicios demandados, para mantener los suministros de estos servicios y la baja del producto cuando es retirado de uso.

Nuestras normas, a pesar de que se basan en PAPS, no detallan los procesos del ciclo de vida de un sistema. Las instrucciones citadas contienen los procesos implícitamente y en modo generalista, por ello sería recomendable desarrollar una norma que a través del ciclo de vida defina los procesos, verifique que son consistentes, armonizados y asegure se comparten los recursos, información y tecnologías.

### **Proceso de estimación del coste del ciclo de vida en España.**

El proceso de estimación del coste del ciclo de vida formaría parte, caso de estar definido, del proceso de planeamiento del proyecto dentro de los procesos del proyecto y sus actividades pueden tener como objetivos distintos procesos. Cada uno de los procesos contiene un número de subprocesos. Las actividades relativas al CCV son parte de numerosos de estos procesos y subprocesos.

*Al no estar definidos los procesos hemos de profundizar en los documentos generados por las instrucciones que regulan el proceso de obtención de recursos. La instrucción 67/2011 establece que para determinar la alternativa de obtención, las Direcciones Generales de la Secretaría de Estado*

seguirán un *procedimiento normalizado* que guíe y sistematice el análisis de la solución operativa o funcional definida en el REM o DDR. Este procedimiento *se articulará sobre la base de las ESDP, ESDT y ESDC*.

*Las Direcciones Generales* de la Secretaría de Estado de Defensa deberán elaborar la ESDP, la ESDT y la ESDC *adaptando las estructuras genéricas* normalizadas que se aprueben a tal efecto y su nivel de detalle a la solución operativa o funcional propuesta. En concreto, corresponderá, en razón del tipo de recurso de que se trate, a las Subdirecciones Generales de Planificación y Programas, de Planificación y Control y de Tecnologías de la Información y Comunicaciones la adaptación de la ESDP y ESDT, y a la Subdirección General de Contratación la adaptación de la ESDC.

Comentario: Además de lo ya cuestionado en la etapa de la determinación de la alternativa de la obtención ( DDV ) se viene observando que las subdirecciones generales prestan poca atención al desarrollo de las estructuras, lo consideran un trámite, dejando el desarrollo de las tres estructuras en manos del GEC (por norma solo es responsable de la EDC).

### **Responsabilidad de la estimación del coste del ciclo de vida en España.**

La responsabilidad de la estimación del CCV es asignada a DIGENECO que la ejerce a través de la Subdirección de Contratación, Grupo de Evaluación de Costes (GEC) . Este grupo nació en el año 1988 con el nombre de Grupo de Trabajo de Evaluación de Costes (GTEC), como algo temporal y para un trabajo concreto, posteriormente y al observar los resultados obtenidos, se convierte con carácter permanente en el GEC.<sup>179</sup> Enclavado dentro de la Subdirección de Contratación, (DIGENECO) del Ministerio de Defensa de España actualmente tiene como misión prestar los servicios de análisis de costes y precios que se definen en el Anexo 1 de la Instrucción 128/2007 de SEDEF.

Entre los servicios que el GEC presta figura **“Estimación de precios y costes de los proyectos de inversión y de los programas”**, que en términos de la citada normativa es la estimación de los precios previsibles de las prestaciones que se pretenden contratar o adquirir y del CCV de los sistemas, a efectos de la valoración de los proyectos de inversión que van a ser incluidos en los Planes Directores, del coste de los programas o del presupuesto de los expedientes que van a ser incluidos en los Planes de Contratación.

---

<sup>179</sup> ESPAÑA. MINISDEF. 1.992. Instrucción SEDEF 8/1992 de 22 de enero .BOD 30/01/1992, núm 23/92 .

*La Finalidad es* soportar la elaboración del presupuesto del proyecto o expediente, con criterios de eficiencia y de suficiencia, así como las decisiones a adoptar en las distintas fases de la gestión de los programas.

Vemos que el GEC se ha consolidado como un elemento imprescindible de apoyo para la negociación y estimación de costes, no obstante debe avanzar en la línea de otras naciones con mayor experiencia. En otras naciones como EEUU, cabe citar, entre otros, a la División de análisis de costes en la NASA que ofrece una amplia variedad de servicios que en relación a la investigación se encuentran:

- Recomienda, coordina y promulga las normas de estimación de costes y las mejores prácticas en el manual de estimación de costes. (En España sería recomendable promulgar un manual de estimación de costes).
- Se asegura que las normas de estimación de costes y las mejores prácticas son seguidas en las estimaciones de costes en los keys points. (En la Instrucción 67/2011 del proceso de obtención de recursos el GEC únicamente debe intervenir en la estimación del CCV de la etapa DDV y sus recomendaciones no son obligatorias).
- Actualiza, promueve y distribuye una guía para el desarrollo profesional de la carrera en estimación de costes. ( Por ahora la formación en costes es adquirida por los oficiales de intendencia destinados en el GEC mediante la experiencia que obtienen al estar integrados en equipos de trabajo , lo que les exige un sobreesfuerzo en su trabajo muy importante).
- Mantiene la única Base de datos de costes de ingeniería y la actualiza si es necesario ( En España no existe una base de datos de estas características).

## **C) COMPARACIÓN PROCEDIMIENTOS.**

Para cubrir parte de los objetivos de esta investigación es necesario comparar nuestro procedimiento de estimación del CCV con los definidos en PMI y con los desarrollados por la OTAN, OCCAR , contemplando nuestras fortalezas y debilidades.

## 1. Comparación del procedimiento de estimación del coste de un proyecto versus procedimiento estimación de costes en la obtención de un recurso material (programa, programas) en España.

Aunque el enfoque del procedimiento de estimación de costes en el proceso de obtención de recursos, es visto desde el punto de vista del cliente, para cubrir parte de los objetivos marcados en esta investigación, es necesario comparar los momentos temporales en los que se cruzarían las entradas o salidas de este proceso con el definido en la metodología del PMI. ( punto de vista del proveedor)

Cuando en la obtención de un recurso la Industria realiza un proyecto lo hace atendiendo a las fases civiles del ciclo de vida de un proyecto, figura 14. En cada una de las fases realizará una estimación de costes que concluirá en un documento formal de oferta, el procedimiento se realiza siguiendo la gestión de proyectos.



Figura 14. Iteraciones en la definición de un proyecto. Fuente: AEIPRO.com. Concepto de proyecto. <<http://aeipro.com/index.php/es/mainmenu-aeipro/project-manag/885-concepto-de-proyecto>> [Consulta: 10/04/2015]

El procedimiento de estimación de costes en la gestión de proyectos está recogido en numerosos estándares, guías y manuales entre los que destaca el desarrollado por PMI<sup>180</sup>. Como hemos visto en el capítulo III-A-1.2 la metodología de gestión de proyectos del PMI identifica 5 grupos de procesos

<sup>180</sup> PMI. 2013. *Guía...* Op.cit. p. 200

donde hay conjunción de nueve Áreas de Conocimiento, o nueve dimensiones que se desarrollan paralelamente. En la intersección de las áreas de conocimiento y los grupos de procesos se desarrollan procesos. Las acciones previas a los procesos, las entradas, herramientas y salidas en cada uno de los catorce procesos que se realizan hasta llegar ordenadamente al proceso de estimación de costes constituirían el procedimiento de estimación de costes.

Del análisis de la Instrucción 67/2011 observamos que el procedimiento de estimación de costes en ella recogido es muy somero y además no se complementa o desarrolla basándose en estándares, otros procedimientos, referencias, manuales, normas o guías de otras organizaciones que tienen la misma necesidad. Concretamente y según PMI para estimar los costes de un proyecto hemos de acometer dos grupos de procesos, el de iniciación y el de planificación, en ellos se desarrollan los procesos incluidos en la tabla XXII, en la misma tabla incluimos los procesos que se realizan en el proceso de obtención de recursos en España.

| PROVEEDOR   | CLIENTE  |   |  |
|---|--|---|--|
| PROYECTO, PROCESOS HASTA ESTIMACIÓN (PMI).  | RECURSO / PROGRAMA: PROCEDIMIENTO Y PROCESOS EN LA (INSTRUCCIÓN 67/2011)   |   |  |
|   | ANTES DE ETAPA DDV   | ETAPA DDV   | DESPUES DE DDV   |
| 1) Desarrollo del Acta de Constitución del proyecto.                                      | <p><i>No hay programa.</i></p> <p>Se exigen estimaciones de costes y estimaciones del CCV.</p> <p>No hay procedimiento ni procesos.</p> <p>No hay referencias a otros procedimientos, referencias a documentos o guías aplicables.</p> <p>Coincidencia en todas las etapas con el proceso 15º, en REM además proceso 5º.</p> | <p><i>No hay programa.</i> Se exigen estimaciones del CCV.</p> <p>Procedimiento estimación de costes en base a un proceso referente a la EDT, EDP y EDC.</p> <p>No hay referencias a otros procedimientos, referencias a documentos o guías aplicables. Coincidencia procesos 7º y 15</p> | <p><i>Si hay programa.</i></p> <p>No se exigen estimaciones del CCV.</p> |
| 2) Desarrollar el enunciado preliminar del alcance del proyecto. Identificar interesados. |  |   |  |
| 3) Desarrollar el plan de Gestión del proyecto.   |  |   |  |
| 4) Planificar el alcance.   |  |   |  |
| <b>5) Recopilar requisitos.</b>   |  |   |  |
| 6) Definir el alcance.  |  |   |  |
| <b>7) Crear la EDT.</b>   |  |   |  |
| 8) Planificar la gestión del cronograma.  |  |   |  |
| 9) Definir las actividades.   |  |   |  |
| 10) Establecer la secuencia de las actividades.   |  |   |  |
| 11) Estimar los recursos de las actividades.  |  |   |  |
| 12) Estimar la duración de las actividades.   |  |   |  |
| 13) Desarrollar el cronograma.  |  |   |  |
| 14) Planificar la gestión de los costes.  |  |   |  |
| <b>15) Estimar los costes.</b>  |  |   |  |

Tabla XXII: Cruce procesos en un proyecto y en un programa. Elaboración propia en base a la Instrucción 67/2011 y 72/2012 y a la guía del PMI. 2013.

Si descomponemos estos procesos en sus entradas, técnicas y salidas observamos que parte de la información generada en las distintas etapas del proceso de obtención de recursos en España podría cruzarse con una parte de las entradas que son requeridas para acometer los procesos en un proyecto. En la tabla nº XXIII se recoge los cruces de las entradas y documentos que exigen ambas metodologías.

| PROVEEDOR  |  |   | CLIENTE                          |     |     |     |     |     |  |
|--|--|---|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| ENTRADAS PMI   | TÉCNICAS PMI   | SALIDAS PMI   | INSTRUCCIÓN<br>67/2011.REQUERIDO |     |     |     |     |     |  |
|  |  |   | DNO                              | OEM | REM | DDV | DDP | EDD |  |
| - Enunciado del trabajo del proyecto (SOW, Primera declaración del alcance. WBS de alto nivel) - Caso de negocio - Acuerdos - Factores ambientales de la empresa. - Activos de los procesos de la organización | - Juicio de expertos<br>- Técnicas de facilitación   | 1) Desarrollo del Acta de Constitución del proyecto.                  |                                  |     | *   |     |     |     |  |
| - Acta de constitución del proyecto - Salidas de otros procesos<br>- Factores ambientales de la empresa<br>- Activos de los procesos de la organización  | - Juicio de expertos<br>- Técnicas de facilitación   | 2) Desarrollar Plan Dirección del Proyecto                            |                                  |     |     |     |     |     |  |
| - Plan para la dirección del proyecto. - Acta de constitución del proyecto. - Factores ambientales de la empresa<br>- Activos de los procesos de la organización   | - Juicio de expertos<br>- Reuniones  | 3) Planificar Gestión Alcance y requisitos.                           |                                  |     |     |     |     |     |  |
| - Plan de gestión del alcance. - Plan de gestión de los requisitos<br>- Plan de gestión de los interesados. - Acta de constitución del proyecto<br>- Registro de interesados.                                  | - Entrevistas - Grupos focales - Talleres - Técnicas grupales de creatividad. - Cuestionarios, encuestas - Observaciones. - Prototipos - Estudios comparativos. - Diagramas contexto-Análisis documentos | 4) Documentación de Requisitos y matriz de trazabilidad de requisitos |                                  |     | *   |     |     |     |  |
| - Plan de gestión del alcance. - Acta de constitución del proyecto<br>- Documentación de requisitos. - Activos de los procesos de la organización  | - Juicio de expertos. - Análisis del producto - Generación de alternativas. - Talleres facilitados   | 5) Enunciado del Alcance del Proyecto.                                |                                  |     | *   |     |     |     |  |
| - Plan de gestión del alcance. - Enunciado del alcance del proyecto. - Documentación de requisitos. - Factores ambientales de la empresa. - Activos de los procesos de la organización                         | - Descomposición. - Juicio de expertos   | 6) Crear la EDT.  |                                  |     |     |     | X   |     |  |
| - Plan para la dirección del proyecto. - Acta de constitución del proyecto. - Factores ambientales de la empresa. - Activos de los procesos de la organización   | - Juicio de expertos. - Técnicas analíticas. - Reuniones   | 7) Planificar Gestión del Cronograma                                  |                                  |     |     |     |     |     |  |
| - Plan de gestión del cronograma. - Línea base del alcance. - Factores ambientales de la empresa. - Activos de los procesos de la organización   | - Descomposición. - Planificación gradual. - Juicio de expertos.   | 8) Definir las actividades.   |                                  |     |     |     | *   |     |  |
| - Plan de gestión del cronograma. - Lista de actividades. - Atributos de las actividades. - Lista de hitos. - Enunciado del alcance del proyecto. - Factores ambientales de la empresa.                        | - Método de diagramación por precedencia (PDM)<br>- Determinación de las dependencias. - Adelantos y   | 9) Establecer la secuencia de las actividades.                        |                                  |     |     |     | *   |     |  |

|   |  |  |  |   |   |   |  |  |  |
|---|--|--|--|---|---|---|--|--|--|
| - Activos de los procesos de la organización  | Retrasos   |  |  |   |   |   |  |  |  |
| - Plan de gestión del cronograma. - Lista y secuencia de actividades. - Atributos de las actividades. - Calendarios de recursos. - Registro de riesgos. - Estimación de costes de las actividades. - Factores ambientales de la empresa. - Activos de los procesos de la organización   | - Juicio de expertos. - Análisis de alternativas - Datos publicados de estimaciones. - Estimación ascendente. - Software de gestión de proyectos   | 10) Estimar los recursos de las actividades. |  |   |   | * |  |  |  |
| - Plan de gestión del cronograma. - Lista de actividades. - Atributos de las actividades. - Recursos requeridos para las actividades. - Calendarios de recursos. - Enunciado del alcance del proyecto. - Registro de riesgos. - Estructura de desglose de recursos. - Factores ambientales de la empresa. - Activos de los procesos de la organización  | - Juicio de expertos. - Estimación análoga. - Estimación paramétrica. - Estimación por tres valores. - Técnicas grupales de toma de decisiones. - Análisis de reservas.  | 11) Estimar la duración de las actividades.  |  |   |   | * |  |  |  |
| - Plan de gestión del cronograma. - Lista de actividades. - Atributos de las actividades. - Diagramas de red del cronograma del proyecto. - Recursos requeridos para las actividades. - Calendarios de recursos. - Estimación de la duración de las actividades. - Enunciado del alcance del proyecto. - Registro de riesgos. - Asignaciones de personal al proyecto. - Estructura de desglose de recursos. - Factores ambientales de la empresa. - Activos de los procesos de la organización. | - Análisis de la red del cronograma. - Método de la ruta crítica. - Método de la cadena crítica. - Técnicas de optimización de recursos - Técnicas de modelado. - Adelantos y retrasos. - Compresión del cronograma - Herramienta de programación  | 12) Desarrollar el cronograma.               |  |   |   |   |  |  |  |
| - Plan para la dirección del proyecto. - Acta de constitución del proyecto. - Factores ambientales de la empresa. - Activos de los procesos de la organización.   | - Juicio de expertos. - Técnicas analíticas - Reuniones  | 13) Planificar la Gestión de los Costes      |  |   |   |   |  |  |  |
| - Plan de gestión de los recursos humanos. - Línea base del alcance. - Cronograma del proyecto. - Registro de riesgos. - Factores ambientales de la empresa. - Activos de los procesos de la organización   | - Juicio de expertos. - Estimación análoga. - Estimación paramétrica. - Estimación ascendente. - Estimación por tres valores. - Análisis de reservas. - Coste de la Calidad. - Software de gestión de proyectos. - Análisis de ofertas de proveedores. - Técnicas grupales de toma de decisiones | 14) Estimar los costes.                      |  | X | X | X |  |  |  |

Tabla XXIII: Cruce salidas de los procesos en un proyecto y en un programa. X: Total. \*: Cumple alguna de las entradas. Elaboración propia en base a la Instrucción 67/2011 y 72/2012 y a la guía del PMI. 2013.

En el proceso de obtención de recursos una de las técnicas más utilizadas para estimar costes es la investigación de mercado, cuando no hay concurrencia no podremos utilizar esta técnica, con lo que, para obtener una estimación de costes de acuerdo a NODECOS, además de estimar con nuestros medios y otras técnicas, hemos de vigilar y verificar la construcción de la estimación que la única empresa realizará, por ello sería más sencillo si los procesos que se realizan en nuestro proceso de obtención de recursos pudieran ser cruzados, al menos parcialmente, con los que realizaría la Industria en la estimación.

## 2. Comparación del procedimiento para la gestión del ciclo de vida de un programa en OTAN, OCCAR y España

En España no existe una norma que detalle una metodología o procedimiento para efectuar la evaluación económica basada en el CCV, sin embargo en la Instrucción 67/2011 se da alguna pauta para ello. Esta instrucción está basada en la publicación NATO AAP20-Handbook on the Phased Armaments Programming System, PAPS, que facilita un estándar común para promover la cooperación en programas de armamento entre las naciones NATO. NATO AAP20-PAPS en su versión actualizada del año 2010, constituye el marco para promover programas en cooperación, sobre la base de la armonización de requisitos militares comunes, siendo a la vez el instrumento que facilita la toma de decisiones en todos los escalones de gestión.<sup>181</sup>

Para comparar los procedimientos de estimación del CCV hemos de abordar previamente los procedimientos de gestión de sus ciclos de vida; los aspectos más relevantes de la metodología de gestión del ciclo de vida de la OTAN están recogidos en las normas que contiene la figura 11, los de OCCAR están recogidos en las normas que contiene la figura 12 y de España recogido en las normas que contiene la figura 13, los cuales son comparados en la tabla XXIV

---

<sup>181</sup> NATO. 2.010. The Handbook of .. *Op cit.*

|   | Instrucciones<br>67/2011 y<br>72/2012 | NATO<br>AAP20<br>(PAPS) | OCCARR |
|---|---------------------------------------|-------------------------|--------|
| Define los participantes e interesados en el proceso de obtención de recursos   | /                                     | x                       | X      |
| Divide el programa en fases y etapas, requiriendo aprobaciones entre unas y otras   | x                                     | x                       | X      |
| Describe y/o referencia el concepto del ciclo de vida y su gestión.   |                                       | X                       | X      |
| Facilita normas para la dirección/gestión e implementación del ciclo de vida de los sistemas  |                                       | X                       | X      |
| Facilita términos y definiciones para el entendimiento entre las partes;  |                                       | x                       | X      |
| Recomendaciones para la recolección de información, procesamiento, validación y presentación;   |                                       | X                       | X      |
| Publicaciones/referencias relativas a definición/clasificación de los procesos de acuerdo   |                                       | x                       | X      |
| Publicaciones/referencias relativas a definición/clasificación procesos de la organización.   |                                       | X                       | X      |
| Publicaciones/referencias relativas a definición/clasificación procesos del proyecto.   |                                       | X                       | X      |
| Publicaciones/referencias relativas a definición/clasificación procesos técnicos.   |                                       | X                       | X      |
| Publicaciones/referencias de metodología de dirección de proyectos;   |                                       | X                       | X      |
| Publicaciones/referencias para definir aspectos técnicos de la solución, requisitos,...;  |                                       | X                       | X      |
| Referencia a Estándares internacionales.  |                                       | X                       | X      |
| Describen/referencian/guías para cubrir el soporte logístico inicial, soporte logístico en servicio.  | /                                     | X                       | X      |
| Establece una guía que cree mejores prácticas en los procesos del proceso de obtención de recursos;   |                                       | X                       | X      |
| Describen y/o referencian una guía de implementación método cálculo de costes y su estimación,  |                                       | x                       | /      |
| Recomiendan el empleo de normas internacionales;  |                                       | x                       | X      |
| Formación temprana equipos gestión del proyecto que continúen operando todo el ciclo de vida  |                                       | X                       |        |
| Recogen la importancia de que se intercambie información;   |                                       | X                       |        |
| Principios de gestión. Responsabilidad de un único actor, no de múltiples autoridades;  |                                       |                         | X      |
| Autonomía del gestor del programa;  |                                       |                         | X      |
| Mejora continua de las comunicaciones;  |                                       | X                       | X      |
| La aplicación de las mejores prácticas de gestión de programas,   |                                       | X                       | X      |
| Obtención de lecciones aprendidas de los procesos de gestión, de las relaciones con los intervinientes, contratistas, autoridades y su aplicación.  |                                       |                         | X      |
| Métodos y herramientas de estimación de costes.   |                                       | X                       |        |
| Gestión de los programas, sistema de gestión integrado: Coordinación total, gestión de requisitos, de la ejecución, de los costes, del calendario, del planeamiento, comercial, financiero, de calidad, de recursos humanos, de la información, de la comunicación, de la calificación, certificación,... |                                       |                         | X      |

Tabla número XXIV: Comparación de la Gestión del ciclo de vida en OTAN , OCCAR y España.

## 2.1 Comparación procedimientos de estimación OTAN , OCCAR, ESPAÑA.

La descripción e implementación del procedimiento de estimación de costes en ESPAÑA, OTAN y OCCAR está incluido en parte de las normas que se incluyen en las figuras nº 11,12 y 13. En lugar de describir cada una de las normas que soportan estos procedimientos de estimación del CCV hemos optado por recoger los aspectos más relevantes de cada procedimiento aunándolos en la tabla XXV. De esta forma obtenemos rápidamente una visión de la cobertura de cada uno de ellos.

|   | OTAN | OCCAR | ESPAÑA |
|---|------|-------|--------|
| 1) ¿Existe un procedimiento para la gestión del ciclo de vida ?   | X    | X     |        |
| 2) ¿Existen guías y criterios para adaptar el procedimiento estándar al caso específico ?.  | X    | X     |        |
| 3) ¿Están definidos estándares específicos de la organización : Políticas, Ciclo de vida producto etc?  | X    | X     |        |
| 4) ¿Hay plantillas definidas?   | X    | X     |        |
| 5) Dependiendo de la magnitud e importancia del sistema.¿Se forman equipos de coste integrados en el proyecto o se asignan analistas de costes como parte del equipo integrado del proyecto que coordinen con el director del programa, usuario, ingenieros,.....?  | X    | X     | *      |
| 6) Para sistemas mayores, antes de que comience la estimación, atendiendo a la planificación del cálculo del CCV. ¿ Se confecciona un documento de estimación de costes de requisitos tipo CERD? (Cost estimation requirement document).  | X    | X     |        |
| ¿Se requiere que todos los participantes en el proceso estén de acuerdo con su contenido inicial?   |      | X     |        |
| La información que el CERD incluye como necesaria es:   |      |       |        |
| A) Propósito de la estimación de costes, destinatarios, tiempo para realizarla y datos accesibles.  | X    | X     |        |
| B) Asunciones, the costing boundaries definirán que elementos de costes serán incluidos en el estudio.  | X    | X     |        |
| C) Datos de entrada para la estimación como :   | X    | X     | *      |
| - Descripción técnica del sistema, consistente en una visión general, sus principales características y componentes, la tecnología usada, sistemas similares existentes. Punto importante pues hay un gran número de asunciones que hay que realizar con carácter previo a realizar la estimación, p .ej.: Vida del sistema (esta irá variando dependiendo de la fatiga del sistema, durabilidad, requisitos, especificaciones, etc.), índices de inflación y cambio de la moneda, moneda constante/corriente, condiciones de paz/guerra (normalmente se reflejan en paz) y alcance de las estimaciones (interfaces con otros sistemas, integración en plataformas o en otros sistemas,....). | X    | X     | *      |
| - Cantidad de sistemas. <i>Definir el contenido del programa y del sistema:</i> Es una práctica adecuada definir el contenido del sistema (Por ejemplo: Características del sistema, Calendario del programa, Personal necesario en operación, Conceptos de apoyo como mantenimiento software o entrenamiento, Apoyo especial como infraestructura u otras consideraciones especiales).   | X    | X     | *      |
| - WBS.  | X    | X     | X      |

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| - Especialidad del personal que manejará el sistema, necesidades de formación,.....  | X | X | * |
| - Concepto operacional, escenario de operación, elementos de apoyo operacional, consideraciones de sostenibilidad.   | X | X | * |
| - Despliegue, áreas, duración estimada.  | X | X |   |
| - Proceso de apoyo logístico integrado: concepto de mantenimiento, fiabilidad, mantenibilidad, repuestos específicos, facilities para mantenimiento específico, consumo de combustible y de otros suministros,                         | X | X |   |
| - Calendario de adquisición.   | X | X | X |
| - Estrategia de adquisición: Escenario industrial, multinacional escenario, software e información ...   | X | X | X |
| - Comprobación y evaluación del sistema.   | X | X |   |
| - Cualquier estimación de costes previa.   | X | X | / |
| D) Requisitos para documentar la estimación de costes y elementos en los que la estimación está basado.  | X | X |   |
| 7) Preparar la estimación usando modelos preestablecidos, ejecutar la estimación y documentar el resultado.  | X | X |   |
| A) Recolección de datos y su análisis que forma el núcleo de la estimación.  | X | X |   |
| B) El análisis es conducido por un especialista pues con el debe de obtener una estructura de costes elementales que deben ser estimados, en función de la recolección y análisis de la información se deben llevar a cabo las tareas: | X | X | * |
| B1) ¿Se analiza el modelo del ciclo de vida desarrollado ?   | X | X |   |
| B2) ¿Se analiza y revisa el WBS y el PBS? ( WBS y PBS del contrato)  | X | X | X |
| B3) ¿Se desarrolla un GCBS ?   | X | X | X |
| B4) ¿Se identifican los elementos de coste ?   | X | X | * |
| B5) ¿Se seleccionan los métodos apropiados de estimación de costes ? ¿ Por elemento de coste?  | X | X | / |
| B6) ¿Se estima la cantidad de trabajo, plazos y costes ?   | X | X | / |
| B7) ¿Revisión , mapeo y calibración para asegurar que se han contemplado las asunciones y el alcance ?   | X | X |   |
| C) Una vez acometidas estas tareas se aplica la metodología de costes y las herramientas para estimar los costes.  | X | X | / |
| D) Completado el proceso de estimación, para realizar la estimación del CCV el analista agregará los costes producidos en cada una de las fases en que se divide el ciclo de vida  | X | / | X |
| 8) Revisar y validar.  | X | X |   |
| - Revisión.  | X | X |   |
| - validación   | X | X |   |
| - calibración  | X | X |   |
| - documentación  | X | X |   |
| - presentación e informe de la estimación del CCV.   | X | X | X |

Tabla XXV: Comparación procedimientos OCCAR, OTAN, España. Leyenda. X: Cumple. /: Cumple parcialmente (Aprox: 50%). \*: Cumple algún aspecto. En blanco : No cumple. Fuente elaboración propia.

#### **- CAPITULO IV EXPERIENCIAS NACIONALES Y DE LA OTAN RELACIONADAS CON EL CASO DE ESTUDIO.**

Aunque el marco conceptual del análisis de ciclo de vida se definió hace más de dos décadas, la metodología sigue en pleno desarrollo a nivel mundial.

En este capítulo recogeremos las principales experiencias españolas y de la OTAN que describen el marco conceptual y dan pautas para el desarrollo del marco metodológico y aquellos casos prácticos cuyas conclusiones aportan conocimiento al caso de estudio.

## **1. Experiencias nacionales relacionadas con el caso de estudio.**

Aunque la investigación del caso de estudio no se ha realizado, hemos encontrado algún estudio que está relacionado con el caso en concreto:

1) Una propuesta metodológica para la estimación del coste del ciclo de vida de los sistemas.<sup>182</sup>

Esta es una tesis doctoral cuyo objetivo es el estudio de las posibles técnicas y modelos a emplear para la cuantificación del CCV de los proyectos de inversión en Defensa Nacional desde una visión genérica, en la que finaliza proponiendo una metodología de estimación de costes. Este estudio cubre, de un modo generalista y principalmente teórico, las técnicas de estimación más usuales a la hora de estimar en distintos países, entre los que se encuentra España. Entre las conclusiones relacionadas con nuestro estudio destacan:

“El aumento sostenido de los costes ha reforzado la necesidad de evaluar todo el ciclo de vida, especialmente si se considera que el mayor porcentaje del gasto se concentra en las fases de utilización y sostenimiento (el autor sostiene que se encuentran entre el 45% y el 60% del coste total). *Sin embargo en el ámbito de los Ministerios de Defensa objeto del estudio se reconoce que la técnica del CCV no está suficientemente desarrollada por técnicas y herramientas validadas e integradas en una metodología normalizada de estimación.*”

---

<sup>182</sup> ORTÚZAR, R. 2.008 *Una propuesta metodológica para la estimación del coste del ciclo de vida en inversiones militares*. Dr. Navarro A. Universidad de Granada, Facultad De Ciencias Económicas y Empresariales, Granada. Editorial de la Universidad de Granada. ISBN: 978-84-691-8343-4.

“Estados Unidos el país que concentra el 46% del gasto mundial en Defensa, tiene una estructura organizativa descentralizada para administrar sus programas de adquisición. En los años 70 creó la Estructura de Descomposición de Trabajo (EDT o WBS) para cada uno de los grandes sistemas de armamento, que ha facilitado el control y seguimiento de los contratos desde el punto de vista del producto. Así el establecimiento de una EDT para cada sistema de armas ha sido una contribución para la estimación del ciclo de vida, lo que a nuestro juicio es una consideración necesaria.”

*“En España se ha adaptado la Metodología norteamericana del Air Force Materiel Command (2004) para los cursos de formación de sus jefes de programas; sin embargo no existe en España una regulación que norme el procedimiento de estimación de costes, aún cuando en el ámbito de la auditoría de contratos se reconocen importantes avances, que la hacen destacar frente a sus homólogos en la OTAN. “*

“A partir de una encuesta realizada a directivos de los Ministerios de Defensa de 64 países, identificamos que los procesos de estimación de costes de los programas de Defensa no están suficientemente respaldados por normas y procedimientos, siendo esta necesidad menos deficitaria en los países que integran la OTAN. En general la falta de procedimientos de estimación de costes afecta a la normalización y verificación de datos de entrada, al registro para emplear los resultados en programas futuros y a la falta de un protocolo de validación de los modelos. Además *pocos países usan una EDT y una EDC para la estimación del CCV como una herramienta de gestión de apoyo al proceso de toma de decisiones.*”

Afirma que la investigación realizada tiene el mérito de ser inédita ya que es un tema del cual *no existen investigaciones científicas publicadas en España.*

## 2) Estimación de Costes en la Fase de Servicio en buques de la Armada Española.<sup>183</sup>

Este estudio tiene como objetivo la estimación de los costes del ciclo de vida en lo que se refiere a la fase de servicio y para un tipo concreto de sistema de defensa: los buques de la Armada Española.

---

<sup>183</sup> AVEZUELA, J. 2010. *Estimación de Costes en la Fase de Servicio en buques de la Armada Española*. Tesina de Máster Oficial en Administración de los Sistemas de Seguridad y Defensa. Madrid. Universidad Rey Juan Carlos.

Entre las conclusiones relacionadas con nuestro estudio encontramos:

“Sin haber realizado un análisis más exhaustivo, este investigador concluye que *existen errores en la medición y recogida de los datos* derivados de varios factores, entre los que podríamos señalar los siguientes:

- Inadecuada imputación de los costes indirectos a los distintos buques (p.e: imputando a un solo buque de la clase el coste indirecto total de todos los buques de esta, etc.)
- Errores en la clasificación de los conceptos de coste aplicados a los gastos.
- Inexactitud en la recogida de los indicadores empleados, en especial los días de mar y las singladuras realizadas, cuyo adecuado tratamiento tiene influencia en los costes de combustible y de retribuciones.

Todas estas cuestiones aconsejarían un análisis más detallado de la forma de obtener la contabilidad de costes y su posible modificación, cuestiones ambas que se escapan del objeto de este trabajo y, en el segundo caso, de las atribuciones de este investigador”.

“En relación a las variables exógenas y los datos disponibles convendría realizar un análisis del sistema actual de medición y contabilización de los costes en la Armada, y análisis de los indicadores empleados en su interpretación y distribución”.

“Búsqueda de otros métodos más precisos basados en procedimientos de ingeniería, esto es, desglosando los costes en sus elementos más básicos y estimando cada uno de ellos en base a otros datos que no sean los históricos de los buques, empleando éstos para comprobar los resultados obtenidos por el nuevo modelo”.

## **2. Experiencias de la OTAN que están relacionadas en su contenido con el caso de Estudio.**

En el seno de la OTAN se han creado una serie de agencias, organizaciones y comités que incluyen oficinas, centros, divisiones, paneles, conferencias y grupos de trabajo que tratan específicamente el ciclo de vida y su coste, sus estudios, análisis, publicaciones, normas, etc. se incorporan a la metodología de gestión del ciclo de vida de la OTAN. Dentro de estas podemos destacar:

### **A) NATO RTO SAS Panel ( System analysis and studies ) :**

La RTO es una organización que depende del área de Organizaciones y Agencias, promueve y dirige la investigación cooperativa y el intercambio de información, desarrolla y mantiene una estrategia de investigación y de tecnología de la OTAN a largo plazo y asesora a todos los elementos de la OTAN en temas de investigación y tecnología. Para esta misión, la RTO opera a tres niveles: el Comité de Dirección de Investigación y Tecnología (RTB, foro de primer nivel), los paneles técnicos (foros de segundo nivel) y los grupos de trabajo técnicos (technical teams, tercer nivel).

Entre los diversos paneles técnicos se encuentra SAS (*Studies, Analysis and Simulation; Estudios, Análisis y Simulación*) que es donde se realizan estudios relacionados con esta investigación. Una vez realizados los objetivos para los que el panel fue constituido se disuelve, dejando el resultado como un estudio que pasa a integrar la metodología OTAN.

La misión de SAS es dirigir estudios y análisis de naturaleza operacional y tecnológica y promover el intercambio y desarrollo de métodos y herramientas de análisis para aplicarlos a problemas de defensa. El panel es responsable de requerir esos estudios a las naciones, al consejo de R&T (Research and technology), al Comité Militar, a CNAD, a los principales grupos de armamento, a la ACT, ACO, NC3A, NIAG y la industria. Estos Paneles actúan formando equipos y grupos de trabajo a los que encomienda estudios, se componen de expertos técnicos o científicos de alto nivel fijados por las naciones miembros. Los paneles gozan de una autonomía considerable y se encargan de iniciar, planear y gestionar las actividades técnicas, dentro de sus áreas de responsabilidad. Entre los trabajos efectuados por SAS que están relacionados con la investigación figuran:

#### **SAS-028: RTO TR-058-Cost Structure and Life Cycle Costs for Military Systems ( 2000- 2003):**

Dentro de SAS-028 se organizan grupos de trabajo que buscan cooperación con otros grupos. El método de trabajo que siguió SAS-028 es encomendar a los países que participaron en sus reuniones para que revisaran las prácticas nacionales en el CCV y en particular el uso de la EDC, CBS; en un segundo paso trataron de que la Estructura de Descomposición del Costes del Ciclo de Vida (EDCCV; LCCBS) comprendiera definiciones de elementos y glosario de términos. El grupo de trabajo de SAS-028 identificó y clasificó diferencias entre practicas nacionales, resolvió diferencias entre la definición de los elementos, glosario, etc.

El primer objetivo de este estudio fue desarrollar una estructura genérica de descomposición de costes (EGDC/GCBS) común para todas las naciones, incluyendo un glosario de términos pertenecientes al ciclo de vida. *La EGDC/GCBS se pretendía que pudiera ser usada por los países NATO para construir su propia EDC/CBS en cualquier programa militar*, como segundo objetivo se realizó un análisis del uso de los CCV en los procesos de decisión. Los métodos, herramientas informáticas, datos, bases de datos, se tratan en profundidad en SAS-054.

La conclusión principal es que las EDC/CBS nacionales que se presentaron en el estudio (seis países, España no estaba entre ellos) estaban realizados de las mismas clases de elementos, estos se refieren a las fases, productos (sistema principal o elemento de apoyo) actividades o recursos. Pero las diferencias entre estas EDC/CBS eran tales que era imposible aunar todos en una única estructura EDC/CBS.

La mayoría de los países no adoptaron la Estructura Genérica de Descomposición de Costes EGDC/GCBS desarrollada por el panel de estudios NATO-SAS-028, ya que esta no satisfacía los requisitos de información de todos los grupos de interés y era *difícil de comprender para usuarios no expertos*.

La *EGDC/GCBS definida por SAS-028 no permite la identificación del CCV en caso de programas multinacionales*, añade que deben ser incorporadas dos dimensiones (además de las actividades, productos y recursos) la fase y la contribución nacional.

**SAS-036: Cost Structure And Life Cycle Cost (LCC) For Military Systems: (01/10/2000 a 31/10/2001)**. Este grupo de trabajo trata de armonizar los aspectos más importantes del CCV/LCC y cubre fundamentalmente tres aspectos, una EDC/CBS que define y organiza todos los elementos, delimita los principales conceptos de costes relacionados con la vida del sistema y su propiedad y el uso de esos conceptos (económico, para análisis, etc. ). Igualmente recoge algunos estudios específicos realizados por diversos países relativos a modelos de costes y técnicas

Sobre todo, recoge los fundamentos del proceso de gestión del ciclo de vida en la NATO y el uso del CCV para la toma de decisiones. Este ha sido posteriormente desarrollado en Instrucciones de la OTAN (AAP20), con lo que el estudio ha servido de base para estas instrucciones.

Al ser este estudio del año 2001 los aspectos en el contemplados han quedado un poco desfasados ya que se han conducido investigaciones posteriores cuyos resultados se recogen en el resto de los estudios, por ello no reproducimos sus resultados, aunque ciertas partes del estudio, por ser aún de interés, han sido citadas a lo largo de la investigación..

**SAS-054: Methods and Models for Life Cycle Costing (2004-2007)** Grupo de trabajo, cuyo cometido consistió en examinar las mejores prácticas, métodos y modelos de estimación del CCV que las naciones participantes empleaban para la evaluación económica de los programas de defensa, incidiendo en los dos elementos más críticos que se llevan a cabo en una estimación : *recolección de datos y la medición de la incertidumbre y el riesgo*.

Las conclusiones de este estudio demuestran que todas las naciones participantes usan para el análisis del CCV *algún tipo de modelo domestico basado en una estructura de costes EDC/CBS definida, y que la mayoría emplea además algún modelo comercial*. Muchos de ellos se han implantado en un entorno de hoja de cálculo y en la mayoría de los programas o proyectos específicos la hoja de cálculo está adecuada expresamente a ellos. De las cuatro categorías de modelos que la OTAN expone (estimación, optimización, simulación y decisión) la más utilizada es la estimación. Los datos para estos modelos se pueden estimar mediante métodos empíricos o mediante fórmulas paramétricas; en algunos casos se emplean ambos métodos para complementarse.

*Insisten en que la mejor combinación de métodos de estimación es aquel que hace el mejor uso y el más reciente de datos históricos aplicables y la información relativa a la descripción de sistemas, de los cuales se debe extrapolar los datos de costes para futuras actividades. El método empleado por las naciones depende de la calidad de la información cercana disponible, además dependerá del tipo de estudio (estratégico, análisis de opciones, simulación y estimación tradicional) y la fase del ciclo de vida que también influirá en la elección del método de estimación.*

*Recomienda una guía para la recolección de información y conocimiento de los costes y datos, reconoce que la necesidad de información es mayor en las primeras etapas (Más tiempo y recursos debemos dedicar a recolectar información).*

Cuando se refieren a la incertidumbre y al riesgo, vuelven a insistir que *lo más importante es la recolección y análisis de datos.*

**SAS-069:** Code of Practice for Life Cycle Costing (enlaza desde SAS-028, SAS-054, AC-327 y de acuerdo a la publicación AAP- 48): *Catalogo de buenas prácticas para el CCV. Revisa los métodos y modelos del ciclo de vida usados por OTAN y sus socios. 01-2007 / 09-2009. (Rto Pannel Office).*

Conclusión: Relacionado con nuestro estudio cita en el capítulo siete: *Los intercambios de datos entre múltiples bases de datos procedentes de la industria y los gobiernos (Ej. Enterprise Resource Planning Systems) pueden ser una pérdida de tiempo si los formatos y modelos de datos difieren.* Para el intercambio de datos se manejan un amplio número de estándares. NATO ha introducido STANAG 4661 (8)<sup>184</sup> para el intercambio de los datos del ciclo de vida el cual está basado en ISO 10303-239<sup>185</sup>, apoyo al ciclo de vida del producto. Sin embargo, es importante comprender que *ISO representa solo información relativa a datos del producto y no provee apoyo para los datos de costes del ciclo de vida.*

*La variedad de fuentes a las que se acude para obtener una estimación de costes implica una falta de uniformidad que es muy difícil de normalizar.* Generalmente, la normalización abarca cambios y adaptaciones que hagan aplicables esos datos para su uso en un modelo de costes. Las principales áreas de normalización de datos incluyen:

- Ajuste de los datos al año base.
- Considerar la inflación.
- Seleccionar índices para corregir. ( P.e : Índice del acero en el periodo X )
- Seleccionar correctamente los tipos de cambio.

---

<sup>184</sup> Es un standard que facilita el intercambio de datos del ciclo de vida , anteriormente NATO había adoptado NPDM (NATO Product Data Model), asumiendo a partir del año 2006 un Standard Internacional : ISO 10303 el cual ha sido incorporado como STANAG 4661.

<sup>185</sup> Especifica la aplicación de un protocolo para el apoyo del ciclo de vida del producto.

- Ajustes de costes y/o datos a especificaciones técnicas tal como tamaño, peso, complejidad, etc.
- Ajuste de costes y/o datos para diferentes perfiles de operación, temperaturas, distancias, etc.
- Ajustes de precios por curvas de aprendizaje, capacidad de producción, tamaños de lotes, etc.

**SAS-076:** Estimación de costes independiente, métodos de costes, modelos de costes, recolección de datos y análisis de portfolio para capacidades. 03-2008 / 08-2012. Enlaza desde SAS-028, SAS-054 y SAS-069. (España no ha participado en este panel, la OCCAR ha participado como organización)

Los objetivos del estudio fueron:

A) Realizar estimaciones de costes independientes sobre casos reales:

- Elegir uno o más programas, OTAN/NO OTAN, que tuvieran un CARD (Cost Analysis Requirements Description – usado en U.S.) o un MDAL (Master Data and Assumptions List – usado en U.K.), de los que existieran bases de datos para desarrollo, producción y en servicio.
- Guiarse por las guidelines obtenidas en el estudio SAS-054 ( conceptos, modelos, métodos y procesos).
- Analizar los riesgos y las incertidumbres.
- Contemplar los costes del ciclo de vida,
- El sistema que se estudia debe tener históricos de costes incurridos de ese sistema o similar con objeto de realizar comparaciones entre los actuales y los estimados,
- Facilitar un soporte completo de la estimación al inicio y al final para apoyo a la decisión validando los conceptos expuestos en SAS-054.

B) Exponer las ventajas de realizar análisis de portfolio por capacidades, identificando comunalidades con otros países de la OTAN, recomendar las mejores prácticas en análisis de riesgos, incertidumbres, capacidades y requisitos

Las principales lecciones identificadas fueron:

- Sobre los programas objeto de la estimación el grupo encontró dificultades para obtener permisos para realizar la estimación, para obtener cooperación en el proceso de estimación y para publicar los resultados aunque se había generado un plan de desarrollo de la estimación.
- Resultó más efectivo el uso de coeficientes de variación en el análisis de riesgos que el método de Montecarlo.
- Respecto a la estimación del ciclo de vida de la fase de operación y sostenimiento durante el proceso se cambió la definición de sus elementos (p.e: se incluyeron helicópteros a posteriori).
- Los resultados del modelo de regresión que se estableciera, deberían ser validados pues en algunos casos los resultados se apartaban de lo esperado.
- Los equipos de estimación eran multinacionales, con ubicaciones distintas, con frecuentes cambios en su composición, con ocupaciones en otras tareas, por ello se determinó que es fundamental documentar y fundamentar las estimaciones desde el inicio, para que los relevos y comunicaciones fueran fluidos.
- Es común que el programa sea iterativo, completando su definición a través del proceso de estimación.
- El CCV es un proceso de conducción de datos y requiere la recolección de multitud de fuentes.
- Es esencial transmitir a las autoridades decisorias que la estimación de costes es un proceso incierto y que la probabilidad de que se cumpla el número como tal es cero.
- Es recomendable estimar el ciclo de vida en su totalidad y no solo la fase de adquisición.
- Es muy recomendable que el planeamiento que se realice este basado en capacidades.
- El mayor aprovechamiento de la estimación de costes se produce en las fases/etapas más tempranas del proceso de obtención de recursos.
- Se debe tender a no duplicar esfuerzos adquiriendo capacidades idénticas en distintos países OTAN, con responsabilidades en defensa distintas.
- Las autoridades decisorias deberían focalizar sus esfuerzos en establecer un set o portfolio de sistemas.
- Es difícil pero no imposible compartir datos de costes entre naciones.

**SAS-090: NATO Initiatives to Improve Life Cycle Costing.** 10-2.009. El objetivo de este estudio es presentar los resultados obtenidos en SAS-028, SAS-054, SAS-069 constituyendo los resultados de estos estudios la arquitectura procedimental de las estimaciones de costes del ciclo de vida de un sistema.

**SAS-095: Cost Benefit of Military Training.** 06-2012. En este estudio se define una estructura específica CBS, EDC para adiestramiento militar. Además se desarrolla un nuevo método para comparar opciones de costes sobre training en sistemas militares. Con el modelo propuesto se propone asistir a las autoridades decisorias para comparar y priorizar el training en diferentes proyectos. Este estudio sobrepasa el alcance de esta investigación, aunque debe ser tenido en cuenta si el coste del training es representativo en el CCV.

Las principales conclusiones son:

- El adiestramiento es una forma de mejorar el coste de la operación.
- Aplicando un análisis coste beneficio es muy complicado asignar un valor monetario a estos costes y beneficios.
- Se están desarrollando diversos modelos de estimación de este por categoría de costes.

España no ha participado en estos paneles, por lo que una parte de sus conclusiones no pueden ser adoptadas como propias.

**B) PROJECT STEERING COMMITTEE/PROJECT OFFICES (NC: NATO CALS)** <sup>186</sup>: Es una actividad cooperativa fundada por 11 de los 19 naciones de NATO (entre las que se encuentra España) cuyo objetivo es mejorar la capacidad de explotar la información, las comunicaciones y tecnología en el proceso de adquisición y ciclo de vida de apoyo a los complejos sistemas de armamentos. La estrategia busca crear un flujo transparente de información y documentación entre los clientes militares y los proveedores. Este intercambio de información se lleva a cabo usando un software comercial y estándares donde sea posible. Esto permitirá compartir los estándares entre los proveedores y los adquirentes.

---

<sup>186</sup> NATO. 2.002. *Continuous acquisition...* Op. cit. p. 4

El trabajo está basado en los siguientes principios:

- Llevar a cabo una estrategia de acercamiento al ciclo de vida, mediante el TLBM que es una herramienta para ayudar a los programas de Defensa a dirigir los cambios. (*Through Life Business Model: TLBM* :) <sup>187</sup>
- Tratar la información como un activo explorando un entorno de datos compartido, mediante el TLIM. (*Through Life Information Management Strategy*) <sup>188</sup>
- Tratar la Información digitalmente. (promueven entornos de datos compartidos).
- Usar COTS (Soluciones integrales) y soluciones Industriales donde ello sea posible.
- Usar estándares Internacionales cuando sea posible.

**C) AC/327:** Grupo de trabajo que en la OTAN está dentro de la estructura civil en la división de Inversiones de defensa, cuya denominación es “Grupo de la Dirección del Ciclo de Vida“, su misión es proporcionar los medios necesarios para generar los procesos del ciclo de vida que deben aplicarse en los programas de cooperación y armamento de la OTAN. Fue creado en 2003 para que, a través de este grupo, el concepto de la dirección del ciclo de vida fuera introducido en el proceso de adquisición de los sistemas de Defensa de la NATO y sus naciones. <sup>189</sup> Adoptan la ISO / IEC 15288 <sup>190</sup>. En el año 2006 y para promover un marco común en el que actuar y partiendo de la ISO/IEC 15288 aprueban el Nato Policy for Systemns Life Cycle Management CM 2005 108 ( SLCM). <sup>191</sup> El objetivo de este grupo es optimizar las capacidades de Defensa, teniendo en cuenta la ejecución, el coste, el calendario,

---

<sup>187</sup> Ibid. p. 40.

<sup>188</sup> Ibid. p. 12.

<sup>189</sup> Para ello AC/327 cuenta con la publicación : Handbook on Aims organization and working procedures for the life Cycle Management group AC/327 2005 edition 1.

<sup>190</sup> International Standards Organisation/International Electro technical Commission 15288 on Systems Engineering – System. Life Cycle Processes. Establece un marco de trabajo, a nivel organizacional, para los procesos del ciclo de vida creados por personas, que pueden ser configurados con software, hardware, datos, personas, procesos, utilidades y materiales.

<sup>191</sup> SLCM: System Life Cycle Management es una metodología de trabajo para directores de programa que trata de dirigir una aproximación a la dirección del ciclo de vida de una forma sistemática e integrada. CM2005108 Esta publicación es parte del marco conceptual definido por la AAP-48.

la calidad, el ambiente operacional, la logística integrada, el apoyo y la retirada del ciclo de vida de los sistemas.<sup>192 193</sup>

El grupo AC327 desarrolla y mantiene las normas, métodos, procesos y acuerdos que cubren principalmente en el ciclo de vida lo siguiente:

- Practicas gubernamentales de obtención.
- Métodos de gestión de proyectos y de procedimientos.
- Modalidades para acuerdos tipo MOU y contratación.
- Requisitos de aseguramiento de la calidad.
- Marco de aseguramiento de la calidad gubernamental.
- Marco de información del ciclo de vida.
- Asuntos relacionados con el ciclo de vida.
- Requisitos gestión de riesgos.
- Apoyo logístico integrado.
- Requisitos de apoyo en servicio.
- Requisitos gestión obsolescencias.
- Requisitos gestión despliegue.
- Requisitos de interoperabilidad técnica.

El grupo asegura un enlace efectivo con otros grupos NATO y no NATO en sus áreas de responsabilidad.

Dirige asuntos relativos a la colaboración industrial, enlazando con esta actividad a través de NIAG.

Las salidas del grupo son publicaciones que facilitan normas, acuerdos y la mejor guía práctica para ser usada como herramientas por las naciones en los programas de adquisición en la NATO.

Entre las salidas de AC327 que están relacionadas con esta investigación se encuentran:

- Normas NATO para la gestión del ciclo de vida de los Sistemas (NATO Policy For Systems Life Cycle Management).

---

<sup>192</sup> España no suele acudir a los meetings que AC/327 ha promovido, se reúne anualmente dos veces.

<sup>193</sup> Algunas publicaciones de AC/327: Allied Configuration Management Publications. Allied Fire Assessment Publications. Allied Quality Assurance Publications. Allied Acquisition Practices Publications. Allied Environmental Conditions and Test Procedures. Allied Life Cycle Costs Publication. Allied Reliability and Maintainability Publications

- Publicaciones aliadas de gestión de la configuración. (Allied Configuration Management Publications). Facilitan una guía en la gestión de la configuración y los requisitos en proyectos conjuntos multinacionales.
- Publicación aliada de los costes del ciclo de vida de los sistemas. (ALCCP1).
- Publicaciones aliadas para la mantenibilidad y fiabilidad de los sistemas.

#### **D) Conferencias Life Cycle Management in NATO:**

Se celebran cada año y tratan de asuntos de interés para la gestión del ciclo de vida. <sup>194</sup> Las últimas celebradas relacionadas con el caso de estudio fueron:

- 5ª: La base para la eficiencia en la dirección de proyectos y la técnica del CCV (The basis for Efficiency in Project Management and life Cycle Costing), Bruselas junio 2008. Surgió para intercambio de experiencias y conocer las mejores prácticas en estimación de costes en programas de Defensa.

-7ª: Gestión del ciclo de vida como base para el apoyo de la logística integrada y la eficiencia en el coste en la adquisición y la logística operacional. (Life Cycle Management as the basis for Integrated Logistics Support, ILS, and cost efficiency in acquisition and operational logistics). Enero 2011

España no ha participado en los grupos/conferencias de trabajo indicados.

#### **E) NATO Support Organisation / NATO Support Agency**

La agencia para la organización del apoyo a la NATO (NSPO) consta de una entidad legislativa, el consejo supervisor de la agencia – the Agency Supervisory Board (ASB) – y un cuerpo ejecutivo la agencia de apoyo a la NATO " NATO Support Agency " (NSPA) esta última es la que facilita servicios y logística integrada a la NATO combinando el anterior mantenimiento de la NATO, el de la

---

<sup>194</sup> - 11ª Smart logistics. 06-2015. Working together , Exchanging information, Building common solutions. Bruselas.

- 10ª From Theory to Action. 01-2014. It will be accompanied by a small dedicated exhibition, where industry will present their scope of capabilities and products. Bruselas

- 9ª Managing Defence Systems in the Information Age. 01- 2013. Bruselas.

- 8ª LCM in an Era of Reform and Transformation. 01-2012. Bruselas.

-6ª Integrated Logistic Support – Requirements and Smart Solutions. 01- 2010. Bruselas.

Agencia de suministro (NAMSA), la agencia de gestión de la conducción de petróleo en el centro de Europa (CEPMA) y la agencia de gestión de aerotransporte (NAMA).

OCCAR reconoce a la NSPO como un socio apreciable para el apoyo común que se preste a los sistemas en la fase de operación o servicio; para la prestación de este servicio se han desarrollado MOUs (Acuerdos de cooperación) entre OCCAR y la NATO. Aunque OCCAR conserva la totalidad de la responsabilidad en la fase de apoyo en servicio (ISS), la NSPA ejecuta actividades de apoyo material en apoyo de los programas de OCCAR, ej.: en el área de gestión de repuestos, almacenamiento, transporte, etc. Para la fase de adquisición también se han firmado acuerdos de cooperación con la NATO.

### **Comparación de enfoques en las experiencias.**

La comparación de enfoques la vamos a referenciar a los estudios nacionales, pues los Internacionales expuestos cubren la totalidad del estudio del CCV, además al no haber intervenido España en estos la mayor parte de las conclusiones relacionadas con casos específicos no podemos hacerlas nuestras, pero veremos como las conclusiones obtenidas en la investigación coinciden con gran parte de las expuestas por la NATO. Además, los estudios de la OTAN aquí detallados deben ser tenidos en cuenta para desarrollar guías, manuales o normativa específica que amparen el procedimiento de estimación del CCV de un sistema y proponer cambios en la escasa normativa existente en España.

Entre los objetivos de la tesis <sup>195</sup> *“Una propuesta metodológica para la estimación del coste del ciclo de vida en inversiones militares”* se encuentran: estudiar los principales sistemas de evaluación económica de proyectos militares, el análisis de las practicas en estimación de costes en proyectos de inversión de armas en los países más avanzados, identificar los procedimientos, métodos e instrumentos para la estimación del CCV y el diseño de una metodología para la estimación del CCV. Relacionado con nuestra investigación recoge la experiencia sobre evaluación de proyectos de inversión en España, realizada en la universidad de Granada con el asesoramiento del Grupo de Evaluación de Costes del Mº de Defensa de España, y llega a definir un método para la estimación del CCV en inversiones militares.

---

<sup>195</sup> ORTUZAR, R. 2008. *Una.. Op. Cit.* p.9

Aporta, de un modo generalista, la experiencia de España en evaluación de proyectos y afirma que en el año 2008 nuestro proceso de estimación de costes incluía ocho procesos hasta llegar a la estimación. En esa época, si los procesos anteriormente indicados se realizaban, no estaban detallados en norma o procedimiento reglado, además las estimaciones únicamente se realizaban cuando eran solicitadas a instancias de la autoridad de planeamiento (se realizaron en muy pocas ocasiones). Desde el año 2011 con la entrada en vigor de la Instrucción 67/2011 esta cuestión ha cambiado, ya que los informes de estimación de costes son obligatorios en todos los procesos de obtención.

Afirma que España no cuenta con una herramienta de evaluación económica del CCV para proyectos de defensa. Lo que, según afirma, no implica no se apliquen los métodos tradicionales de Gestión de Proyectos. En la actualidad ya contamos con una herramienta.

Asegura que al nivel de los ejércitos y la armada se aplican modelos y procedimientos importados “El Ejército de tierra se ha basado en el modelo Acquisition Management Systems Life Cycle Cost Model (AMSLCCM) del ejército de Australia y la Armada el NOMENCLATOR de la US. Navy. Al respecto a efectos de costes, sería conveniente normalizar y homogeneizar el que todos los proyectos de adquisición de armamento empleen un procedimiento común en cuanto a su estructura, actualización y presentación de la información (continuando con el resto del ciclo de vida). Procedimiento que estamos abordando en esta investigación.

Explícitamente, a nivel del MINISDEF, no se indican cuáles son las técnicas de estimación de costes que se deben utilizar ni el procedimiento para su empleo y actualización. Igualmente es abordado en esta investigación.

Recomienda que en la fase de concepto se debe regular el procedimiento de análisis de alternativas y su consiguiente análisis coste/eficacia. En cuanto a las estructuras de costes, los distintos ejércitos emplean estructuras que han desarrollado países con más experiencia por lo que se deberían aprovechar los resultados obtenidos y así normalizar una estructura propia. (Cuestión que en la actualidad ya ha sido abordada por SEDEF/DIGENECO/GEC definiendo 14 familias de sistemas para las 14 ESDP, 1 ESDT y 1 ESDC)

Coincide con nuestras conclusiones en que:

“El acceso a la información es muy limitado y exige acudir a varios departamentos, donde no es fácil validar los datos de costes que permitan efectuar una análisis expost de cualquiera de los programas o proyectos implementados para adquirir sistemas de armas “

“La alta rotación de las plazas de personal militar y civil que toman decisiones en el ámbito de las adquisiciones de Defensa contribuye a que la experiencia no siempre sea traspasada y la misma no está suficiente documentada para su posterior utilización.”

“Sería conveniente normalizar y homogeneizar el que todos los proyectos de adquisición de armamento empleen un procedimiento común en cuanto a su estructura, actualización y presentación de la información”.

***Respecto al trabajo de “Estimación de Costes en la Fase de Servicio en buques de la Armada Española “de Jaime Avezuela.***<sup>196</sup> Este estudio, aún más específico que el que nos ocupa, abarca una de las fases del ciclo de vida, la fase de servicio. Aunque previamente el investigador no ha analizado las bases de datos que contienen la información a la que accede para su cálculo, si que lo realiza durante la investigación. Al analizar los resultados, llega a las mismas conclusiones que se llega en el presente estudio ya que inicialmente se plantea como una investigación perfectamente definida en la cual se prevén encontrar unos resultados más o menos esperados, en un tiempo relativamente corto que se puede acotar. Sin embargo, conforme va avanzando en la investigación van apareciendo resultados inesperados (como errores en la medición y recogida de los datos, su imputación, reparto, etc.) que desvirtúan los objetivos iniciales, invalidan muchos de los supuestos que se habían asumido y plantean nuevos interrogantes que desbordan los objetivos de la investigación. Lo que se planteaba como un estudio sobre los costes de una generalidad de buques, ha terminado reducido a una especificación para un tipo concreto que no nos ofrece resultados que podamos tomar como referencia. La situación actual respecto al objetivo de este trabajo será expuesta en el siguiente capítulo.

---

<sup>196</sup> AVEZUELA, J. 2.010. *Estimación..* Op.cit.

## **- CAPITULO V. UN ESTUDIO EMPIRICO DEL USO DE TÉCNICAS, PARAMETROS Y ESTRUCTURAS EN LAS ESTIMACIONES DE COSTES DEL CICLO DE VIDA DE UN SISTEMA DE ARMAS EN ESPAÑA.**

El tipo de investigación es, como hemos dicho, mixta con una parte documental que hemos cubierto a través de la consulta de documentos (libros, revistas, periódicos, memorias, anuarios, registros, etc.); las conclusiones y recomendaciones obtenidas del análisis de esta documentación y que están relacionadas con la investigación se recogen en el apartado conclusiones y recomendaciones. La otra parte de la investigación es la de campo, esta investigación de campo o directa es la que se efectúa en el lugar y tiempo en que ocurren los fenómenos objeto de estudio. Para obtener esta información primaria lo haremos de dos formas:

- Observación directa en la que tomaremos los datos de los documentos elaborados en cada una de las fases del proceso de planeamiento y obtención de recursos.
- Observación indirecta en la que precisaremos cuestionarios y entrevistas, pues la información no se puede extraer de la observación directa.

En la observación directa accederemos a los documentos confeccionados en cada una de las etapas de la obtención de recursos que se hayan tramitado para su informe por el GEC a través de la Instrucción 67/2011 y finalmente a los informes de órdenes de proceder <sup>197</sup> previos a la contratación de estos recursos. Con la información contenida en cada una de las estimaciones de costes informadas o elaboradas por el GEC exigidas por la instrucción 67/2011, el investigador ha confeccionado una base de datos que comprende el periodo octubre 2.011 / junio de 2.015. Con ello daremos respuesta a una parte de los objetivos planteados en este trabajo.

En relación a la observación indirecta realizaremos una encuesta. Cuando la selección de los elementos y la determinación del tamaño de la muestra no se hace de forma objetiva siguiendo criterios técnicos, sino según el criterio del entrevistador, el muestreo se denomina discrecional o no estadístico y es muy

---

<sup>197</sup> Documento que apoya el proceso de decisión de los contratos que van a ser adjudicados por el procedimiento negociado, aportando elementos de juicio sobre los aspectos que afectan a la justificación de su importe y a la estimación de su presupuesto, así como a la determinación, revisión y pago del precio.

utilizado en las ciencias sociales. En este tipo de muestreo es posible que el encuestador/investigador seleccione directamente a los individuos de la población, cuestión que se produce en este caso.

A lo que deben responder ambas acciones es a completar/abarcarse aquellos objetivos que no han sido cubiertos en el marco conceptual que son:

El objetivo A) ha sido cubierto por el marco teórico y expuesto en el capítulo III C). 1

Respecto a la parte del objetivo B): Exposición y comparación del procedimiento de estimación de costes ha sido cubierta en el marco teórico en el capítulo III B) y III C) 2. El resto del objetivo: “La verificación del uso de las técnicas de estimación y estructuras de producto, trabajo y costes en el proceso de estimación de costes del ciclo de vida de un sistema de armas en España” se cubrirá mediante el análisis de los documentos e información introducida en la base de datos confeccionada por el investigador y la encuesta.

Para cubrir el objetivo C) “Cobertura del coste del ciclo de vida que los sistemas de información corporativos de defensa españoles contemplan y valorar su utilización en el proceso de estimación del CCV”; se hará mediante el análisis de los documentos e información introducida en la base de datos confeccionada por el investigador y la encuesta.

Para cubrir el objetivo D) relativo al cálculo de las desviaciones entre las estimaciones realizadas por la Administración y las que realizó, en una misma fase o etapa y momento, la industria; lo cubriremos mediante el análisis de los documentos e información introducida en la base de datos confeccionada por el investigador.

Para cubrir el objetivo E) relativo a identificar los parámetros y herramientas usadas por la administración, empresa, organizaciones para estimar, detallando la fase, etapa del ciclo de vida en la que se utilizó; lo cubriremos con publicaciones de las organizaciones expuestas en la investigación, el análisis de los documentos e información introducida en la base de datos confeccionada por el investigador y la encuesta.

## **1 Metodología de trabajo, población y muestra**

- Observación directa en la que tomaremos los datos de los documentos elaborados en cada una de las fases del proceso de planeamiento y obtención de recursos. Para ello hemos elaborado una base de datos con los 118 documentos informados o elaborados por el GEC en relación a la estimación del CCV durante el periodo 10/2.011 a 06/2.015. El formato de la base de datos obedece al siguiente esquema:

| Nº SOLIC | FECHA SOL | TITULO  | ETAP | INFORME GEC   | FECHA INF | ¿ QUIEN 1?   | T1 | TECNIC/HER/VID   | P  | ESTIMACIÓN ADQUISICION            |  |                      |         |         |         |     |
|----------|-----------|---|------|---|-----------|--|----|--|----|-----------------------------------|--|----------------------|---------|---------|---------|-----|
|          |           |   |      |   |           |  |    |  |    | PARAMETRC                         | DOS ESTIMAC 1  | DESVIAC INE E        | ¿NIV P? | ¿NIV T? | ¿NIV C? |     |
| 2013082  | 9/2/2013  | Equipos de Búsqueda Militar/Military Search (Fase DDV). NO HAY ANTERIOR | DDV  | La estimación que recoge el presente informe es la suma de las estimaciones realizadas por el Centro Internacional de Desminado de la Academia de Ingenieros (ACING) y el propio GEC para las diferentes prestaciones objeto del programa de obtención de Equipos MS. 21 Sistemas basicos HORQUILLA ENTRE 1,890M€ + 7 Sistemas de instalación 280,000 €+ 1 elementp adicional 250,000€. TOTAL horquilla entre 2,42M€ Y 4,73M€ |           | CID+GEC+DOTACIÓN CORONEL XXXXXXXX ACADEMIA DE INGENIEROS HOYO DE MANZANARES Teléfono: XXXXXX | 1  | .-VEHICULOS : GEC, ANALOGIA. - EQUIPO DE PROTECCIÓN: TRAJE , OPINIÓN expertos y anlogia realiza CID; TRAJE NBQ; DOTACIÓN; MANTA ANTIFRAGMENTOS: ANALOGIA, CID; INHIBIDOR PORTATIL : DOTACIÓN.- EQUIPOS DE DETECCIÓN : ANALOGIA, OPINIÓN, DOCTACION : CID Y DOTACIÓN.- EQUIPOS DE TRABAJO A DISTANCIA: OPINIÓN, ANALOGIA Y DOTACIÓN : CID Y | 15 | SOLO 15 PRIMEROS AÑOS ¿ Por que ? | PREDOMINA EL VEHICULO 35% Y EL EQUIPO DE TRABAJO A DISTANCIA 30% | NO HAY FASE ANTERIOR | 1       | 2.3     | 2       | 2.3 |

Figura 15: Campos de la base de datos confeccionado por el investigador. Fuente : Elaboración propia.

Los campos incluidos en orden secuencial son: N° solicitud del informe de estimación; Fecha solicitud; Titulo del Recurso a adquirir; Etapa que se cubre del proceso de obtención de recursos; Informe del GEC; Fecha informe; Quien realiza la estimación; T1: código numérico que identifica si el siguiente campo recoge que se han aplicado técnicas de estimación; Tec y Herr: Técnicas y herramientas. VID: Años de vida del sistema; P1: código numérico que identifica si el siguiente campo recoge que se han utilizado parámetros en la estimación de la adquisición; Parámetros: Parámetros usados ;Dos estimaciones: si además de la realizada por la administración figura en el documento otra distinta realizada por la Industria u otro; Desviac Ind1: Si entre la administración y la Industria hay desviaciones en sus estimaciones y el importe; E: código numérico que identifica si en el siguiente campo se recoge que se han usado las estructuras ESDP, ES DT, ES DC en la estimación. Niv P: Nivel

de desglose de la estructura de producto; Niv T: Nivel de desglose de la estructura de trabajo; Niv C: Nivel de desglose de la estructura de costes;

La tabla continua en:

| ESTIMAC SOSTENIMIENTO, OPERACIÓN MODERNIZACIÓN Y BAJA |    |                               |    |  |    |        |            |         |     |                          |          |
|---|----|-------------------------------|----|--|----|--------|------------|---------|-----|--------------------------|----------|
| S   | T2 | QUIEN2?                       | T3 | TECNIC/HER   | P2 | PARAMI | DOS ESTIMA | DESVIAC | IND | DESV ORDEN ¿SE ALMACENA? | ACCIONES |
| 1   | 1  | MANTENIMIENTO Y MODERNIZACIÓN | 1  | MANTENIMIENTO PREVENTIVO ENTRE UN 10 Y UN 12% DE LA INVERSIÓN EN 15 AÑOS. ANALOGÍA CON OTRAS ADQUISICIONES, COTIZACIONES EMPRESAS Y BÚSQUEDAS POR INTERNET | 1  |        |            |         |     |                          |          |

Figura 16: Campos de la base de datos confeccionado por el investigador. Fuente : Elaboración propia.

S: Código numérico que identifica si se estima el sostenimiento? ; T2: ¿ código numérico que identifica si se estima todo el ciclo de vida?; Quien realiza la estimación; T3: código numérico que identifica si el siguiente campo recoge que se han aplicado técnicas de estimación en la estimación del ciclo de vida ; Tecnic/Her2: La técnica utilizada en la estimación del ciclo de vida; P2: código numérico que identifica si el siguiente campo recoge si se han utilizado parámetros en la estimación del ciclo de vida; Paramet2: Parámetros utilizados en la estimación del CCV; Dos estimaciones: si además de la realizada por la administración figura en el expediente otra del ciclo de vida distinta realizada por la Industria u otro; Desviac Ind2: Si entre la administración y la Industria hay desviaciones en sus estimaciones del ciclo de vida y el importe; Desv Orden: Desviación de la estimación con la orden de ejecución (anterior a contratación) ; Se almacena : Indica si se ha grabado en algún soporte; Acciones: Se recomiendan acciones.

Una vez abordemos la observación directa y para completar nuestro estudio acudiremos a la:

- Observación indirecta en la que precisaremos cuestionarios, entrevistas, etc. pues la información no se puede extraer de la observación directa.

Como hemos citado hay dos tipos de muestras: probabilística y no probabilística, la no probabilística es aquella en que las unidades no se seleccionan por procedimientos al azar, dentro de esta no probabilística en el muestreo intencional el investigador selecciona de modo directo los elementos de la muestra que desea participen en el estudio.

Considerando el tema de investigación, los intervinientes en el procedimiento de obtención de recursos, los objetivos planteados, observamos que corresponde una muestra intencional (no probabilística) puesto que los intervinientes en el procedimiento objeto del estudio es un grupo limitado y dentro de él es necesario seleccionar a aquellos que sean técnicos y tengan relación directa por su participación en el procedimiento de estimación del CCV.

Estas muestras, aunque son interpretadas como poco rigurosas y sin base teórica, son muy frecuentes, es más en ciertas ocasiones es más adecuado usar un muestreo no probabilístico, por ejemplo cuando tenemos que estudiar poblaciones no homogéneas, o en estudios, como es el caso, que se dirigen a grupos muy específicos, donde es crucial una selección de intervinientes con determinados conocimientos, perfil, etc. Por lo tanto, en este tipo de muestras, la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las condiciones que permiten hacer el muestreo (acceso o disponibilidad, conveniencia,..), así que son seleccionadas con mecanismos informales, por lo que no es posible calcular con precisión el error estándar de estimación.<sup>198</sup> Además, los investigadores cualitativos suelen evitar las muestras probabilísticas, puesto que lo que buscan son buenos informantes, es decir, personas informadas, lúcidas, reflexivas y dispuestas a participar en la investigación.<sup>199</sup>

Por ello, en función de la clasificación que haremos de los actores y en función de su intervención dentro del proceso de obtención de recursos, hemos elaborado un cuestionario tipo dirigido a siete grupos de población. Estos grupos podrán contestar a cuestiones distintas que cubran parcial o totalmente los objetivos de esta investigación.

### **Universo, población y muestra.**

---

<sup>198</sup> HAMMERSLEY, M. ATKINSON, P. 2.001. "El diseño de la investigación; problemas, casos y muestras". Etnografía. En: Hammersley M, y Atkinson P. Métodos de investigación. Barcelona: Paidós; pp. 40-68

<sup>199</sup> SALAMANCA A, MARTÍN C, 2.007 "El muestreo en la investigación cualitativa". Nure investigación . N° 27. p. 3

Como la materia a investigar está reglada, para obtener nuestro universo, hemos de revisar la normativa española que regula el proceso de obtención de recursos, su ciclo de vida y el análisis de costes y precios.

- Orden Ministerial 128/2007 de la Secretaria de Estado de Defensa por la que se aprueba el procedimiento para la prestación de los servicios de análisis de costes y precios en el ámbito del MINISDEF: Estimaciones objetivas del CCV.
- Instrucción 5/2008 de 15 de enero de SEDEF, por la que se regula el sostenimiento del armamento y material.
- Instrucción 2/2011 de SEDEF por la que se regula el proceso de planeamiento de los recursos financieros y materiales.
- Instrucciones 67/2011 y la 72/2012 del secretario de Estado de Defensa por la que se regula el proceso de obtención de recursos materiales.
- Ley de contratos del sector Público de España. RD leg 3/2011 de 14 de noviembre.

El tipo de cuestiones a plantear son las relacionadas directamente con los objetivos no cubiertos, como se puede apreciar en estos objetivos las cuestiones serán técnicas y a las que solo podrá contestar un grupo no muy extenso de personal cualificado. Teniendo en cuenta ambas cuestiones (normativa y personal cualificado) nuestro universo será:

- Empresas que intervinieron en el proceso de obtención de recursos desde su aprobación.
- En los Estados mayores, el personal que ha realizado las estimaciones de costes. ( Sección de Planes )
- En el Mº de Defensa, personal de la DGAM, DIGENIN y DIGENECO (GEC) que intervienen en el proceso de obtención.
- Empresas de consultoría especializadas en materia de Defensa que trabajen con el Mº de Defensa cubriendo encomiendas de Gestión y dentro de las encomiendas abarquen estudios específicos relacionados con el CCV o con la regulación de este.
- Oficinas de programas.
- Grupos logísticos.

Concretando y dentro de la Administración:

- En los documentos DNO, OEM y REM son los Estados Mayores de los Ejércitos los encargados de calcular las estimaciones de costes con lo que acudiremos al personal de las Secciones que se

encargan de estos cálculos. En el Mº de Defensa al personal de las Direcciones Generales de la SEDEF que tienen relación económica en el proceso de obtención 36 personas.

- En los documentos DDV personal de los órganos directivos de la Secretaría de Estado de la Defensa de las direcciones DGAM, DIGENIN, DIGENECO 25 personas. Dentro de esta última dirección cobran especial relevancia la Subdirección de Contratación y el Grupo de Evaluación de Costes, 15 personas.
- En los documentos DDP y EDD personal de las oficinas de programas 39 personas.
- Para el sostenimiento, en la fase de servicio, consultaremos a los Centros logísticos de los tres Ejércitos y para la operación a la Subdirección de Contabilidad de MINISDEF, 30 personas.

Personal de empresa:

- Dado que un 80% de la facturación de Defensa en España se centra en un grupo reducido de seis empresas <sup>200</sup> hemos elegido a estas y dentro de ellas un total de 38 personas.
- Empresas de consultoría especializadas en Defensa, una empresa: ISDEFE 65 personas. <sup>201</sup>

Resumiendo el cuadro resultante es:

| POBLACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN   |     |
|---|-----|
| Estados Mayores de los tres Ejércitos , EMAD, UME                           | 36  |
| DIGENIN, DGAM   | 25  |
| Oficinas de programa.   | 39  |
| Grupos Logísticos de los tres Ejércitos ( Tres grupos )                     | 30  |
| DIGENECO.Subdirección de Contratación. GEC.                                 | 15  |
| Grandes empresas  | 38  |
| Empresas de Consultoría (Una, la adjudicataria de la encomienda de gestión) | 65  |
| TOTAL.....  | 248 |

Tabla XXVI: Población de nuestro estudio.

<sup>200</sup> La Industria de defensa en España. 2010, 2011, 2012 y 2013. [www.defensa.gob.es/politica/armamento\\_material/industriaespañoladedefensa](http://www.defensa.gob.es/politica/armamento_material/industriaespañoladedefensa). EADS-CASA(AIRBUS), NAVANTIA, AIRBUS MILITARY, INDRA SISTEMAS, INDUSTRIA DE TURBOPROPULSORES y SANTA BÁRBARA SISTEMAS, realizaron entre 78 y el 81% de la facturación de Defensa.

<sup>201</sup> De la plantilla total de ISDEFE hemos seleccionado a los que tienen relación directa con la Subdirección de Contratación y GEC a través de la Encomienda de Gestión.

Antes de seleccionar la muestra entre la población, se procede a verificar que el encuestado responde a un determinado perfil técnico, diferenciando la muestra en la Administración, de la muestra en la empresa:

#### Personal de la Administración

- Nivel ejecutivo/directivo.
- Que realice funciones de estimación de costes y precios o que le corresponda hacerlas.
- Que maneje información de los principales sistemas de armas.
- Que no haciendo funciones de estimación de costes y precios trabaje en alguna de las Secciones encargadas de regular estos procesos o participe como jefe de oficina de programas.

#### Personal de las empresas:

- Nivel ejecutivo/directivo, ejerce en el Área Financiera, Auditoría, Contabilidad, Planificación, ....
- Que realice funciones de gestión de proyectos y/o de estimación de costes y precios o le corresponda hacerlas.
- Que no haciendo funciones de estimación de costes y precios pertenezca a la oficina de gestión de proyectos/programas o actúe como jefe de programa.

La muestra elegida es una no aleatoria, no elegida al azar, pues solo una pequeña parte de un sector específico de la población tiene conocimiento del tema para poder contestar.

En función de estos perfiles y de la accesibilidad al encuestado hemos elegido:

De los Estados Mayores de los Ejércitos y DGAM responden 20 personas.

En los centros logísticos de los tres ejércitos responden 14 personas.

En las empresas contratantes elegimos 18 personas.

En el GEC, de sus componentes, los 5 que más experiencia tienen en estimaciones de costes dentro del Grupo.

En empresas de Consultoría de Defensa, ISDEFE, de los 65 que están trabajando en la materia de esta investigación hemos elegido a los 7 que tienen relación directa con la materia a investigar y dedicación exclusiva al GEC.

De DGAM, DIGENECO y DIGENIN 16 personas.

De las oficinas de programas 29 personas, todas con la categoría de jefe de programa.

La muestra fue finalmente de: 109 de una población de 248.

|  | Población | Muestra | % Muestra |
|--|-----------|---------|-----------|
| Estados Mayores de los tres Ejércitos y DGAM ( Cuatro )    | 36        | 20      | 55%       |
| DIGENIN, DGAM, DIGENECO                                    | 25        | 16      | 64%       |
| Oficinas de programa                                       | 39        | 29      | 74%       |
| Grupos Logísticos de los tres Ejércitos ( Tres grupos )    | 30        | 14      | 46,7%     |
| Subdirección de Contratación Grupo de Evaluación de Costes | 15        | 5       | 33,3%     |
| Grandes empresas   | 38        | 18      | 47,4%     |
| Empresas de Consultoría (Adjudicataria encomienda gestión) | 65        | 7       | 10,8%     |
| TOTAL.....   | 248       | 109     | 43,9%     |

Tabla XXVII: Muestra elegida entre la Población de nuestro estudio.

Debido a la disponibilidad de este personal, el número de encuestas enviadas fue de: 91, de las que fueron recibidas: 37

|  | Encuestas enviadas | Encuestas recibidas |
|--|--------------------|---------------------|
| Estados Mayores de los tres Ejércitos y DGAM ( Cuatro )    | 16                 | 6                   |
| DIGENIN, DGAM, DIGENECO                                    | 14                 | 4                   |
| Oficinas de programa                                       | 29                 | 6                   |
| Grupos Logísticos de los tres Ejércitos ( Tres grupos )    | 14                 | 4                   |
| Subdirección de Contratación Grupo de Evaluación de Costes | 5                  | 5                   |
| Grandes empresas   | 6                  | 5                   |
| Empresas de Consultoría (Adjudicataria encomienda gestión) | 7                  | 7                   |
| TOTAL.....   | 91                 | 37                  |

Tabla XXVIII: Encuestas enviadas y recibidas.

## 2 Instrumentos y técnicas de recolección de información.

*Elaboración del cuestionario.*

El lenguaje usado aunque técnico tiene que ser fácilmente comprensible, preguntas no ambiguas. Que no ocupe más de quince minutos.

*Tipo de preguntas.*

Tenemos en cuenta los siguientes criterios:

- Al venir marcadas y delimitadas por los objetivos y ser estos muy amplios se ha elegido un tipo de entrevista abierta en su mayoría y un 20% cerrada o mixta.
- Según el objetivo marcado las preguntas pueden ser directas o indirectas. Si el contenido de la pregunta y el objetivo coinciden : directa , no coinciden : indirecta. El 90% de las cuestiones planteadas son directas.

Se ha realizado un cuestionario único indicando a continuación de cada cuestión que grupos han de contestar a cada una de las preguntas.

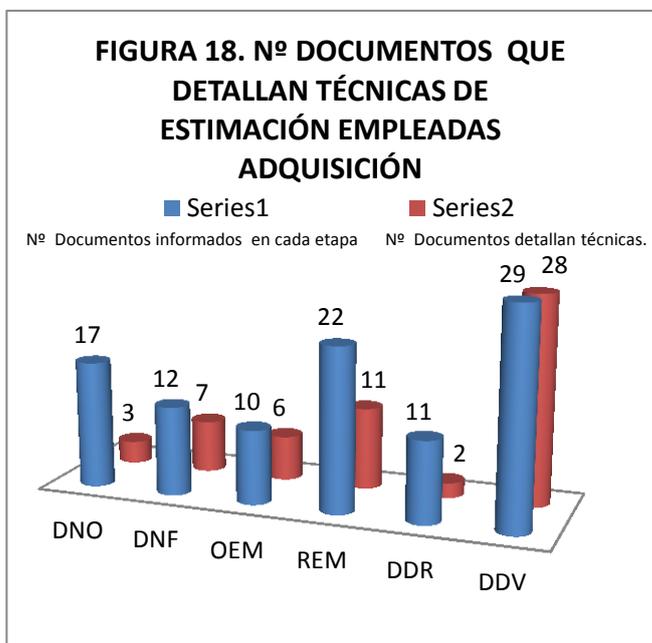
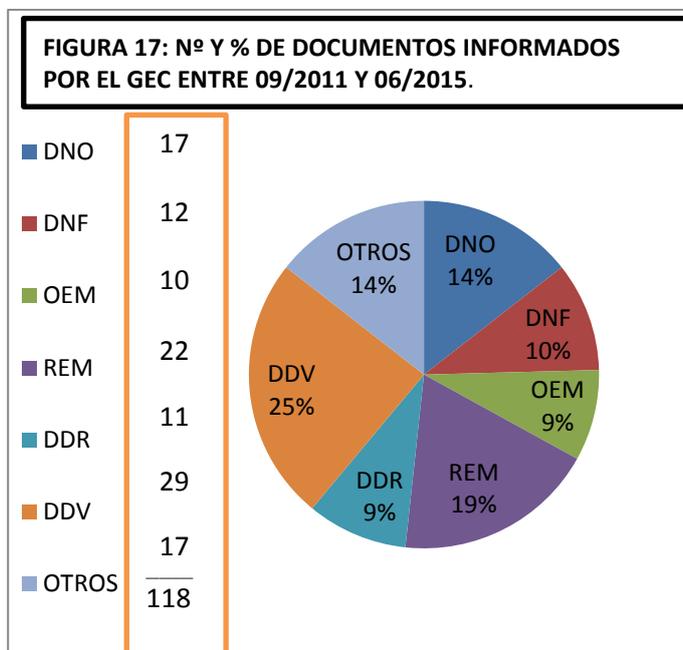
| Nº | TEXTO   | POBLACION   | OBJETIVO |
|----|---|---|----------|
| 1  | ¿ Tienen algún procedimiento o metodología para realizar la estimación/actualización del CCV? .Caso afirmativo ¿ Cual ? ¿ Quien lo ha elaborado ? ¿ Hay guías o manuales ?  | EME, EMA/GEC/EMPRESA/ DIRECCIONES/ OFIC. PORGRAMA             | B        |
| 2  | ¿ Usa alguna técnica / herramienta para estimar costes ? ¿ Cual ? ¿ En que fases ?  | EME,EMA/GEC/EMPRESA/ DIRECCIONES/ OFIC. PROGRAMA              | B        |
| 3  | ¿En las estimaciones realizadas se han utilizado estructuras de desglose de producto, trabajo y costes?   | EME, EMA /GEC/EMPRESA/ DIRECCIONES                            | B        |
| 4  | ¿A qué nivel se ha detallado en la estimación la familia en producto? ¿Y en trabajos ? ¿Y en costes?  | EME, EMA /GEC/OFIC PROGRAMA/EMPRESA/ DIRFCCIONFS              | B        |
| 5  | ¿ Para realizar la estimación del coste del ciclo de vida es aprovechable la información de históricos de su organización ? ¿ En que partes del ciclo de vida ? ¿ En que medida?  | EME, EMA /GEC/EMPRESA/LOGISTICOS/ OFIC. PROGRAMA              | C        |
| 6  | En su opinión ¿ Que cobertura del coste del ciclo de vida dan los sistemas de información corporativos de los ejercitos/defensa españoles ?   | EME, EMA /GEC/EMPRESA/LOGISTICOS/ DIRECCIONES/ OFIC. PROGRAMA | C        |
| 7  | ¿ La información del ciclo de vida se almacena ? Caso afirmativo ¿ De que parte del ciclo de vida? ¿ En que tipo de base de datos ?   | EME, EMA /GEC/EMPRESA/LOGISTICOS/ OFIC. PROGRAMA              | C        |
| 8  | Tiene un sistema de información que explote esta información histórica para obtener datos en las estimaciones?. Explicar. Caso afirmativo ¿ Se utiliza esa información para realizar las estimaciones del CCV ?               | EMA/GEC/EMPRESA/LOGISTICOS / OFIC. PROGRAMA                   | C        |
| 9  | ¿ Cuántas veces ha manejado en el proceso de obtención de recursos dos estimaciones distintas, Industria y Administración? ¿ Principalmente en que etapa ? ¿ Desviaciones observadas entre la Industria v la Administración ? | EME, EMA /GEC/ OFIC. PROGRAMA                                 | D        |
| 10 | ¿ Usa Parámetros o referencias para estimar ? Caso afirmativo ¿ Parámetros propios o externos ? Si son externos ¿ Cuales ? Si los parámetros son propios ¿ Cómo se han obtenido ?   | EME, EMA/GEC/EMPRESA/ DIRECCIONES/ OFIC. PORGRAMA             | E        |
| 11 | ¿ Se realiza la estimación del ciclo de vida completo ? Caso negativo. ¿ Que partes se estiman ? ¿ Quien la realiza ?   | EME, EMA/GEC/OFIC. PROGRAMA/EMPRESA                           | GENERAL  |
| 12 | En todos los casos ¿ Donde obtiene la información para elaborar las estimaciones ?  | EME, EMA/GEC/EMPRESA/ DIRECCIONES/ OFIC. PORGRAMA             | GENERAL  |
| 13 | ¿ Hay un procedimiento para almacenar esta información ? ¿ El personal que trata la información está plenamente dedicado a ello ?   | EME, EMA /GEC/EMPRESA/LOGISTICOS/ OFIC. PROGRAMA              | GENERAL  |
| 14 | ¿ En su opinión que fiabilidad tiene la información obtenida de sus sistemas ?  | EME, EMA /GEC/EMPRESA/LOGISTICOS/ OFIC. PROGRAMA              | GENERAL  |
| 15 | Las estimaciones de costes que elaboran ¿ Son almacenadas en una base de datos ? ¿ Se puede hacer seguimiento de las estimaciones y sus actualizaciones con los reales (incurridos)   | EME, EMA /GEC/EMPRESA/ OFIC. PROGRAMA                         | GENERAL  |

Tabla XXIX: Cuestionario de la investigación.

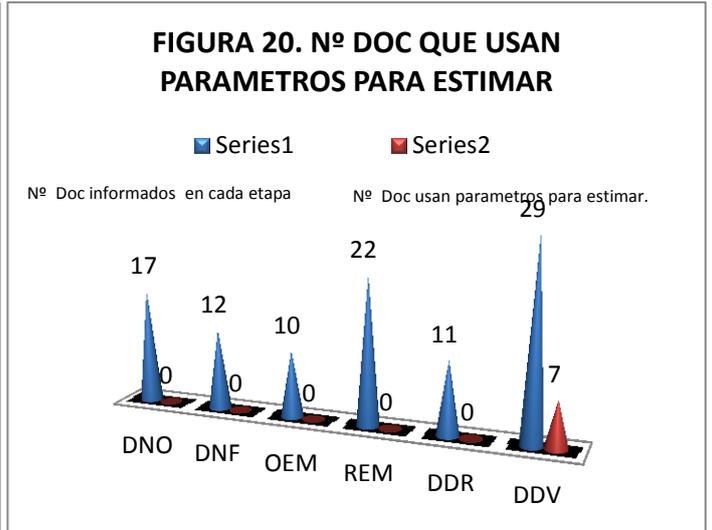
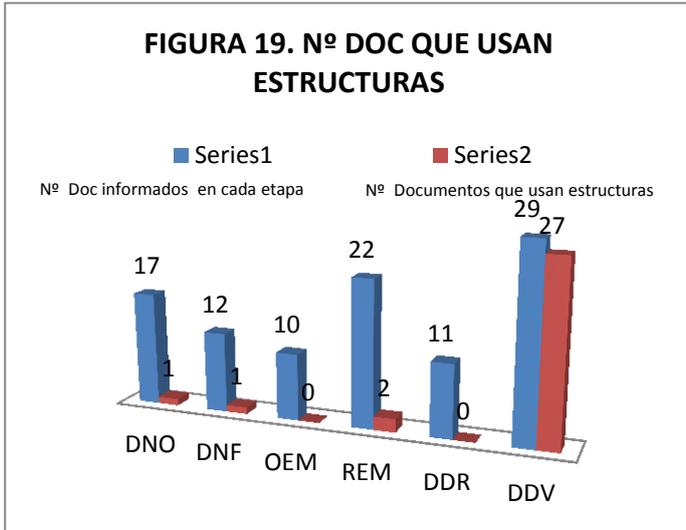
### 3 Análisis y exposición de resultados.

Las conclusiones y recomendaciones derivadas del análisis de los datos y la explotación de la información que resulte de este apartado se recogerán en el apartado final de conclusiones y recomendaciones.

En primer lugar explotaremos la base de datos confeccionada con la información obtenida en las etapas del proceso de obtención de recursos y posteriormente explotaremos la resultante de la encuesta. Los resultados alcanzados ordenados en función de los objetivos de la investigación aún no cubiertos son:



En las estimaciones de costes informadas por el GEC pero no realizadas por el, fases DNO hasta REM-DDR, solo en 5 de los 72 informes se describieron inicialmente las técnicas de estimación utilizadas para su cálculo en la adquisición, no obstante, en los informes que el GEC emite posteriormente sobre las estimaciones de costes contenidas en esos informes, consigue información adicional para que 29 de los 72 informes las describan. En fase DDV prácticamente el 100% de las estimaciones, que ya son realizadas por el GEC, describen la técnicas utilizadas.

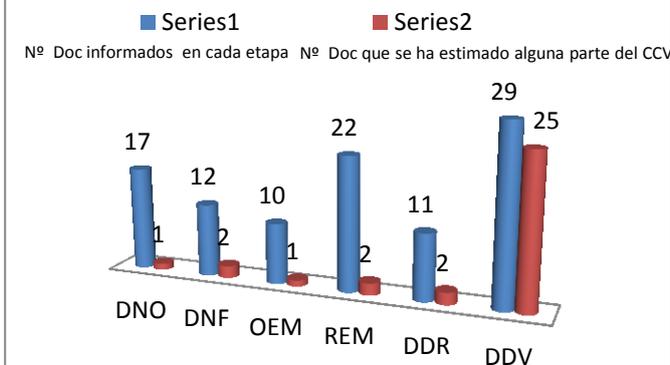


Las estructuras de producto, trabajo y costes son obligatorias desde la etapa DDV y recomendadas por el GEC en etapas anteriores, en el grafico adjunto observamos que se comienzan a utilizar en DDV pero no en todos los casos, además el nivel de desglose que presentan las estructuras es pobre, concretamente en el 79% de los casos la ESDT se encuentra entre el nivel 2 y el 3, en la ESDP en un 55% están entre el nivel 3 y el 4, en la ESDC únicamente se cubren los costes externos y en el 88% de los casos el desglose se sitúa igualmente entre el nivel 2 y el 3.

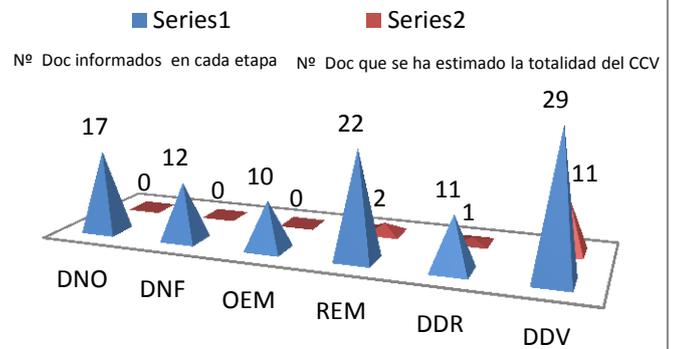
En la figura 20 observamos que de los 101 documentos informados o elaborados por el GEC únicamente siete utilizan parámetros para realizar el cálculo de las estimaciones.

El tiempo medio empleado en confeccionar una estimación de costes del ciclo de vida en fase DDV es de cuarenta y nueve días, periodo de tiempo muy breve para un sistema de armas. Esto sucede por varios motivos: presión que ejercen los ejércitos, no definición del alcance de la estimación en base a la línea base técnica, metodología de estimación no consolidada, apoyo prestado por la Industria insuficiente, informes de DDV distintos a sistemas de armas.

**FIGURA 21. N° DOCUMENTOS EN QUE SE HA ESTIMADO ALGUNA PARTE DEL CCV DISTINTA A LA ADQUISICIÓN**

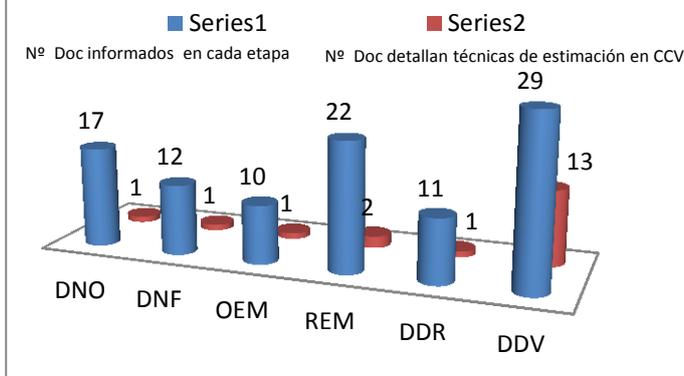


**FIGURA 22. N° DOCUMENTOS EN QUE SE HA ESTIMADO LA TOTALIDAD DEL CCV**

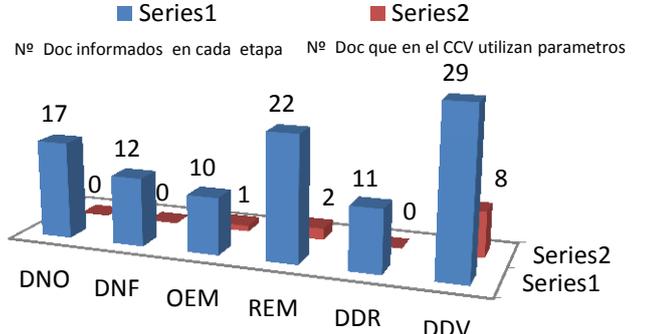


En las figuras 21 y 22 se pone de manifiesto que las estimaciones, parciales o totales, del CCV, en etapas distintas a DDV, son prácticamente inexistentes a pesar de que la Instrucción 67/2011 lo exige desde REM, DDR. Llama la atención el que solo se haya calculado la estimación del CCV completo en el 37,9 % de los casos (Llamamos completo pero no lo es, pues las estimaciones que se están realizando, no incluyen todo el apoyo logístico y están excluyendo la mayoría de los costes internos, entre los que figuran la mayor parte de los pertenecientes a la operación y los costes de retirada de los sistemas).

**FIGURA 23. N° DOC DETALLAN TÉCNICAS DE ESTIMACIÓN DE COSTES EN EL CALCULO DEL CCV**



**FIGURA 24. N° DOC QUE EN EL CALCULO DEL CCV UTILIZAN PARAMETROS**



En etapa DDV prácticamente el 100% de las estimaciones *de la adquisición* realizadas detallan las técnicas utilizadas (Figura 18), pero al estimar el resto del ciclo de vida este porcentaje baja al 44,8%

(Figura 23). Respecto al uso de parámetros en las estimaciones del resto del CCV es bajo como en la obtención (Figura 24).

En los informes de estimación de costes se han rescatado parámetros utilizados que no han sido contrastados y desconocemos su fiabilidad:

- Mantenimiento preventivo de los aviones no tripulados (UAV) es del 10 al 15% de la inversión. (Etapa: DDV)
- Coste anual de sostenimiento por hora de vuelo de helicóptero 3.000 euros (considerando 100 h vuelo año).
- Apoyo logístico inicial, formación y documentación 10% de la adquisición en los equipos WIT. (Etapa OEM)
- Mantenimiento de los sistemas portátiles de inhibidores de frecuencia entre el 5 y el 12% del precio de adquisición. (Etapa REM)
- Mantenimiento de las plantas de energía desplegadas para centros de transmisiones y sistemas 35% de la adquisición. (Etapa REM)
- Sostenimiento vehículos de combate sobre ruedas tipo 8X8 un 2,5% valor de compra año. (DDV)
- El gasto total dedicado a operación y mantenimiento del buque BAM durante sus 30 años de ciclo de vida es 1,24 veces el coste de adquisición del buque. (Etapa EDP)
- El gasto total dedicado a operación y mantenimiento del buque de proyección estratégica BPE durante sus 40 años de ciclo de vida se ha estimado en 1,78 veces el coste de adquisición del buque. (Etapa EDP)
- El gasto total dedicado a operación y mantenimiento de la fragata F-105 durante sus 30 años de ciclo de vida se ha estimado en 0,93 veces el coste de adquisición del buque. (Etapa EDP)

Si realizamos la media de estos tres parámetros correspondiente a la operación y mantenimiento, obtenidos para buques de superficie de su ciclo de vida, observamos que difieren notablemente (entre un 10 y un 15% inferior de media) con respecto a los obtenidos en la tabla VI (Buques de superficie media del 69%). Esto puede ser debido principalmente a que se consideran distintos periodos de vida en los tipos de buques, a una falta de imputación de costes, a unos criterios de reparto diferentes o a una combinación de estos factores.

Los tipos de técnicas de estimación utilizadas en las distintas etapas del proceso son:

Etapa DNO : De los 3 informes que detallan técnicas, 2 Informes investigación de mercado y 1 analogía.

Etapa DNF : De los 7 informes que detallan técnicas, 5 informes analogía combinado con históricos y parámetros, 2 informes analogía.

Etapa OEM : De los 6 informes que detallan técnicas, 3 utilizan analogía combinado con históricos y parámetros, 1 paramétrica, 1 mercado, 2 Bottom up + opinión de expertos.

Etapa REM : De los 11 informes que detallan técnicas, 4 investigación de mercado, 1 investigación de mercado y opinión de expertos, 1 investigación de mercado y analogía, 2 analogía y opinión de expertos , 3 FMS ( Federal Market Sales ).

Etapa DDR : De los 2 informes que detallan técnicas, 1 mercado e históricos y 1 analogía e históricos.

Etapa DDV : De los 28 informes que detallan técnicas, 6 investigación de mercado, 2 investigación de mercado y opinión de expertos, 1 investigación de mercado e históricos, 2 investigación de mercado, analogía e históricos, 1 investigación de mercado, analogía, paramétrica y opinión de expertos, 4 analogía y opinión de expertos, 3 analogía, opinión de expertos y paramétrica, 2 paramétrica, analogía y opinión de expertos, 1 opinión de expertos e investigación de mercado, 2 analogía, investigación de mercado, bottom up, opinión de expertos y paramétrica, 1 FMS, 1 históricos, 1 opinión de expertos, 1 paramétrico.

Además de lo ya manifestado, los resultados de explotar la información obtenida en la encuesta nos muestran:

Las empresas que contratan con DEFENSA, por regla general, no tienen un procedimiento de estimación del CCV, aunque cuando se lo requiere el cliente utilizan para su cálculo CERS, información de sus históricos y de otras empresas, complementada con datos que facilita, previa petición, el cliente; aunque la mitad de ellas están actualmente desarrollando un procedimiento propio. Para el cálculo de las estimaciones de la adquisición todas utilizan herramientas propias complementadas con varias comerciales. En las estimaciones que realizan utilizan principalmente analogía, bottom-up y paramétrica

, todo ello complementado con opinión de expertos y basándose en sus históricos. En cuanto a la información, cada una tiene un sistema propio, basado en una o varias aplicaciones que además de la información gerencial (ERP), cubren un sistema adicional logístico, uno de proyectos y otro para presupuestar u ofertar, estas aplicaciones facilitan la información que precisan para realizar sus estimaciones.

En los ejércitos y la Armada, el Ejército del Aire afirma que está desarrollando una metodología propia para el cálculo del coste de Ciclo de vida de las Flotas operadas por el (solo para la Fase de Apoyo en Servicio, que es la responsabilidad de los Cuarteles Generales). Los modelos desarrollados para la fase de apoyo en servicio se van a implantar utilizando una herramienta de mercado y basándose en históricos de la organización que es posible obtenerlos a través de su contabilidad analítica ( en opinión del investigador la más fiable en Defensa); estos históricos se almacenarán en la propia herramienta que permite además almacenar estimaciones y reales con lo que se podrá hacer seguimiento; pretenden validar los modelos utilizando análisis de sensibilidad. En relación a los parámetros opinan que se debe trabajar en curvas de regresión para obtener consumos de repuestos y tasas de fallo de los sistemas y han definido los parámetros que quieren utilizar en el futuro, aunque aún no están desarrollados. La fiabilidad de la información que manejan ha mejorado considerablemente en los últimos 10 años, aunque tiene margen de mejora en la parte logística. En opinión del investigador esta senda es la que deberían seguir el resto de los ejércitos.

De las encuestas recibidas del GEC/ISDEFE/Estados mayores/Oficinas de programa/DGAM, DIGENIN obtenemos que la información histórica del GEC no está estructurada, ni normalizada, aunque se está trabajando en ello. La información de costes que los ejércitos poseen está incluida en diferentes sistemas de información, dispersos, que no se comunican entre si, poco fiables y redundantes tanto en procesos como en información; esto se produce porque la gestión de la información económica y técnica de los sistemas de armas no es considerada por estos como un activo valioso, introduciéndose esta información en los sistemas como una labor administrativa que no requiere procedimientos, ni criterios, ni un personal formado y dedicado a realizarlo. Si particularizamos a los sistemas logísticos los desajustes en una misma información son aún más elevados, para que esta información resulte de utilidad es necesario desmenuzar y localizar su origen, reestructurarla y explotarla nuevamente. El nivel de desglose empleado en las estructuras utilizadas en DDV suele ser pobre, para trabajos y costes lo habitual es tener solo los niveles superiores y para producto se puede llegar a bajar más de nivel pero aún pobre. Opinan que en el futuro será muy complicado cuando no imposible utilizar un código de una estructura para

relacionarlo con el mismo código de otro sistema, en opinión del investigador esto sucederá conforme vayamos descendiendo en el nivel de las estructuras, en niveles más detallados será necesario un técnico conocedor del sistema que interprete la información. Los Estados mayores estiman la adquisición con técnicas sencillas (investigación de mercado, analogía) y solicitan información del resto del ciclo a sus grupos logísticos, de la que no siempre obtienen respuesta y cuando la obtienen tiene una fiabilidad baja.

Las oficinas de programas no suelen realizar labores de estimación del ciclo de vida o actualización.

## **CAPITULO VI: UNA PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCEDIMIENTO DE ESTIMACIÓN DEL COSTE DEL CICLO DE VIDA DE UN SISTEMA DE ARMAS EN ESPAÑA Y UNA PROPUESTA METODOLOGICA GENERICA PARA LA ESTIMACIÓN DEL CCV.**

Dentro de los objetivos propuestos en la investigación y concretamente el objetivo B) ha sido cubierto a falta de proponer mejoras al procedimiento si hubiéramos observado carencias, cuestión que ha quedado de manifiesto.

La visión de esta mejora en el procedimiento de estimación del CCV es la del comprador o cliente que ha sido detallada en el capítulo III-B. Los usuarios de esta mejora de procedimiento son todos aquellos que intervienen en el proceso de obtención de recursos. Además, con los resultados obtenidos en la investigación, propondremos una propuesta metodológica genérica de un procedimiento de estimación de costes del ciclo de vida.

La propuesta de mejora y la metodológica están basadas ordenadamente en la metodología OTAN, OCCAR, PMI, otras organizaciones expuestas en la investigación y la experiencia del investigador que se exponen en la tabla XXX.

| <b>UNA PROPUESTA DE MEJORA DE LA INSTRUCCIÓN 67/2011</b>   |             |              |   |
|--|-------------|--------------|---|
| <b>MIENTRAS NO DESARROLLEMOS NUESTRO PROCEDIMIENTO BASARNOS EN:</b>  |             |              |   |
|  | <b>OTAN</b> | <b>OCCAR</b> | <b>ESPAÑA</b>   |
| <b>PROPUESTA METODOLOGICA DE UN PROCEDIMIENTO DE ESTIMACIÓN DE COSTES BASADO: EN EL PROCEDIMIENTO DE ESTIMACIÓN DE LA OTAN/OCCAR/ESPAÑA Y OTRAS ORGANIZACIONES EXPUESTAS, EN LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN Y LA EXPERIENCIA DEL INVESTIGADOR.</b>   | -           | -            | <b>QUE EL GEC REALICE ITERATIVAMENTE EL PROCEDIMIENTO DE ESTIMACIÓN DEL CCV AL MENOS ENTRE LAS ETAPAS DDV Y EDP Y NO SOLO DDV. RECOGER EN INSTRUCCIÓN</b>   |
| <b>1) Procedimiento para la gestión del ciclo de vida.</b>   | X (1°)      | X (2°)       | <b>IR DESARROLLANDO REGULACIÓN ESPECIFICA</b>   |
| 2) Guías y criterios para adaptar el procedimiento estándar al caso específico.  | X(1°)       | X(2°)        | <b>IR DESARROLLANDO REGULACIÓN ESPECIFICA</b>   |
| 3) Estándares específicos de la organización : Políticas, Ciclo de vida producto etc.  | X(=)        | X(=)         | <b>DESARROLLAR E INCLUIR EN INSTRUCCIÓN LA NECESIDAD DE SU UTILIZACIÓN</b>  |
| 4) Plantillas.   | X           |              | <b>DESARROLLAR PROPIAS</b>  |
| 5) Planificación del cálculo del CCV. Confeccionar CERD/CARD (Cost estimation requirement document)&CAL&DADD. Línea base técnica.<br><br>La información que el CERD incluye como necesaria es:   | X           |              | <b>REQUERIR A LOS PARTICIPANTES EN EL PROCESO QUE ESTÉN DE ACUERDO CON EL CONTENIDO PRELIMINAR DEL CAL QUE SE DEBERÍA ACOMETER EN DDV. INCLUIR EN EL GRUPO DE TRABAJO QUE SE FORMA EN DDV AL GRUPO LOGÍSTICO DEL USUARIO</b>                          |
| A) Propósito de la estimación de costes, destinatarios, tiempo para realizarla, datos accesibles y limitaciones (definiendo restricciones externas e internas ).   | X           |              | <b>INCLUIR EN INSTRUCCIÓN. Delimitar en instrucción horquilla de tiempo para realizar las estimaciones en función de la complejidad del sistema.</b>  |
| B) Asunciones, the costing boundaries definirán que elementos de costes serán incluidos en el estudio.   | X(1°)       | X(2°)        | <b>DESARROLLAR ASUNCIONES PROPIAS, INCLUIR INSTRUCCIÓN RESPONSABLES. (Basarse inicialmente en publicaciones tipo operating and support cost estimating CAPE; Page 5-3)</b>  |
| C) Datos mínimos de entrada para la estimación en DDV como :   |             |              |   |
| - Descripción técnica del sistema, consistente en una visión general, sus principales características y componentes, la tecnología usada, sistemas similares existentes. Punto importante pues hay un gran número de asunciones que hay que realizar con carácter previo a realizar la estimación, p .ej.: Vida del sistema (esta irá variando dependiendo de la fatiga del sistema, durabilidad, requisitos, especificaciones, etc.), índices de inflación y cambio de la moneda, moneda constante/corriente, condiciones de paz/guerra (normalmente se reflejan en paz) y alcance de las estimaciones (interfaces con otros sistemas, integración en plataformas o en otros sistemas,...). |             |              | <b>INCLUIR EN LA INSTRUCCIÓN QUE EL GRUPO DE TRABAJO DE DDV DEBE FACILITAR EL CERD&amp;CAL COMO PASO PREVIO A REALIZAR LA ESTIMACIÓN E IRLO ACTUALIZANDO EN LAS ETAPAS POSTERIORES. DONDE NO EXISTA INFORMACIÓN EL GRUPO DEBE REALIZAR ASUNCIONES</b> |
| - Duración del sistema, cantidad de sistemas. <i>Definir el contenido del programa y del sistema:</i> Es una práctica  |             |              |   |

|  |      |      |   |
|--|------|------|---|
| adecuada definir el contenido del sistema (Por ejemplo: Características del sistema, Calendario del programa,, Conceptos de apoyo como mantenimiento software o entrenamiento, Apoyo especial como infraestructura u otras consideraciones especiales). Consideraciones de sostenibilidad  |      |      |   |
| - WBS a utilizar.  |      |      | X   |
| - Especialidad del personal que manejará el sistema, necesidades de formación,.....  |      |      | <p>INCLUIR EN LA INSTRUCCIÓN QUE EL GRUPO DE TRABAJO DE DDV DEBE FACILITAR EL CERD&amp;CAL (DATOS INDICADOS) COMO PASO PREVIO A REALIZAR LA ESTIMACIÓN. DONDE NO HAYA INFORMACIÓN DEBEN REALIZAR ASUNCIONES.</p>  |
| - Concepto operacional, escenario de operación, elementos de apoyo operacional, personal en operación.   |      |      |   |
| - Despliegue, áreas, duración estimada.  |      |      |   |
| - Proceso de apoyo logístico integrado: concepto de mantenimiento, fiabilidad, mantenibilidad, repuestos específicos, facilities para mantenimiento específico, consumo de combustible y de otros suministros,   |      |      |   |
| - Calendario de adquisición.   |      |      |   |
| - Estrategia de adquisición: Escenario industrial, multinacional escenario, software e información ...   |      |      |   |
| - Comprobación y evaluación del sistema.   |      |      |   |
| - Cualquier estimación de costes previa.   |      |      |   |
| D) Requisitos para documentar la estimación de costes y elementos en los que la estimación está basado.  |      |      | A ESTABLECER POR GEC Y GRUPO DDV  |
| <b>6) En sistemas relevantes, cuando en las primeras etapas se realice investigación de mercado y se observe no va a haber concurrencia, tratar de integrar equipos de proyectos de la organización, con dedicación exclusiva incluyendo técnicos en costes, en el proyecto del cliente desde estas primeras etapas (Joint venture). Además en estos casos se debe tratar de utilizar el resto de técnicas de estimación y se debe supervisar la estimación que realice el futuro contratista con arreglo a normas de costes de la organización.</b> |      |      | <p>INCLUIR EN INSTRUCCIÓN. SI LA EMPRESA PRESENTA GRAN RESISTENCIA Y NO SE PUEDEN INTEGRAR, CREARLOS IGUALMENTE Y QUE COLABOREN, CONTROLEN Y SUPERVISEN EL DESARROLLO DEL PROYECTO Y SU ESTIMACIÓN DE COSTES, PRESTANDO ESPECIAL ATENCIÓN AL CUMPLIMIENTO DE NODECOS. ESTOS EQUIPOS TRABAJARAN COMO PUENTE O ENLACE ENTRE LOS EQUIPOS DE LA EMPRESA Y NUESTRA ORGANIZACIÓN.</p> |
| 7) Preparar la estimación usando modelos preestablecidos, ejecutar la estimación y documentar el resultado.  | X(=) | X(=) | DEFINIR MODELOS PROPIOS   |
| A) Recolección de datos, validación, ajuste y su análisis que formará el núcleo de la estimación.  |      |      | PARA SISTEMAS DE ARMAS CREAR DESDE FASE OEM/REM   |

|   |      |      |  |
|---|------|------|--|
| <b>A1) Recoger tiempo empleado en este apartado en cada una de las fuentes y fiabilidad que el investigador asigna a cada fuente de datos: Muy alta, alta, media, baja, muy baja.</b>   |      |      | <b>GRUPO DE TRABAJO ESPECIFICO O UTILIZAR EL YA CREADO: JEFATURA LOGISTICA&amp; UTILIZADOR&amp;DGAM&amp;GEC (LIDERA GEC Y VALIDA RESULTADO)</b>  |
| <b>A2). En función de la información disponible, indicar si alguna parte del CCV se quedará sin cubrir y su influencia, si es posible, en % sobre el CCV.</b>   |      |      |  |
| B) El análisis es conducido por un especialista en costes pues con el debe obtener una estructura de costes elementales que deben ser estimados. Previamente establece las definiciones, directrices, medios, plan de trabajo y tiempo estimado. En función de la recolección y análisis de la información se deben llevar a cabo las tareas:   |      |      | <b>ETAPAS ANTERIORES A DDV QUE LAS REALICE EL EME, EMA, EMAD CON SUPERVISIÓN DEL GEC (GRUPO DE TRABAJO).</b>   |
| B1) Analizar el modelo del ciclo de vida desarrollado.  | X(=) | X(=) | <b>PREFERENCIA MODELO PROPIO A DESARROLLAR. USAR ESTRUCTURAS COMO PARTIDA; COMPLEMENTAR CON UNE EN 60300. ANALISTA DECIDE.</b>   |
| B2) Analizar y revisar el WBS y el PBS. ( WBS y PBS del contrato)   |      |      | <b>GEC + OFICINA PROGRAMA PERMANENTE (CREARLA). MIENTRAS NO SE CREA, FORZAR A QUE LAS DIRECCIONES GENERALES LO HAGAN. LIDERA GEC</b>   |
| <b>B2)-1 Cruzar documentos obtenidos en el procedimiento de estimación con los que ha realizado la Industria en sus estimaciones, si ha intervenido.</b>  |      |      |  |
| <b>B2)-2) Si de los documentos anteriores se deduce que por razones de seguridad, tecnológicas, etc. la obtención solo la puede realizar una empresa o que la organización no es capaz de definir las estructuras del contrato o estas son coincidentes con las genéricas, se debe realizar investigación de mercado, caso de no haberlo hecho con anterioridad. Si en este momento, se comprueba que no habrá concurrencia en el futuro y no se ha integrado un equipo de gestión de proyectos en la empresa (punto 6°), se debería contar con la única empresa posible para continuar el resto del procedimiento de estimación del CCV, especialmente de la adquisición, supervisando el proceso y cruzando con esta, donde se pueda, los documentos generados por las dos metodologías ( Gestión de proyectos &amp; Gestión de Programas).</b> |      |      | <b>INCLUIR EN INSTRUCCIÓN. Y ADEMÁS QUE EL GEC REALICE UN CONTROL SOBRE LAS DIVERSAS ITERACIONES DEL PROCEDIMIENTO DE ESTIMACIÓN DE COSTES QUE LA FUTURA EMPRESA REALICE CRUZÁNDOLO CON NUESTRO PROCEDIMIENTO. ADEMÁS SE LE ENCOMIENDE A LA FUTURA EMPRESA EL ESTUDIO DEL CCV PARA PODER COMPARARLO CON EL QUE REALICEMOS COMO ORGANIZACIÓN.</b> |
| B3) Desarrollar un GCBS. Agrupar actividades por niveles dentro de la GCBS basados en la finalidad y el alcance.  |      |      | <b>GEC. BASARSE EN ESTRUCTURAS Y EN UNE EN 60300</b>   |
| B4) Identificar los elementos de coste. (Identificarse en función de la finalidad y alcance de la estimación )  |      |      |  |
| B5) Seleccionar los métodos de estimación de costes por elemento de coste.  |      |      |  |
| <b>B5-1) Si no es posible acudir a históricos de la organización, utilizar además de las técnicas y como referencia los parámetros obtenidos que relacionan el ciclo de vida y sus fases o etapas. (Considerar que fiabilidad de estos es inversa al progreso de las etapas iniciales hasta puesta en servicio. Tabla VI).</b>  |      |      | <b>GEC</b>   |
| <b>B5-2) Si se hace investigación de mercado poner de manifiesto técnicas de investigación utilizadas por el mercado (única empresa, o varias )</b>   |      |      |  |
| B6) Aplicar las técnicas de estimación de costes, usar los parámetros y emplear las herramientas de estimación.   | X(=) | X(=) | <b>GEC. HERRAMIENTAS: SI ES APLICABLE, APLICAR TRUE PLANNING. SI NO, ADEMÁS APLICAR HERRAMIENTAS</b>   |

|  |      |      |   |
|--|------|------|---|
|  |      |      | OCCAR + OTAN  |
| B7) Estimar la cantidad de trabajo, plazos y costes.   |      |      | GEC   |
| B8) Revisar, mapear y calibrar para asegurar que se han contemplado las asunciones y el alcance, <b>por fases y etapas y sus actualizaciones e iteraciones.</b>  |      |      |   |
| C) Completado el proceso de estimación, para realizar la estimación del CCV el analista agregará los costes producidos en cada una de las fases en que se divide el ciclo de vida.   | X    |      | ESTIMACIÓN ADQUISICIÓN (ESPAÑA) + RESTO CCV (CON NUESTROSHISTORICOS VERIFICAR CON PARAMETROS INTERNACIONALES / NACIONALES;) |
| 8) Revisar, validar y documentar.  | X(=) | X(=) |   |
| - Revisar. Realizar un cálculo coste / riesgo. Ejecutar análisis de sensibilidad, de riesgos e incertidumbres.   | X(=) | X(=) | RECOGER EN LA INSTRUCCIÓN LA NECESIDAD DE UTILIZAR HERRAMIENTAS. DOTAR DE MEDIOS.   |
| - Validar.   | X(=) | X(=) |   |
| - Calibrar.  | X(=) | X(=) |   |
| - Documentar, describir y justificar en detalle las técnicas y herramientas empleadas, soportar cada una de las acciones tomadas en el procedimiento <b>por fases y etapas y sus actualizaciones e iteraciones.</b>  | X(=) | X(=) | ESTABLECER MODELO PROPIO DE PRESENTACIÓN. RECOGER EN INSTRUCCIÓN  |
| - Presentar e informar la estimación del CCV.  | X    |      |   |
| 9) Finalmente incluir lecciones aprendidas, <b>diferenciándolas por fases y etapas si es posible y sus actualizaciones e iteraciones.</b>  |      |      | INCLUIRLO EN LA INSTRUCCIÓN Y DEFINIR MANTENEDOR DE LECCIONES.  |
| <b>UNA VEZ CONTRATADO EL SISTEMA, ASIGNAR RESPONSABILIDAD DE ACTUALIZAR CCV Y PARAMETROS EN FUNCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DEL VALOR GANADO Y LAS AUDITORÍAS DE SEGUIMIENTO. REALIZAR AUDITORÍAS DE COSTES INCURRIDOS A OTRAS FASES DISTINTAS DE LA ADQUISICIÓN. RECOGER TODO ELLO EN LA NORMA.</b> |      |      |   |

Tabla XXX: Propuesta metodológica de un procedimiento de estimación del CCV. Leyenda, X: Se utiliza únicamente ese. X(1°): Se utiliza en primer lugar. X(2°):Se utiliza en segundo lugar. X(=): A elegir por el analista.

**Nota: Lo marcado en negrita es la aportación que realiza la investigación a la propuesta metodológica. Esta aportación está soportada por la investigación realizada en el capítulo V, por el resto de la investigación y la experiencia del investigador,** el resto no marcado en negrita proviene de los procedimientos de OTAN/OCCAR/España/Otras organizaciones y ha sido refundido y agrupado por el investigador.

A lo largo de la investigación se ha puesto de manifiesto que el coste de adquisición es una parte del CCV, concretamente en los sistemas de armas este coste oscila entre el 30% y el 40% del CCV. Considerando esta premisa, una decisión sobre alternativas que cumplan con la capacidad que se pretende cubrir basada únicamente en el coste de adquisición podría conducirnos a una toma de decisiones errónea ( P. ej. Costes de adquisición menores y operación y mantenimiento mayores )

Para estimar el resto del CCV ha quedado documentado que es recomendable utilizar datos históricos, sin embargo hemos verificado que nuestra información histórica está almacenada en sistemas heterogéneos, que el esfuerzo requerido para obtener y tratar esta información, que figura en distintos soportes y con distintos formatos, es muy alto, que no hay un procedimiento para el tratamiento de la

información del ciclo de vida, con lo que esta no es fiable. Además la contabilidad de costes en el MINISDEF está recién implantada y no está aún preparada para proporcionar datos sobre el CCV.

Con estos condicionantes si queremos estimar con cierta fiabilidad el resto del CCV deberemos hacerlo artesanalmente y utilizando una gran cantidad de recursos y tiempo. En aquellos casos que no dispongamos de recursos o tiempo para solventarlo podemos recurrir a parámetros (por ejemplo aquellos que nos dan el CCV en función de los costes de adquisición).

Nuestra propuesta para estimar el resto del CCV cuando no podamos obtener información y *únicamente en las primeras fases y etapas* del ciclo de vida de un sistema es utilizar estos parámetros para estimar un ROM y solo como referencia cuando si podamos. Si continuáramos utilizando estos parámetros en la fase de decisión (etapa DDV y posteriores) sería un error, pues estaríamos siempre recurriendo a la alternativa más barata en obtención que no siempre lo es en el computo total del ciclo de vida. No obstante, en aquellos casos que no hay concurrencia en la obtención y el cliente es cautivo en el mantenimiento/modernización ( Navantia - Armada española ) los parámetros que obtengamos en estas empresas tratados, analizados y actualizados adecuadamente nos permitirá utilizarlos durante todo el ciclo de vida e irlos ajustando conforme se avanza en este.

Los países desarrollados han clasificado sus sistemas de armas en familias, subfamilias y modelos, por ello y siguiendo esa clasificación hemos confeccionado una tabla tomando como referencia la clasificación realizada por CAPE EEUU.<sup>202</sup> Además esta guía divide el ciclo de vida en I+D+i, Fabricación y operación + sostenimiento. Basándonos en esta primera clasificación del ciclo de vida trataremos de obtener otros parámetros conforme vamos descomponiendo estas partes del ciclo de vida en más detalle y considerando las familias, subfamilias y modelos.

Los primeros parámetros en los que nos basaremos son los obtenidos en la tabla VI recopilados en el cálculo del CCV<sup>203 204 205 206</sup>.

---

<sup>202</sup> EEUU.DoD. 2.014. *Operating..* Op. cit.Page 2-2.

<sup>203</sup> Ibid.Page 2-2.

<sup>204</sup> NATO. 2.008. *Guidance..* Op. cit., Page 40

<sup>205</sup> NATO. RTO. 2012. *Independent cost..* Op. cit. p.12.

<sup>206</sup> PAUL BARRINGER H.DAVID P WEBER. 1.996. *Life..* Op. Cit. p.17

Con la clasificación propuesta y comparando con las familias de sistemas ( 7 de las 14 familias son de sistemas de armas) definidas en nuestro proceso de obtención de recursos faltarían :

Sistemas electrónica y CIS. (8)

Sistemas de medios de fuego. (9)

Sistemas de misiles y torpedos. (10)

| FAMILIA DEL SISTEMA (F)        | SUBFAMILIA DEL SISTEMA (S)           | MODELO DE LA SUBFAMILIA (M) |
|--------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| Aeronaves de ala fija.(1) (F1) | De combate1 (S1.1)                   | Modelo 1. (M1.1.1)          |
|                                |                                      | Modelo 2 (M1.1.2) .....     |
|                                | De transporte 2. (S1.2)              | Modelo 1 (M1.2.1)           |
|                                |                                      | Modelo 2 .....              |
|                                | De entrenamiento3.(S1.3)             | Modelo 1 (M1.3.1)           |
|                                |                                      | Modelo.....                 |
|                                | De pasajeros.4 (S1.4)                | Modelo.....                 |
|                                | Aeronaves de ala rotatoria. (2) (F2) | De ataque.1 (S2.1)          |
| Modelo.....                    |                                      |                             |
| De cargo.2 (S2.2)              |                                      | Modelo.....                 |
|                                |                                      | Modelo.....                 |
| De entrenamiento.3 (S2.3)      |                                      | Modelo.....                 |
|                                |                                      | Modelo.....                 |
| De pasajeros.4 (S2.4)          |                                      | Modelo.....                 |
|                                |                                      | Modelo.....                 |
| Sistemas terrestres. (3) (F3)  | Vehículo táctico. (S3.1)             | Modelo.....                 |
|                                | Vehículo de combate (S3.2)           | Modelo.....                 |
|                                | Vehículo artillero. (S3.3)           | Modelo.....                 |
| Buques de superficie. (4) (F4) | Destruyores.(S4.1)                   | Modelo.....                 |
|                                | Otros de combate. (S4.2)             | Modelo.....                 |
|                                | De transporte logísticos. (S4.3)     | Modelo.....                 |
|                                | De asalto anfibio. (S4.4)            | Modelo.....                 |
|                                | De municionamiento y carga. (S4.5)   | Modelo.....                 |
| Submarinos. (5) (F5)           |                                      |                             |
| UAVs. (6) (F6)                 |                                      |                             |
| Sistemas espaciales. (7) (F7)  |                                      |                             |

Tabla XXXI: Familias y subfamilias de sistemas y modelos de las subfamilias. Fuente: Tabla VII.

Como comienzo de la propuesta sería recomendable aceptar los años de vida de la tabla VII o en su caso reflejar los aprobados de nuestra organización (en cuyo caso la fórmula debe contemplar este hecho, pues es posible modificar los porcentajes definiendo un modelo por familia y partiendo de los años de esa familia y el porcentaje obtenido como datos, para obtener un nuevo porcentaje al variar los años). Es recomendable definir los elementos que se incluyen en la fórmula que vamos a proponer, las definiciones se referirán, siempre que sea posible, a estándares internacionales o nacionales.

CCV=Coste del Ciclo de Vida; Referencia a estándares donde se pueda. P. ej. Página 3 de la ISO 15288

F=Familia en general; (Catalogaciones genéricas. Definidas en la tabla XXXI)

F1= Familia de aeronaves de ala fija.

F2=Familia de aeronaves de ala rotatoria.

.....

S=Subfamilia en general; (Catalogaciones genéricas. Definidas en la tabla XXXI)

S1.1= Subfamilia (1) de la Familia (1): Aeronaves de combate.

S.1.2=Subfamilia (2) de la Familia (1): Aeronaves de transporte

.....

M=Modelo; (Catalogaciones genéricas. Definidas en la tabla XXXI)

M1.1.1= Modelo (1) de la Subfamilia (1) de la Familia (1)

.....

B=Coste de la fase de ejecución, mostrado como % del CCV; P. ej. AENOR. UNE EN 60300 pagina12 (B: comprendería las fases: Concepción, diseño, fabricación e instalación, del ciclo de vida allí definido)

C= Coste de la fase de servicio, mostrado como % del CCV; P. ej. AENOR. UNE EN 60300 pagina12 (C: comprendería las fases de operación & mantenimiento y eliminación del ciclo de vida allí definido).

I= Costes internos de la organización. Costes originados internamente como consecuencia del empleo de recursos en una actividad necesaria para cubrir las etapas, fases o el total del ciclo de vida de un sistema de armas.

E= Costes externos de la organización (Contratos). Costes originados por los contratos externos que la organización realiza para cubrir las etapas, fases o el total del ciclo de vida un sistema de armas.

CCVF1= Costes del ciclo de vida de la familia 1.

*Nivel 1*,  $CCVF1=B+C$ ; o  $CCVS1.1=B+C$  o  $CCVM1.1.1=B+C$ ; CCVF será la media de los CCVS y CCVS será la media de los CCVM considerados.

CCVF, CCVS, CCVM, B, C y sus subdivisiones se pueden a su vez desglosar; por ejemplo  $CCVF=CCVFI$  (CCV: Costes del ciclo de vida; F:Familia; I: Internos de la organización) +  $CCVFE$  (CCV: Costes del ciclo de vida; F:Familia; E:Externos de la organización=contratos) ;  $B=BI+BE$ ; BI ( Costes de ejecución internos), BE, CI y CE. El desglose en este nivel dependerá del detalle de la información que disponga la organización.  $CCVF1=BI+BE+CI+CE$

*Nivel 2*,  $B=B.1$  (Investigación + Desarrollo)+  $B.2$ (Producción) y  $C=C.1$ (Operación + mantenimiento ) +  $C.2$  (Retirada)<sup>207</sup> . En el caso de que la organización haya sido capaz de clasificar entre internos y externos,  $B=BI+BE$ ;  $BI=B.1I+B.2I$  y  $BE=B.1E+B.2E$  y así sucesivamente

Si obtenemos mediante históricos u otro modo alguna de las variables del grupo  $B= B1, B2$ , o del grupo  $C=C1, C2$ , al tener parámetros definidos en el nivel superior (grupo), se podrá obtener la otra variable de su grupo.

En este nivel las organizaciones no deberían tener muchas discrepancias.

*Nivel 3*,  $B.1= B.1.1$ (Investigación) +  $B.1.2$ (Desarrollo);  $B.2= B.2.1$  (Producción sistema de armamento) +  $B.2.2$  (Producción Infraestructura) + $B.2.3$ (Producción CIS);  $C.1= C.1.1$  (Operación) +  $C.1.2$  (Sostenimiento);  $C.2=C.2.1$  (Baja sistema de armamento) + $C.2.2$  (Baja Infraestructura) + $C.2.3$  (Baja CIS). En el caso de que la organización haya sido capaz de clasificar entre internos y externos, actuaríamos como en el nivel 2.

$B.1.1=$  Si lo obtenemos mediante alguna técnica, al tener parámetros definidos en el nivel superior (grupo), se podrá obtener la otra variable de su grupo ( Si son dos como es el caso).

$B.1.2=$  “ “ “ “ “ “ “ “ “ “ “ “ “ = “ “ “ “ “ .

<sup>207</sup> En la definición de estos parámetros no se ha considerado la retirada. Retirada = 0

.....

En este nivel las organizaciones podrían tener discrepancias si previamente no se ha definido Sistema de armamento, Infraestructura y CIS que igualmente se deberían referenciar a normas o estándares internacional, cuando ello fuera posible.

La fiabilidad de cada parámetro incluido en la tabla XXXI vendrá determinada por múltiples variables como: los años de vida considerados para el sistema de armas en cuestión; número de países que intervienen en la confección del parámetro; si el parámetro es dividido en costes internos y externos; aunque el parámetro refleja un porcentaje se debe indicar si se ha obtenido con cifras reales a través de aplicaciones paramétricas u otra técnicas de estimación, si no indicar como se ha obtenido; si los países tienen implantada contabilidad analítica de la que se puedan obtener los costes internos y externos; si poseen un sistema de gestión de los históricos de su organización; los criterios de reparto de los servicios comunes que imputan a los sistemas de armas; dentro de cada familia cuantas subfamilias se han considerado; dentro de cada subfamilia los modelos considerados, y dentro de los modelos cuantas unidades se han considerado; si fueron sometidos a modernización o no; si poseen una base de datos históricos y desde cuando la tienen implantada; la fiabilidad de la información de sus sistemas, etc.

Nuestra propuesta estriba en intercambiar los elementos de la formulas definidas con todos los países y organizaciones que se presten, para con ellos confeccionar una tabla de parámetros al mayor nivel de detalle posible. En cada parámetro deberíamos caminar a agrupaciones por modelos, dentro de los subsistemas incluidos en los sistemas (P. ej. En aeronaves de ala fija, las aeronaves de combate y dentro de ellas al avión concreto. Es decir descender dos niveles más en la parametrización de las familias de sistemas). Es recomendable que los países y organizaciones que aporten los parámetros citados en forma de porcentajes, faciliten una curva de evolución del parámetro en el tiempo y una fórmula que lo represente durante el ciclo de vida que estos le han asignado, de tal forma que cualquier organización pueda asignarle a su sistema de armas una duración distinta a la que se ha incluido para determinar el parámetro final y poder recalcular el parámetro en % en función de la curva y su fórmula.

Una vez consolidados estos parámetros se puede ir aumentando su complejidad introduciendo las variables que más influencia tengan en cada fase del ciclo de vida

Esta fórmula será muy útil en los casos de no concurrencia permanente en un tipo de sistemas de armas, pues la adquisición no condiciona los costes del resto del ciclo de vida.

Opinamos que al no facilitar datos de costes, sino únicamente porcentajes el intercambio de información será posible y estos parámetros podrían constituir una referencia para, al menos en las primeras etapas poder calcular con ellos el CCV y después utilizarlos como referencias. Mientras no se obtengan utilizaremos los parámetros que nuestra organización defina y los ya facilitados en la tabla VI.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

Conclusiones obtenidas *respecto al objetivo A)* Cruzaremos los procesos requeridos para obtener las estimaciones de costes independientes, exigidas en el proceso de obtención de recursos (Instrucción 67/2011 necesidades derivadas del planeamiento militar español), con los que se recogen en la metodología de gestión de proyectos

Para que el MINISDEF logre, con sus medios, estimar costes y precios tal y como la Instrucción 67/2011 le encomienda, debería seguir un método en el que detallará una proposición escrita, técnico-económica con la que pretendiera resolver una demanda utilizando los recursos humanos, materiales, tecnológicos o de otro tipo disponibles propios o ajenos, es decir realizaría un proceso de orden de magnitud, estudio preliminar, anteproyecto, proyecto o similar. Al no realizar la administración un proyecto, dentro del programa, sino que acomete el proceso de obtención de recursos desde el punto de vista del cliente (Dirección, seguimiento y control) no es posible seguir los mismos pasos que PMI marca, ver tabla XXII y XXIII, no obstante si examinamos los documentos producidos en las etapas del proceso de obtención de recursos observamos que algunas de las salidas obtenidas en los procesos en la Gestión de proyectos están contenidas dentro de los citados documentos. Además, como hemos citado, es desconcertante que en el proceso de obtención

de recursos no se acometan los proyectos y su gestión, pero se pidan documentos generados en esta Gestión de Proyectos, asignándoles una gran relevancia dentro del citado proceso.

En la fase de definición / etapa de determinación de la viabilidad (DDV), si que hay un nexo de unión literal con los procesos contemplados en la metodología del PMI, este nexo aparece en PMI en el grupo de procesos de planeamiento, área de conocimiento de gestión del alcance del proyecto (Crear WBS). Si en las etapas previas a DDV no hubiera intervenido la Industria en la estimación y se incorporara en esta, para que pudiera elaborar el WBS del contrato requeriría realizar los cinco procesos anteriores que la metodología de gestión de proyectos establece (Estos podrían haber sido ya acometidos parcialmente por el Ministerio).<sup>208</sup>

Conclusiones y recomendaciones obtenidas respecto *al objetivo B)*<sup>209</sup> Comprobaremos si en el proceso de obtención de recursos, en el ámbito del MINISDEF español, existe un procedimiento para estimar los costes del ciclo de vida. Lo compararemos con los definidos en la OTAN u OCCAR contemplando nuestras fortalezas y debilidades. Dentro de ese procedimiento verificaremos el uso de las técnicas de estimación y estructuras de producto, trabajo y costes en el proceso de estimación de costes del ciclo de vida de un sistema de armas en España. Si observamos carencias propondremos mejoras.

- 1) Sería recomendable regular la Gestión del Ciclo de Vida y completar el somero procedimiento de estimación del CCV contenido en la instrucción 67/2011 tomando como referencia la comparación realizada con OCCAR y OTAN en las tablas XXIV y XXV y la propuesta de mejora de la tabla XXX. La política de la OTAN trata de impulsar la eficiencia en la gestión de los recursos financieros, no sólo en sus propias agencias e instituciones, sino también en la gestión de las Naciones que la forman. La Unión Europea está apuntando en la misma dirección y también lo hacen organizaciones especializadas en la adquisición de sistemas de armas, como OCCAR<sup>210</sup>. Todo ello debe dar lugar a que los Ministerios de Defensa de las naciones aliadas en la OTAN y las de la Unión Europea traten de armonizar sus procedimientos y métodos para la estimación y análisis de los costes, para la negociación de los precios y para la gestión de

<sup>208</sup> EEUU. DOD. 2.011 Work.... Op.cit. 2.011. Pag. 11: Es esencial que el gobierno y el contratista estén de acuerdo en la elaboración del WBS y sus actividades al nivel que permita el momento en que nos encontremos, siendo descompuesto en niveles más detallados conforme se avanza en la definición.

<sup>209</sup> La mayoría de las conclusiones y recomendaciones aquí alcanzadas coinciden con las obtenidas en el informe del grupo de trabajo de la NATO SAS-054.

<sup>210</sup> OCCAR es una agencia Europea de contratación que encamina sus esfuerzos a promover acuerdos para la dirección de programas de armamento. <http://www.occar-ea.org/> Pagina WEB OCCAR.

compras. Conceptos como la "gestión del ciclo de vida de los sistemas" son fundamentales para conseguir la máxima eficacia a todos los niveles. OCCAR propone una gestión global para todo el ciclo de vida de los sistemas de armas.<sup>211</sup> Por ello nuestro procedimiento de estimación de costes debe tener en cuenta el desarrollado en la OTAN y la OCCAR, adaptando y completando nuestra normativa, guías y manuales a los que ya están desarrollados.

2) Del análisis y explotación de la base de datos de informes de estimación de costes en nuestro proceso de obtención de recursos, de las encuestas realizadas y de la experiencia adquirida en estos cuatro últimos años sería recomendable:

- Restringir el procedimiento de urgencia en la tramitación de los documentos resultantes en cada etapa del ciclo de vida, ya que provoca que las estimaciones de costes se realicen por orden de magnitud (ROM) o no se realicen;

- En la fase de definición y decisión, etapa de determinación de la alternativa de obtención (DDV), la instrucción ordena a las direcciones generales de la Secretaria de Estado elaborar la ESDP (PBS), la ESDT (WBS) y la ESDC (CBS) basándose en las estructuras genéricas normalizadas que se aprueben a tal efecto. Como hemos visto la técnica Top-Down usa un producto predefinido, o un WBS de un proyecto previo similar utilizándolo como modelo para definir el WBS desde lo general a lo específico, por lo general sustentada por el juicio de un experto. Este sería el caso que contempla la instrucción 67/2011 pero con la diferencia que por lo general no está sustentado por el juicio de un experto, aunque si de un técnico. Por ello sería recomendable elaborar una publicación que guíe la confección y adaptación de la ESDP, ESDT y ESDC;

- Los cálculos, soportes, técnicas y herramientas utilizadas en las estimaciones deberían ser accesibles y acompañar a los documentos elaborados en cada etapa.

- Los grupos de trabajo que se constituyen en DDV deben ser ágiles, no burocratizados y controlados por la oficina de gestión de programas permanente o un profesional técnico. El criterio técnico de los integrantes del grupo debe prevalecer sobre la categoría que ocupa en ese grupo, desvinculando a estos técnicos de cualquier relación jerárquica con el grupo y el organismo del que dependa.

---

<sup>211</sup> Tutor J, "Diez años de trabajo conjunto". Revista Española de Defensa. Número 273 Pág. 59. Madrid, mayo 2011

- Dentro del procedimiento de estimación del CCV es necesario definir y desarrollar un documento guía de planificación en el cálculo de la estimación del CCV tipo EEUU CERD; UK MDAL; OCCAR DADD, que sea aplicable desde la etapa DDV. Nuestra organización en esta etapa *exige unos resultados como si ya se hubieran iniciado, por parte de Defensa, los proyectos necesarios para acometer el programa y en absoluto es así, pues no se dispone de la información de entrada necesaria, ni definidos los procesos para convertirla en salidas, con lo que nuestras estimaciones en el caso que nos ocupa solo podrán ser, en su mayoría, por analogía, investigación de mercado, paramétricas u opinión de expertos.* Dentro de este procedimiento de estimación de costes es vital la clasificación preliminar del proyecto y exploración del conocimiento existente en la Industria nacional/internacional aplicable al proyecto y el número posible de oferentes.<sup>212</sup>

- Nuestras estimaciones en grandes programas (Sistemas de armas), programas complejos, de I+D,... son, en un 66%, las que la industria realiza para nosotros y que posteriormente nosotros adaptamos para cumplimentar la Instrucción 67/2011, la Administración no puede realizar estas labores que se le encomiendan sin contar con la participación y hasta diríamos liderazgo de la Industria.

- El nombramiento del Jefe del programa en el proceso de obtención de recursos se recoge en la etapa de establecimiento de programas, dentro de la fase de definición y decisión, y puede comprender uno o todos los proyectos que ese programa requiera, pero podría nombrarse distinto jefe de programa para cada proyecto, lo que en principio parece poco eficiente perteneciendo todos los proyectos al mismo programa. Además, observamos que el cargo no requiere necesariamente una formación técnica o de gestión específica, siendo desarrollado por el Cuerpo General de la Armada/ Infantería de Marina o Cuerpo de Ingenieros, excluyendo al cuerpo de Intendencia que, algunos de sus integrantes, si tienen los conocimientos técnicos. En relación a quien ejerce la responsabilidad de Jefe de programa es necesario afirmar que no existe una especialización que pueda preparar al militar que no tiene formación específica en este campo, ni experiencia, para poder adquirir los conocimientos técnicos necesarios para dirigir un programa. Además dentro de los órganos técnicos encargados del seguimiento de los programas, Dirección General de Armamento (DGAM), hay un alto índice de rotación de los militares profesionales lo que no redundaría en la especialización. Con estos condicionantes nunca se llega a suplir con la

---

<sup>212</sup> En relación a esta afirmación así se manifiesta la información contenida en “LA RESPUESTA INDUSTRIAL. Análisis de Mercado y Evaluación de la Capacidad Industrial” que afirma que Dentro de la estructura del MINISDEF y los CCGG, no existen organismos o grupos de personas que puedan ser identificados como Investigadores de Mercado ( fase posterior a la prospección de mercado); en cambio, en el ámbito de un programa de adquisición, podemos identificar un amplio grupo de personas que potencialmente pueden (¿deben?) realizar Investigaciones de Mercado dentro de su área de especialización.

experiencia esa formación necesaria que se debe impartir en los cursos de especialización (El curso superior en gestión de programas de MINISDEF es una pequeña parte del camino a la especialización). No obstante diversos estudios muestran que es preferible experiencia a formación<sup>213</sup>, la mejor formación es la práctica, por ello la mayoría de las escuelas de negocio imparten una enseñanza basada en la práctica (método del caso). Una mayoría de los profesionales que ocupan o van a ocupar un puesto como Jefe de programas en Defensa carecen de esa experiencia. Es más al estar ocupados la mayoría de estos puestos por oficiales de la escala de oficiales (cuerpo general), que hasta ahora en su formación carecían de conocimientos técnicos de dirección y gestión de proyectos, normalmente y por el perfil de carrera al que están condicionados, carecen del interés que tiene un experto que este dedicado a ello profesionalmente.

- Regular los tiempos mínimos, en función del tipo de programa, que en cada etapa los técnicos deben disponer para poder estimar con unas ciertas garantías;

- La estructura funcional de la organización debería evolucionar a la orientada a proyectos.

- Recomendamos adoptar el procedimiento de estimación de costes según la propuesta metodológica realizada en la tabla XXX e incluir en nuestra normativa la propuesta de mejora recogida en la misma tabla.

3) Por la definición expuesta de programa y de la lectura del resto de la instrucción 67/2011 observamos se mezclan procesos internos de nuestra organización, sobre los que si tenemos dirección y control, con procesos de gestión de proyectos (PMI), sobre los que, en su mayoría, no tenemos ni dirección ni control, y sin embargo la Instrucción 67/2011 exige se realicen estimaciones de costes independientes como si tuviéramos dirección y control de los citados procesos de gestión de la Industria. Cuestión que está muy alejada de la realidad.

4) *Uso de las estructuras :*

El nivel de desglose que presentan las estructuras tal y como describimos en el capítulo V es pobre, concretamente el 79% de los casos en la ESDT están entre el nivel 2 y el 3, en la ESDP

---

<sup>213</sup> GALLUP Economy . 2.014. "Business Leaders Say Knowledge Trumps College Pedigree" En un estudio realizado por esta entidad el 84% de los encuestados (Gerentes de organizaciones y empresas ) opinan que es más importante la experiencia que la formación. << [190](http://www.gallup.com/.../business-leaders-say-knowledge...>>. [Consulta 20/02/2015]</a></p></div><div data-bbox=)

un 55% está entre nivel 3 y 4 y la ESDC en el 88% de los casos el desglose se sitúa entre el nivel 2 y el 3, cubriendo únicamente los costes externos

Al analizar cómo se utilizan estas estructuras y el nivel de desglose aplicado deducimos que el MINISDEF, en general, no tiene suficiente conocimiento para suplir el proceso de gestión de cada empresa, con lo que, la adaptación de las estructuras genéricas, exigidas en la etapa DDV de la Instrucción 67/2011, (WBS, PBS, CBS genéricas), al caso específico (WBS, PBS, CBS del contrato), sin contar con la Industria deriva en las mismas estructuras y con poco nivel de desglose. En general las estructuras son poco conocidas y raramente comprendidas, tanto en MINISDEF como en el campo de la Industria.

##### 5) *Uso de las técnicas.*

De la información contenida en la base de datos comprobamos que hasta fase REM las estimaciones son ROM y los métodos de estimación utilizados son en su mayoría analogía e investigación de mercado; en DDV observamos que además de usar la investigación de mercado y analogía, se utiliza el resto de una forma combinada en la que cada vez aparece un mayor número de técnicas. Como hemos visto la información histórica se utiliza en pocos casos, lo que reafirma la conclusión que la información histórica, entre la Industria, Defensa y los distintos utilizadores en Defensa, es asimétrica y que no se dispone de una base de datos estructurada ni de voluntad para tratar la información que poseemos.

De las encuestas recibidas y del análisis de la base de datos obtenemos que un 83% de las empresas utilizan para estimar sus históricos (procedentes de otros proyectos) combinado con la opinión de expertos y la paramétrica.

A pesar de que en España, es pronto para realizar un estudio estadístico consolidado de casos reales que determine las fuentes y métodos de estimación utilizados y las fases en las que se utilizan, las conclusiones a las que llega el estudio realizado por ERIK korpi realizado sobre múltiples empresas son muy similares a las aquí alcanzadas.<sup>214</sup>

---

<sup>214</sup> ERIK KORPI , TIMO ALA RISKU. 2.008. "Life Cicle Costing : a review of published case studies" Helsinki University of Technology , Department of Industrial Engineering and Management. Emeral Group Publishing Limited . Finland. p. 18. " La mayoría de los estudios no cubrían el CCV en su totalidad, las estimaciones de costes son realizadas

Conclusiones obtenidas respecto *al objetivo C)* Analizaremos el grado de cobertura del CCV que los sistemas de información corporativos de defensa españoles contemplan y valoraremos su utilización en el proceso de estimación de costes del ciclo de vida.

En la investigación realizada en el capítulo V hemos verificado que en España no existe un sistema de gestión de la información que nos permita obtener datos de los costes del ciclo de vida de los sistemas de armas que poseemos. La fiabilidad de la información almacenada en sistemas heterogéneos es escasa, el esfuerzo requerido para obtener y tratar esta información, que figura en distintos soportes y con distintos formatos, es muy alto, ya que hay problemas relacionados con la recogida de la información y su posterior tratamiento y almacenamiento. Además, la información que obtenemos de las empresas esta sesgada y facilitada en formatos de muy difícil tratamiento.

Aunque la información histórica de las organizaciones logísticas del MINISDEF es aprovechable para estimar los costes del sostenimiento, esta debe ser tratada artesanalmente. Para su debido tratamiento deberá ser tratada y almacenada en una base de datos del CCV que trate los distintos soportes bajo el principio de dato único.

Para cubrir los costes externos totales (contratos) se está desarrollando el sistema SIDAE y para cubrir los costes internos la contabilidad analítica de MINISDEF que está recién implantada, pero la falta de históricos no permite cubrir, por ahora, los costes internos de adquisición, de la operación, del mantenimiento orgánico y de la retirada. En el SIDAE se recogen los costes de adquisición, sostenimiento y retirada, pero por ahora no dispone de histórico. EL CANOA no ha llegado a ese nivel de desglose, pero la herramienta si está capacitada para que a medio plazo recoja esa información.

---

con un nivel pobre de detalle, se usa más la opinión de expertos que los métodos estadísticos y fueron cubiertas con estimaciones determinísticas en lugar de usar análisis de sensibilidad, el informe recalca la gran dificultad que tiene realizar una análisis fiable del CCV”

A día de hoy, los sistemas de información corporativos proporcionan datos parciales y poco estructurados, en relación con los CCV. Dichos sistemas cubren solamente la parte de los costes de adquisición asociados a los contratos con las empresas que integran los sistemas de armas, pero falta información que relacione esos contratos con otros que también son necesarios para desarrollar los programas (I+D, adquisición de equipos, equipos suministrados por el cliente, asistencias técnicas, etc.). En la actualidad es de gran valor la información obtenida del archivo del GEC relativa a las auditorías de costes incurridos, las auditorías de tarifas de las empresas que contratan con defensa y las auditorías de ofertas. La contabilidad analítica todavía no está preparada para proporcionar datos de los CCV de los sistemas de armas.

Hay que avanzar en la simetría de la información con la Industria. Dado que un 80% de la facturación de Defensa en España se centra en un grupo reducido de seis empresas<sup>215</sup> para avanzar en esta simetría sería recomendable integrar un equipo de gestión de programas de Defensa, entre los que figuren estimadores de costes, dentro de los equipos de gestión de programas de estas seis empresas. Además en el caso de las empresas públicas españolas proveedoras de Defensa que la mayoría tienen medios sobredimensionados, salarios del personal más altos que los de su sector, condiciones laborales ventajosas, etc., en las que el objetivo de sus gestores es tratar de impedir que su coste sea comparado con un coste eficiente, se recomienda aislar los sobrecostes producidos por esas ineficiencias para que los asuma el Mº de Industria.

La codificación de la información mediante las estructuras de descomposición, su adecuado almacenamiento y tratamiento en sistemas de gestión centralizados son elementos primordiales para obtener históricos comparables, elaborar parámetros y CERs, con los que poder construir modelos de estimación de costes.

---

<sup>215</sup> Campus internacional para la seguridad y la defensa. 2.012. <cisde.es/observatorio/requiem-por-la-industria-de-defensa-espanola>. <www.defensa.gob.es/politica/armamento\_material/industriaespañoladedefensa>.

La Industria de defensa en España. 2010, 2011, 2012 y 2013 : EADS-CASA(AIRBUS), NAVANTIA, AIRBUS MILITARY, INDRA SISTEMAS, INDUSTRIA DE TURBOPROPULSORES y SANTA BÁRBARA SISTEMAS, realizaron entre 78 y el 81% de la facturación de Defensa.

Es habitual que distintos actores que intervienen en este proceso incluyan recomendaciones en los informes que elaboran,<sup>216</sup> estas recomendaciones pretenden facilitar los procesos de obtención de recursos y concretamente las estimaciones de costes, pero al ser recomendaciones no están sujetas a cumplimiento. Recomendamos que las estimaciones del CCV entre etapa DDV y EDP a.i las realice el GEC y que las recomendaciones efectuadas en sus informes sean preceptivas. Actualmente en las fases posteriores a DDV=DDP, EDD y EDP no se está realizando la estimación del CCV con lo que la estimación realizada en una etapa preliminar (DDV) guía el proceso hasta contratación, lo que parece un contrasentido.

Recomendamos elaborar una guía para la recolección de información (SAS-054). Según SAS-076 es difícil pero no imposible compartir datos de costes entre naciones. Al ser menos comprometido compartir porcentajes, proponemos compartir mediante el desarrollo propuesto en el capítulo VI y para el intercambio de información canalizarlo a través del NATO Project Steering Committee.

Conclusiones obtenidas respecto *al objetivo D)* Calcularemos, desde la entrada en vigor de la instrucción 67/2011, las desviaciones entre las estimaciones realizadas por la Administración y las que realizó, en una misma fase o etapa y momento, la industria.

El 93% de los informes en las fases y etapas analizadas pertenecen únicamente a la administración (elaborados por sí misma, con ayuda de la industria o elaborados por la Industria y supervisados por la Administración), en el 7% restante los informes de la Administración están

---

<sup>216</sup> La SDG INSERT: “ se considera esencial que la *información industrial* que pudiera generarse a lo largo de la realización de los proyectos incluidos en el DDV sea comunicada a la Subdirección de forma oportuna, de manera que el conocimiento industrial obtenido esté disponible para toda la DGAM. Por tanto se recomienda *un contacto fluido, o incluso participación*, entre las potenciales oficinas de programa y la SDG INSERT en cuanto a los aspectos industriales de los proyectos, produciéndose así la necesaria coordinación con el Sistema de Gestión del Conocimiento Industrial – SGCI – de la DGAM”. Observación: Al seguir una estructura jerarquizada en ocasiones no se expresa con claridad lo que debe de ser una realidad.

La Subdirección de Contratación (GEC) “se recomienda al Órgano de Contratación remita las *ofertas finales* con el fin de poder almacenar esa información.. “

apoyados por estimaciones paramétricas en los que se produce una desviación media respecto a la Industria del 21%. Al tener una muestra tan pequeña el dato no es representativo y conviene irlo acotando en el futuro. Respecto a las desviaciones obtenidas entre las ordenes de proceder y la fase DDV (cuatro etapas las separan) al tratar de cruzarlos hemos observado que las numeraciones asignadas varían, los nombres del recurso en ambas son diferentes y cuando encontramos coincidencia ( en dos casos ) los alcances varían de tal forma que es imposible efectuar un cálculo para observar si hay desviaciones. Esto refuerza la recomendación de que el órgano técnico en costes, GEC, debe de continuar con las actualizaciones de las estimaciones en todas las etapas posteriores a DDV y hasta contratación efectuando una clasificación de la información bajo el criterio de dato único.

Respecto *al objetivo E)* Además recogeremos los parámetros y herramientas usadas por la administración, empresa, organizaciones para estimar, detallando la fase, etapa del ciclo de vida en la que se utilizó

*Uso de parámetros:*

En el capítulo V observamos que de los 101 documentos informados o elaborados por el GEC únicamente siete utilizan parámetros para realizar el cálculo de las estimaciones de la adquisición y ocho en el resto del CCV, lo que nos sugiere que apenas se utiliza la información histórica para confeccionar parámetros que ayuden inicialmente en el cálculo de las estimaciones, reforzando la conclusión de la simetría y tratamiento de la información.

Recomendamos: Fomentar la elaboración de factores, coeficientes, parámetros, CERs por parte de todos los que intervienen en el ciclo de vida;

*Uso de las herramientas :*

De las encuestas recibidas y del análisis de la base de datos obtenemos que un 85% de las empresas utilizan para estimar sus históricos (procedentes de otros proyectos) combinado con la opinión de expertos y herramientas paramétricas, como hemos visto la utilización de la herramienta paramétrica por parte de la Administración es todavía baja.

## Conclusiones y recomendaciones generales:

En general, del análisis de la información de la base de datos y de las entrevistas realizadas los resultados nos indican que la autoridad que hasta fase REM tiene encomendado el cálculo de la estimación de costes no dispone de personal que esté capacitado para combinar conocimientos de costes y además, comprender los parámetros técnicos de ingeniería definidos (Personal destinado en los Estados Mayores que con sus medios podrán establecer estimaciones manuales tipo ROM, basadas en su mayoría en investigación de mercado).

El estimador de costes debería formar parte de un equipo en el que estén integrados expertos en costes, ambos deben provenir de una sección especializada y deben ser capaces de comprender los parámetros técnicos de ingeniería definidos para poder determinar la influencia que tendrán en los futuros costes. En nuestra organización el órgano técnico que cumple las citadas características es el GEC, por ello se debería exigir la intervención de esta sección en todas las etapas del proceso de obtención de recursos y también exigir el cumplimiento de las recomendaciones que emita en sus informes. Para ello el GEC debe ser potenciado, puesto que desde su creación este ha asumido con pocos recursos, numerosas responsabilidades que se han visto notablemente incrementadas desde la aprobación de la instrucción 67/2011.

Recomendamos personalizar los modelos del CCV genéricos para cada familia de sistemas, como el definido en la UNE-EN-60300 o por Ortuzar,<sup>217</sup> en esta personalización se deben incorporar los parámetros, CERs, etc. obtenidos para cada una de estas familias, utilizando para su obtención el método de estimación más apropiado.

Se debería crear una oficina de gestión de programas permanente que fuera integrada por personal especializado en gestión, esta oficina canalizaría el Know How como organización, la coordinación entre programas, los medios, las lecciones aprendidas, apoyaría a los jefes de programa, desarrollaría y gestionaría políticas, procedimientos, plantillas y otra documentación, además se encargaría de dirigir a los equipos de gestión integrados en las seis empresas citadas. Al personal español que ocupe puestos de gestión en OCCAR / OTAN /EDA se le debería exigir servidumbre posterior en esta oficina en

---

<sup>217</sup> ORTUZAR, R. 2008. *Una ..* Op. Cit. pp. 283-405

España.<sup>218</sup> Se debería fomentar que los profesionales de las Fuerzas Armadas que lo elijan puedan desarrollar su carrera en el área de gestión de programas, apoyando su formación institucional y en centros de prestigio internacional, obteniendo además titulaciones ajenas a MINISDEF.

Sería recomendable implantar la técnica de análisis del CCV en el procedimiento de adjudicación de contratos. Podría ser una oportunidad para introducir el método CCV en las políticas públicas de contratación, cumpliendo así las directrices de la Unión Europea, de esta forma se impulsaría la utilización del método en el sector privado.

Sería recomendable que miembros del GEC acudan en representación de España a los grupos que organiza NATO RTO SAS Panel relacionados con el CCV.

Recomendamos que la herramienta paramétrica que posee el GEC sea puesta a disposición de los que intervienen en el proceso de obtención de recursos y tienen responsabilidades económicas, para ello los responsables deben de formar personal técnico especializado que sea capaz de manejar la herramienta.<sup>219</sup>

Para despertar el interés del personal militar que en el futuro ocupará puestos como Jefe de Programa **recomendamos** que las acreditaciones internacionales ( tipo PMI ) y los Máster que DEFENSA considere, sean bien valorados en la trayectoria profesional que determina el ascenso del militar, no penalizando la permanencia en estos destinos por un número de años superior a tres. O bien, se valore aún más el tiempo ocupado como jefe de programa exigiéndose como requisito para acceder a este puesto poseer acreditaciones tipo Project Management Institute (PMP) o **INCOSE®** (International

---

<sup>218</sup> La Secretaria de Estado de la Defensa(SEDEF), Dirección General de Armamento (DGAM) en el Portal de Seguimiento de Programas de Armamento y Material, 8º Informe semestral seguimiento de los programas nov-2014 reconoce que : “Resulta crítico disponer de personal de las Oficinas de Programa en los organismos responsables de la gestión de los Proyectos (normalmente del entorno internacional y/o naciones de primer nivel industrial en la materia), soberanos en los desarrollos. De lo contrario los desarrollos no admitirán desviaciones propias de nuestras exigencias específicas. El dimensionamiento reducido de las OP no es adecuado a la entidad de los programas, por lo que la gestión del programa corre el riesgo de limitarse a un seguimiento de los riesgos más relevantes”.

<sup>219</sup> El estimador desde la etapa REM debe ser capaz de combinar conocimientos de costes y además comprender los parámetros técnicos de ingeniería definidos para poder enlazarlos.<sup>219</sup> Adicionalmente la NASA recomienda que en la fase conceptual para desarrollar la solución la debe realizar un equipo en el que estén integrados expertos en costes que provendrán de una sección especializada. Finaliza detallando que las estimaciones realizadas en esta fase son normalmente generadas paramétricamente, usando datos históricos y herramientas como NAFCOM, PRICE, and SEER. DIGENECO (GEC) dispone de una herramienta paramétrica (True Planning de la compañía PRICE).

Council on Systems Engineering). A los cursos que imparte la DGAM ( Curso básico de gestión de programas y Curso superior en gestión de programas ) solo debería acudir personal que tuviera las certificaciones internacionales exigidas para dirigir proyectos, programas, portafoleos y estos cursos, ya que una vez que se posean los conocimientos necesarios de gestión estos deberían ser enfocados a la gestión de programas desde la perspectiva de Defensa (Cliente), pudiendo desarrollar un Máster específico en el que la formación la impartieran los profesionales con experiencia en gestión de programas, portafoleos, en nuestra organización.

Finalmente del contenido de los informes con los que se ha confeccionado la base de datos y de las entrevistas realizadas, opinamos que la precisión en el cálculo de las estimaciones de costes dependerá de la información disponible, su accesibilidad y su tratamiento, una metodología de estimación de costes actualizada y rigurosa en su aplicación, los medios utilizados por el órgano técnico, el tiempo que se emplee, el uso de las lecciones aprendidas y controlar las presiones que los ejércitos ejercen en los grupos de trabajo para que los órganos técnicos emitan sus informes con celeridad. La falta de precisión en las estimaciones de costes del ciclo de vida puede conducir a que no se tome la decisión que cubra nuestras necesidades en el mejor escenario económico posible.

## **Bibliografía.**

ABBY SEMPLE,LL 2.015. *A Practical Guide to Public Procurement*. Oxford. Oxford University Press.

AENOR. 2.009 . *Gestión de la confiabilidad. Cálculo del coste del ciclo de vida*. UNE EN 60300-3-3. Madrid.

ALANIS HUERTA, A. 2.000 “El ABCD de la Planificación”. *Revista Digital de Investigación*. núm. 8. Paris. ISSN1515-7458.

ALVAREZ I & FONFRIA A. 2.000. *Estructura e Innovación en la Industria de la Defensa Española*. *Economistas*. núm. 85. Madrid. I.S.S.N.: 0212-4386

ANAO. AUSTRALIAN NATIONAL AUDIT OFFICE. *Life-Cycle Costing*. Canberra. 2.001. ISBN 0 642 80608 X.

ARENA, M.V; BLICKSTEIN, I; YOUNOSSI, O; GRAMMICH, C.A: 2.006. “*Why has the cost of Navy ships risen ?*”. RAND Corporation (US NAVY). Santa Monica. EEUU.

ARENA, M.V; LEONARD, R.S; MURRAY, S.E; YOUNOSSI, O. 2.006. “*Historical cost growth of completed weapon system programs*”. RAND Corporation (US Air Force). Santa Monica. EEUU.

ARIAS F; PASTOR J. 2.009 “La determinación del precio en ausencia de mercado”. *La Ley. Revista Practica*. núm. 8.

ARNOULD C, 2.011. “La cooperación es la mejor forma de optimizar los recursos”. *Revista Española de Defensa*. Número 273.Madrid.

ARTEAGA MARTIN, Felix FOJÓN LOGOA, Enrique. 2.007. *El planeamiento de la Política de Defensa y seguridad en España* .Instituto universitario Gutierrez Mellado (UNED).Madrid.

AUSTRALIA (DMO).2.004. *Work Breakdown Structures for Defence Materiel Projects*. Australian Defence Standard, DEF(AUST)5664. Canberra.

AVEZUELA, J. 2.010. *Estimación de Costes en la Fase de Servicio en buques de la Armada Española*. Tesina de Máster Oficial en Administración de los Sistemas de Seguridad y Defensa. Madrid. Universidad Rey Juan Carlos.

BLANCHARD, B. S. 1.978. *Design and manage to life cycle cost*. Oregon: M/A Press,

BLANCHARD, B. S; and FABRICKY, WJ. 1.990. “*Systems engineering and analysis*” Prentice Hall, Inc, Englewood Cliffs.

BLANCHARD B.S; FABRICKY, W. 1.991 “*Life-Cycle Cost and Economic Analysis*”. Prentice Hall International series in industrial and systems engineering. New Jersey, EEUU.

BLANCHARD, B. S. 1.996. *Ingeniería de sistemas*. Madrid. Isdefe.

CÁCERES GÓMEZ, S. “*Análisis Ciclo Vida Proyecto*”. Universidad de Valladolid.  
<<[www.dte.eis.uva.es](http://www.dte.eis.uva.es) / Docencia /.../ ProyectosAEI /... / AnalisisCicloVidaProyecto>> [ Consulta 08/03/2014 ]

CACERES RUIZ JI, 1.998. Política Industrial. El Sector de la Construcción Naval La Industria Naval en España. Dr. Luis Rodríguez Saiz. Universidad complutense de Madrid Facultad De Ciencias Económicas y Empresariales- E-prints Complutense.

CEGARRA SÁNCHEZ J. 2.004. *Metodología de la investigación Científica y tecnológica*. Madrid. Ediciones Díaz de Santos. ISBN 84-7978-624-8.

CIOBOTARU, T. 2.008. “NATO Guidance for Life Cycle Cost”. Ponencia en “*Life Cycle Management in NATO: The basis for Efficiency in Project Management and Life Cycle Costing*”. Bruselas. Belgica.

DEFENCE ACQUISITION UNIVERSITY. 2.004. “*Defence Acquisition Guidebook*”. Washington. EEUU.

DE MOLINA LUIS, GOMEZ CAMACHO F. 1.981. La teoría del precio justo. Editora Nacional. Madrid.

DHILLON, B.S. 1.989 “Life Cycle Costing: Techniques, Modelss and Applications”. Department of Mechanical Engineering University of Ottawa. Ed. Routledge. Londres.

EEUU. (DoD).

1.983. *Handbook Life-Cycle Cost in Navy Acquisition*. MIL-HDBK-259. Washington

2.011. *Work Breakdown Structures for Defense Materiel Items*. MIL-STD-881C. Washington.

2.014. *Life-Cycle Cost in Navy Acquisition*. MIL-HDBK-259. Washington .

2.014. *Operating and support cost-estimating guide*. Office of the Secretary of Defense (CAPE). Washington.

EEUU. FAR. 2.015. (Federal Acquisition Regulations). *Contracting by Negotiation*. Washigton.

EEUU, NAVY. 2005. *Cost Estimating Handbook*. NAVSEA. Washington.

EEUU. United States Government Accountability Office. 2.009. *GAO Cost Estimating and Assesment Guide*. Washigton.

EEUU. US Department of the Army. 2.002. *Cost Analysis Manual*. Washington.

EMBLEMSVAG, J. 2.003 “Life Cycle Costing: Using Activity-Based Costing and Monte Carlo Methods to Manage Future Costs and Risks”. John Willey.

ERIK KORPI , TIMO ALA RISKU. 2.008 “Life Cycle Costing ” Helsinki University of Technology , Department of Industrial Engineering and Management. Emeral Group Publishing Limited . Finland.

ESPAÑA. Real decreto legislativo 3/2011 texto refundido de la ley de Contratos del Sector Público de España de 14 de noviembre. *Boletín Oficial del Estado*, 15 de noviembre de 2011, núm. 276.

ESPAÑA. MINISTERIO DE DEFENSA.

Instrucción SEDEF 8/1992 de 22 de enero .Creación del GEC. *BOD* 30/01/1992, núm 23/92 .

Orden ministerial 283/1998, de 15 de Octubre, Normas sobre los criterios a emplear en el cálculo de costes en determinados contratos de suministros, consultoría y servicios del Ministerio de Defensa. *Boletín Oficial de Defensa*, 21 de octubre de 1998, núm. 212/98.

Orden Ministerial 37/2005, de 30 de marzo, Proceso de planeamiento de la Defensa. *Boletín Oficial de Defensa*, 08 de abril de 2005, núm. 68/2005.

*Modelo OTAN de evaluación de proyectos. PECAL 2050. Madrid. 2005. ISBN: 978-84-9781-174-3.*

Instrucción SEDEF 128/2007, de 16 de octubre, Procedimiento para la prestación de los servicios de análisis de costes y precios en el ámbito del Ministerio de Defensa. *Boletín Oficial de Defensa*, 16 de octubre de 2.007, núm. 212/07

Instrucción 5/2008 de 15 de enero por la que se regula el sostenimiento del armamento y material. *BOD* de 21/01/2008 núm. 14.

Instrucción SEDEF 2/2011, de 27 de enero, Proceso de Planeamiento de los Recursos Financieros y Materiales. *Boletín Oficial de Defensa*, 08 de febrero de 2011, núm. 26/2011.

Instrucción SEDEF 67/2011 de 15 de septiembre, Proceso de Obtención de Recursos Materiales. *Boletín Oficial de Defensa*, 27 de septiembre de 2011, núm. 189/11.

Instrucción SEDEF 72/2012 de 02 de octubre, Proceso de Obtención de Recursos Materiales. *Boletín Oficial de Defensa*, 16 de octubre de 2012, núm. 202/2012.

ESPAÑA. MINISDEF. 2.010. Cuadernos de Política Industrial de Defensa. Madrid. Secretaría General Técnica. p. 8. [http: <<www.potalcultura.mde.es/galerias/publicaciones/fichero7cuaderno\\_isdefe02.pdf](http://www.potalcultura.mde.es/galerias/publicaciones/fichero7cuaderno_isdefe02.pdf)  
>> [ Consulta 10/01/2015 ]

FABRICKY Wolter J. 1.997. *Análisis del coste del ciclo de vida de los Sistemas*. Isdefe. Madrid. ISBN :84-89338-15-9. (FABRICKY Wolter J, BLANCHARD. S. Life-cycle cost and economic analysis. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1991.)

FERRIN B.G; PLANK R.E. 2.002 “Total cost of ownership models: an exploratory study”. *Journal of Supply Chain Management*.

FONFRIA MESA, A.

2.009 *Efectos del gasto militar sobre la rentabilidad de la industria de defensa en España*. Madrid. Instituto de Estudios Fiscales, Universidad Complutense de Madrid.

2.012 *Sobre la naturaleza y alcance de la economía de la defensa*. 79/2012. Instituto Español de Estudios Estratégicos. Madrid.

GIL, J.A. 2.002 *Reestructuración de la industria de defensa en España*. Madrid. Minerva Ediciones.

GAO- Government accountability office. 1.972 *Theory and Practice of cost estimating for major acquisitions*. Washington, EEUU.

GODET, M. 2.000 *La Caja de Herramientas de la Prospectiva Estratégica*. 4ª Edición. Cuaderno 5. Paris, Librairie des Arts et Métiers.

GÓMEZ RUEDAS, J. 2.013. *Administración Electrónica, Cis, Tic, Ti Y Otras Etiquetas De Modernidad en el ámbito del Ministerio de Defensa*. Madrid. IEE. Documento Marco 16/2013 9 < [http://www.ieee.es/Galerias/...marco/.../DIEEEM16-2013\\_TIC\\_JGomezRueda.pdf](http://www.ieee.es/Galerias/...marco/.../DIEEEM16-2013_TIC_JGomezRueda.pdf) > [Consulta 20/01/2014]

GREGORY t. haugan. 2.002 *Effective Work Breakdown Structures*. 1ª ed. Vienna. PMI Library. ISBN-13: 978-1567261353.

HAMMERSLEY, M. ATKINSON, P. 2.001. “El diseño de la investigación; problemas, casos y muestras”. Etnografía. En: Hammersley M, y Atkinson P. *Métodos de investigación*. Barcelona: Paidós;

HARTLEY Y SANDLER. 1.995. *Handbook of Defence economics*. Vol 1 North Holland. Amsterdam.

Instituto de gestión de Proyectos. 2.000. *Guia Fundamental Para la gestión de proyectos PMBOK®* edición 2000. Newton Square, Pennsylvania USA.

International Organization for Standardization (ISO).

*Systems and software engineering. System life cycle processes*. ISO/IEC 15288. Suiza, Ginebra. 2008.

*Sistemas de Gestión de la Calidad – Fundamentos y Vocabulario. ISO 9000*. Suiza, Ginebra. 2005

*Guía estándar internacional para gestión de calidad en gestión de proyectos. ISO 10006:2003 (en)*. Ginebra , 2009.

ISDEFE. 1.997 *Ingeniería de Sistemas Aplicada*. Madrid, Isdefe. ISBN:84-89338-05-01. 1997.

ISPA. 2.008 *Parametric Estimating handbook*. 4ª ed .Vienna. International society of parametric analysts. ISBN 0-9720204-7-0.

JAGMOHAN R, JOHN ZHANG. 2.010. *SMART PRICING. Fijación de precios inteligente*. University of Pennsylvania. Warton School Publishing

JOHN C. STERLING . 2.002 *Analysis of life cycle cost models for DoD and industry use in design-to-lcc*. Monterey.

LAFFONT, J.J. y TIROLE, J. 1.986. “Using Cost Observation to Regulate Firms”. *Journal of Political Economy*. The University of Chicago Press., vol. 94, nº 3.

LAFFONT, J.J y TIROLE J, 1.993 *A theory of incentives in procurement and regulation*. Cambridge. MIT Press. ISBN 9780262121743.

LUCENA M, REPULLO R. 2.013 *Ensayos sobre economía y política económica. Homenaje a Julio Segura*. Barcelona. Antoni Bosch.

MARTINEZ GRANDE R, 2.004 “El coste del contrato y el establecimiento de un observatorio de precios” *Revista Auditoría Pública* Nº 9. Sevilla.

NASA. 2.015 *NASA Cost estimating Hand Book*. Washington.

National Estimator. 2.011 SCEA(EEUU), *Society of cost estimating and Analysis*. Vienna. ISSN: 10404-20. Otoño 2.011

## NATO

1.989. *Phased Armaments Programming System*. AAP20 PAPS. Bruselas. Edición 1989

2001. *Ways to Reduce Costs of Ships*. Allied Naval Engineering Publication. ANEP-49. ed 2. Bruselas.

2002. *Continuous Acquisition and Life-cycle Support*. NATO CALS Handbook. Bruselas .

2005. *Ship Costing*. Allied Naval Engineering Publication. ANEP-41. 4<sup>a</sup> ed. Bruselas.

2.006. *Ship Costing, ANEP41. Edition 4*. NATO NG/6 Specialist Team on Ship Costing. Bruselas. Allied Naval Engineering Publication

2.006. *Policy for Systems Life Cycle Management*. C-M(2005)0108-ASI. Bruselas. P. 1-2

2007. Bruselas . *NATO System Life Cycle Stages and Processes*. AAP-48. 1<sup>a</sup> ed. Bruselas.

2008. *NATO Guidance on Life Cycle Costs*. AC/327. ALCCPI. Bruselas.

2010. *The Handbook of the Phased Armaments Programming System (PAPS)*. AAP-20. 2<sup>a</sup> ed. Bruselas.

## NATO RTO – RESEARCH AND TECHNOLOGY ORGANIZATION

2003. *Cost Structure and Life Cycle Costs for Military Systems*. RTO TR-058 SAS-028. Neuilly-sur-Seine, (Paris). RTO Publication.

2007. *All Methods and models for life cycle costing*. RTO TR-SAS-054. Neuilly-sur-Seine, (Paris). RTO Publicación.

2.009. *Initiatives to Improve Life Cycle Costing*. RTO-SAS-080. Neuilly-sur-Seine, Paris. RTO Publication.

2009. *Code of Practice for Life Cycle Costing*. RTO-TR-SAS-069. Neuilly-sur-Seine, (Paris). RTO Publicación.

2.001. *Cost Structure and Life Cycle Cost (LCC) for Military Systems*. RTO-SAS-036. Neuilly-sur-Seine, (Paris). RTO Publicación.

2.012. *Independent cost estimating and the role of Life Cycle Cost Analysis in Managing The Defence Enterprise*. RTO-SAS-076. Neuilly-sur-Seine, (Paris). RTO Publication.

NELSON. J. R. 2.003 *Lyfe-Cycle Costing and Lyfe Cost Analysis*. Institute for Defense Analysis. George Mason University. EEUU.

OCCAR.

2.013. *OCCAR.EA-ISS ( In Service Support ) Guide*. Bonn. OCCAR Publication.

2.014. *OCCAR.EA-Midlife guide line*. Bonn. OCCAR Publication.

2.014. *OCCAR.EA. OCCAR P. Management Procedure. OMP1*. Bonn. OCCAR Publication.

2.014. *OCCAR.EA. Contract Terms and conditions. OMP6*. Bonn. OCCAR Publication.

ORTÚZAR, R. 2.008 *Una propuesta metodológica para la estimación del coste del ciclo de vida en inversiones militares*. Dr. Navarro A. Universidad de Granada, Facultad De Ciencias Económicas y

Empresariales, Granada. Tesis doctoral. Editorial de la Universidad de Granada. ISBN: 978-84-691-8343-4.

PAUL BARRINGER H.DAVID P WEBER. 1.996. *Life Cycle Cost Tutorial*. Gulf Publishing Company. Houston Texas. [http: <\(www.nyu.edu/projects/care/docs/Bibliography.pdf\)>](http://www.nyu.edu/projects/care/docs/Bibliography.pdf).

PERDICES MAÑAS, JA .

2.011. “*Adquisiciones Públicas e Industria de Defensa*”. IUGM. [http:<iugm.es/...iugm/IUGM\\_ACTAS\\_III\\_JORNADAS\\_EST\\_DE\\_SEGURIDAD.pdf>>](http://iugm.es/...iugm/IUGM_ACTAS_III_JORNADAS_EST_DE_SEGURIDAD.pdf)

2.014. *Desde Planeamiento a Contratación*. IUGM. [http: <iugm.es/...iugm/libro\\_CD\\_VI\\_JORNADAS\\_DE\\_EST\\_DE\\_SEG\\_175x250.pdf>>](http://iugm.es/...iugm/libro_CD_VI_JORNADAS_DE_EST_DE_SEG_175x250.pdf)

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI).

2.006. *Practice Standard for Work Breakdown Structures*. PMI. (Second Edition). Pennsylvania, Filadelfia. [ISBN 1-933890-13-4](https://www.pmi.org/standards/1-933890-13-4) .

2013.*Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®)*.Quinta edición. Filadelfia , Pennsylvania. Project Management Institute Inc. ISBN978-1-62825-009-1

RACHIURI S, FOUFOU S, KEMMERER S. 2.006. *Analysis of Standards for Lifecycle Management of Systems for US Army*. National Institute of Standards and Technology ( NIST ) .Estados Unidos.

RUIZ GONZÁLEZ, Francisco J. 2.011. *Estudio prospectivo: Hacia una defensa común europea en el horizonte de 2020*. 019/2011. Instituto Español de Estudios Estratégicos. Madrid.

SALAMANCA A, MARTÍN C, 2.007 “El muestreo en la investigación cualitativa”. Nure investigación . N° 27. Pag3

SEGURA J. 1.993. *Teoría de la economía Industrial*. Editorial civitas. Madrid

SMITH, A. 1.776. *La Riqueza de las naciones*. Libro quinto. Londres. W Straham.

THOMAS T NAGLE, REED K HOLDEN. 1.998. *Estrategia y tácticas para la fijación de precios*. Ediciones granica.

TORRÓN DURÁN R.

1.997 *.El análisis de Sistemas*. Isdefe. Madrid. ISBN: 8489338-16-7

2007. “Prospectiva de seguridad y Defensa : Viabilidad de una unidad prospectiva en el CESEDEN” Madrid. Monografías CESEDEN. p. 7,

WILLIAN G SULLIVAN. E. WICKS Y J. LUXHOJ. 2.004. *Ingeniería económica de DeGarmo*.. Pearson Prentice Hall. México.

## ANEXO I: FASES EN EL CICLO DE VIDA DE UN SISTEMA DE ARMAS (AENOR 60300)

- 1) Concepto y definición: se atribuyen a varias actividades dirigidas a asegurar la viabilidad del producto en consideración. Esta fase es determinante ya que el 80% de los costes se fijan en las decisiones tomadas en las fases o etapas más tempranas.<sup>220</sup> Típicamente incluyen costes para:
  - a) Investigación de mercado;
  - b) Gestión de proyecto;
  - c) Concepción del producto y análisis de diseño; I+D
  - d) Preparación de la especificación de requisitos del producto.<sup>221</sup>

La máxima efectividad del CCV utilizado como herramienta de evaluación, es durante las primeras etapas del ciclo de vida (diseño conceptual y preliminar), ya que *una vez completado el diseño, los resultados económicos no se pueden modificar sustancialmente.*

De los costes citados es necesario detenernos en los de I+D pues son costes que originan numerosas polémicas. Por ejemplo: “En el Programa PIZARRO se ha puesto de manifiesto el riesgo de unificar en un solo contrato suministros y desarrollos. Como lección aprendida debemos tratar de separar los desarrollos de I+D de programas de suministro para evitar retrasos, incumplimientos de requisitos y sobrecostes muy elevados”.<sup>222</sup>

- 2) Diseño y desarrollo: se atribuye a cumplir la especificación de requisitos del producto y proporcionar pruebas de su cumplimiento. La tendencia de los diseñadores es atender a la parte operativa del sistema y a lo relacionado con ella descuidando el mantenimiento y el apoyo logístico. La experiencia ha demostrado que gran parte del coste del sistema durante su vida corresponde a las actividades de mantenimiento y apoyo de las últimas fases de su vida, este

---

<sup>220</sup> NATO. RTO. 2.001. *Cost Structure*.... p 3-1.

<sup>221</sup> La OTAN a través de NIAG reconoce la necesidad de una participación cercana con la Industria con al menos asistencia al desarrollo de los requisitos de las capacidades militares y en el campo de las soluciones interoperables, fomentar la cooperación industrial y tecnológica de defensa transatlántica, facilitar consejo en la adopción de fuentes de estándares abiertos. [www.defensa.gob.es/en/info/servicios/.../DGM-07022014-L18.html?\\_\\_...](http://www.defensa.gob.es/en/info/servicios/.../DGM-07022014-L18.html?__...)

<sup>222</sup> Secretaria de Estado de la Defensa (SEDEF). Dirección General de Armamento (DGAM). 8º Informe semestral seguimiento de los programas de armamento y material. "Portal de Seguimiento de Programas de Armamento y Material" de la DGAM. Pagina 12. Noviembre 2014.

puede llegar al 75 por ciento del coste total del ciclo de vida del sistema.<sup>223</sup> Típicamente incluyen costes para:

- a) Gestión de proyecto;
- b) Ingeniería de diseño, incluyendo fiabilidad, mantenibilidad y actividades de protección medioambiental;
- c) Documentación del diseño;
- d) Fabricación de prototipos;
- e) Desarrollo de software;
- f) Pruebas y evaluación;
- g) Ingeniería de producción y planificación;
- h) Selección de proveedores;
- i) Demostración y validación;
- j) Gestión de calidad.

- 3) Fabricación e instalación: estos costes están cuantificados en términos de fabricar el número necesario de unidades del producto o de proporcionar el servicio especificado de forma continua.

Las actividades (costes) en esta fase se subdividen en aquellas que son recurrentes y no recurrentes con cada producto o servicio proporcionado. Típicamente incluyen costes para:

- a) Actividades o costes no recurrentes:
  - 1) Ingeniería industrial y análisis de operaciones;
  - 2) Construcción de instalaciones;
  - 3) Útiles de producción y equipos de prueba;
  - 4) Soporte y equipos de prueba especial;
  - 5) Repuestos y juegos de reparación iniciales;

---

<sup>223</sup> BLANCHARD, B. S. *Ingeniería..* Op cit. Pág. 37-42.

- 6) Formación inicial;
- 7) Documentación;
- 8) Software;
- 9) Ensayos de aprobación de tipo (pruebas de calificación).

b) Actividades o costes recurrentes:

- 1) Gestión de producción e ingeniería;
- 2) Mantenimiento de instalaciones;
- 3) Fabricación (materiales, mano de obra, etc);
- 4) Control de calidad e inspección;
- 5) Montaje, instalación y comprobación;
- 6) Embalaje, almacenamiento, expedición y transporte;
- 7) Formación continua.

- 4) Operación y mantenimiento: incluyen desde los costes de utilización, mantenimiento, apoyo, despliegue hasta la finalización de servicio de ese sistema. Las tipologías de costes se pueden encontrar en diversos manuales, publicaciones<sup>224</sup>.

Las tipologías de costes se pueden encontrar en diversos manuales, publicaciones<sup>225</sup>. El nivel de detalle y las actividades de apoyo incluidas dependerá del hito en el que nos encontremos dentro del proceso de adquisición. Estos costes típicamente incluyen lo siguiente:

a) Costes asociados a la operación

- Costes no recurrentes, por ejemplo, costes para formación inicial del personal, documentación, repuestos iniciales, equipos, instalaciones y herramientas especiales;
- Costes recurrentes, por ejemplo, costes de mano de obra, consumibles, energía, formación continua y mejoras.

b) Costes asociados al mantenimiento preventivo

---

<sup>224</sup> EEUU, DoD (CAPE). 2.014. *Operating and support cost-estimating guide*. Washington DC. Office of the Secretary of Defense. Chapter 6

<sup>225</sup> Ibid . Pagina 8 Capitulo 6.

- Costes no recurrentes por ejemplo, costes de adquisición de equipos de prueba y herramientas, repuestos iniciales y consumibles, y formación inicial de personal y documentación inicial e instalaciones;
- Costes recurrentes, por ejemplo, costes de mano de obra, repuestos consumibles, formación continua y documentación;
- Sustitución de piezas con vida limitada (puede ser recurrente o no recurrente).

c) Costes asociados al mantenimiento correctivo.

- Costes no recurrentes, por ejemplo, costes de equipos de prueba, herramientas, repuestos iniciales, formación inicial del personal, documentación inicial e instalaciones;
- Costes recurrentes, por ejemplo, costes de mano de obra, repuestos y consumibles, formación continua y documentación;
- Costes de consecuencias debido a pérdidas de producción o capacidad incluyendo costes por compensación y pérdidas de ingresos.

También pueden incluirse costes indirectos que pueden ser significativos a lo largo del ciclo de vida.

Por ejemplo: para calcular el CCV de un sistema de un buque de guerra, además de utilizar técnicas, herramientas, datos almacenados en bases de datos históricas, hemos de realizar una serie de premisas, como son: vida del sistema, días de mar anuales, diferenciando sin son tránsitos o maniobras, adiestramiento de la dotación, material (combustible, lubricantes, repuestos, pertrechos, pinturas,...), gastos de vida y funcionamiento, velocidad media del buque en su vida operativa, suministros (vestuario, víveres), ejercicios o maniobras con fuego real (munición ), mantenimiento programado y no programado, modernizaciones, etc .Este cálculo saldrá distinto en función de que premisas usemos, por ello deberían estar predefinidas ( Ver tabla nº VII ).

- 5) Eliminación: esta fase incluye los costes de retirada de servicio y eliminación de versiones más antiguas de los productos. En algunas industrias de servicio, tales como la industria química y nuclear, la eliminación de productos puede convertirse en un factor de coste significativo. En algunos países, la legislación medioambiental está obligando al reciclado de automóviles y

equipamiento eléctrico. Los costes de la eliminación de un producto incluyen típicamente costes de:

- a) Parada del sistema;
- b) Retirada de servicio;
- c) Desmontaje y retirada;
- d) Reciclado o eliminación segura.

En el proceso de obtención de recursos en el ámbito de la Defensa, regulado por la instrucción 67/2011 de SEDEF, los costes clasificados anteriormente como de concepto y definición serían equivalentes a los costes incurridos en las fases de diseño conceptual, diseño preliminar, diseño detallado y desarrollo del Sistema.<sup>226</sup> La más importante, pues dos tercios del CCV de un producto o sistema se ven determinados en la fase conceptual y de diseño preliminar, este coste comprometido alcanza un 80% a la finalización de la fase de diseño detallado y desarrollo.<sup>227</sup>

---

<sup>226</sup> **Normativa i + d de defensa:** Propone y dirige los planes y programas de investigación y desarrollo de sistemas de armas y equipos de interés para la defensa nacional, en coordinación con los organismos nacionales e internacionales competentes en este ámbito. Ley 14/2011, de 01 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. Orden DEF/685/2012, de 28 de marzo, por la que se regula y coordina la investigación y desarrollo de sistemas de armas y equipos de interés para la defensa nacional en el ámbito del MINISDEF.

<sup>227</sup> FABRICK, WOLTER J. 1997. *Análisis del coste del ciclo de vida de los sistemas*. Isdefe. Madrid. p.118

## ANEXO II: FORMA DE ACOMETER UN MÉTODO PROSPECTIVO

### A) Opinión de expertos (método de grupo):

Se trata de una estimación que cuantifica los costes y el beneficio consultando a uno o varios analistas o expertos, los cuales basan su valoración en una opinión subjetiva y en las experiencias vividas en el pasado. De forma implícita, normalmente el “know-how” acumulado por esas personas procede de otros métodos de estimación de costes utilizados con anterioridad. Únicamente se recomienda su empleo durante las fases iniciales de definición del programa y siempre comparando con otras estimaciones resultado de aplicación de otra técnica de estimación. Entre otros se puede citar el Brainstorming (la tormenta de ideas). Se puede decir como ventaja la facilidad de obtener un primer valor para el coste del programa. Como desventajas es difícil contrastar el resultado e igualmente el encontrar un experto para cada proyecto, pues cada proyecto es diferente. A menudo se utiliza el juicio de expertos para evaluar las entradas que se usan para elaborar el acta de constitución del proyecto, para evaluar el plan para la dirección del proyecto y en general para el primer área de conocimiento dentro de cada grupo de procesos.

### B) Técnicas Grupales de Creatividad (Delphi):

Pueden organizarse diferentes actividades en grupo para identificar los requisitos del proyecto y del producto. Algunas de las técnicas grupales de creatividad que pueden usarse, son:

- Tormenta de ideas. Una técnica usada para generar y recopilar numerosas ideas relacionadas con los requisitos del proyecto y del producto.
- Técnicas de grupo nominal. Esta técnica mejora la tormenta de ideas, mediante un proceso de votación que se usa para jerarquizar las ideas más útiles, para realizar una tormenta de ideas adicional, o para asignarles prioridades.
- Mapa conceptual, mental. Las ideas que surgen durante las sesiones de tormentas de ideas individuales se consolidan en un esquema único para reflejar los puntos en común y las diferencias de entendimiento, y generar nuevas ideas.
- Diagrama de afinidad. Esta técnica permite clasificar en grupos un gran número de ideas para su revisión y análisis.
- Método Delphi: Es una técnica de sondeo de opiniones en la que en este caso se solicitan estimaciones de un grupo de expertos (misma noción del campo a abordar), por lo general a nivel

gerencial. Los encargados de realizar la planificación de los recursos humanos necesarios para el proyecto actúan como intermediarios, resumen las respuestas obtenidas, e informan a los expertos de los resultados. El proceso se repite hasta que el grupo empieza a concordar en determinados factores. Generalmente cuatro o cinco fases sucesivas son suficientes para llegar a resultados concretos. En esta técnica a diferencia de otras grupales y por razones de independencia los expertos deben ser aislados y sus opiniones recogidas por vías no presenciales. En este método se busca el máximo grado de consenso en el grupo. Para conservar el anonimato, estas respuestas sólo están a disposición del moderador. Varios problemas limitan el alcance del método, que es largo, costoso, fastidioso e intuitivo más que racional. Por otra parte, no se toman en consideración las posibles interacciones entre las hipótesis consideradas y son incluso evitados en la propia construcción de la encuesta, esto es lo que ha conducido a los promotores del método Delphi a desarrollar los métodos de impactos cruzados probabilistas.<sup>228</sup>

C) Método de los escenarios:

Este método fomenta la creatividad de los integrantes del equipo. Lo que persigue es definir un estado futuro de un sistema o un proceso que se conoce actualmente, aunque no sea en su totalidad y definir los procesos para dibujar una imagen futura de lo que será. Podemos encontrarnos con dos tipos: los **exploratorios** y los **normativos**. Los **exploratorios**, se construyen a partir de las tendencias del pasado y del presente y los normativos se construyen a partir de diferentes imágenes del futuro<sup>229</sup>; pueden ser deseables o indeseables. Está dividido en tres fases.<sup>230</sup> El método de escenarios tiene sus inconvenientes, el principal es que todos los escenarios se basan en unas hipótesis que no son cuestionadas durante el proceso de elaboración del escenario. Cuando éste ya ha sido elaborado, debe ser contrastado con la realidad y con las posibilidades reales de ocurrencia.

D) Método arboles de relevancia:

Este método se ha aplicado preferentemente en el área de la investigación tecnológica y militar. De los métodos prospectivos este es usado con cierta frecuencia, es un **método normativo** (desde un futuro deseado, se retrocede hasta el presente), que tiene sus fundamentos en el análisis de sistemas. Toma como variable de entrada un conjunto de necesidades futuras, e identifica las acciones tecnológicas que requerimos en la actualidad para llegar a ellas. Su objetivo es asociar objetivos futuros con decisiones inmediatas. Esta Técnica se usa cuando para alcanzar un objetivo existen diferentes alternativas tecnológicas. El objetivo buscado constituye el origen y las diferentes

---

<sup>228</sup> GODET M. 2.000. *La Caja de Herramientas de la Prospectiva Estratégica*. Paris. Librairie des Arts et Métiers. p.. 80.

<sup>229</sup> ALANIS HUERTA A. 2002, "El ABCD de la Planificación Prospectiva" *Revista Digital de Investigación*. Paris. P. 4

<sup>230</sup> GODET M. 2.000 Op. Cit. p. 45

alternativas tecnológicas las soluciones posibles, de cada solución posible requiere que se cumplan determinadas funciones y de esas funciones pueden alcanzarse empleando diferentes medios o sistemas, a su vez cada una de estas puede alcanzarse mediante diferentes formas o proyectos. De esta forma se construye un "árbol" jerárquicamente estructurado.<sup>231</sup>

E) Método análisis estructural:

Método histórico-estadístico, necesita expertos sénior, se realiza por un grupo de trabajo compuesto por actores y expertos con experiencia demostrada, en él se descompone un sistema en una matriz que integra todos sus elementos. Este método estudia las relaciones entre estos elementos o variables con objeto de encontrar las **variables influyentes** que pueden hacernos comprender la evolución del sistema y predecir su comportamiento en el futuro. Las fases que se abordan son: la elección de las variables, identificar las relaciones entre estas variables en una matriz y búsqueda de las variables clave. (Se puede hacer mediante la matriz de impactos cruzados).

F) Método matriz de impacto cruzado (método histórico-estadístico, necesita expertos sénior):

Es el término genérico de una familia de técnicas que intentan evaluar los cambios en las probabilidades de un conjunto de acontecimientos como consecuencia de la realización de uno de ellos. Este método de las matrices de impacto cruzado es una de las metodologías de prospectiva más usada por los países europeos. Existe un impacto cruzado entre dos eventos cuando la probabilidad que ocurra uno de ellos varía en función de que suceda o no el otro. Si la probabilidad de ocurrencia aumenta, el sentido del impacto es positivo; si la probabilidad disminuye, el sentido del impacto es negativo; si la probabilidad no varía, se dice que no existe impacto cruzado. Estas ocurrencias se representan en una matriz que resume los probables impactos cruzados entre los diversos eventos sometidos a estudio.

G) Análisis morfológico:

Este se originó como herramienta de apoyo al proceso de análisis prospectivo para poder visualizar tecnologías del futuro. La verdadera aplicación es la de explorar posibilidades para el diseño y desarrollo de nuevas tecnologías a partir del estudio de todas las combinaciones resultantes de la descomposición de un sistema.

También se puede usar para visualizar escenarios futuros probables en cualquier área.

---

<sup>231</sup> CEGARRA SÁNCHEZ J. 2004. *Metodología de la investigación Científica y tecnológica*. Madrid. Ediciones Díaz de Santos. p. 348. ISBN 84-7978-624-8

## **ANEXO III, ESTRUCTURAS ESDP, ESDT Y ESDC DEFINIDAS EN ESPAÑA.**

El proyecto de confección de las estructuras se comenzó a elaborar en el año 2009 y su proceso fue:

- Estudio de estándares y normas internacionales aplicados en otros MINISDEF.
- Desarrollo de Estructuras de descomposición de costes por Familias de Sistemas.
- Validación de las Estructuras con cuerpos técnicos del MINISDEF y con la Industria.

### **Las características que debían cumplir las estructuras eran:**

- Fáciles de desarrollar: codificación jerárquica que permite un mayor detalle cuando resulta necesario (sistema decimal)
- Comparables: posibilidad de comparar datos de casos similares
- Adaptables:
  - Al proceso industrial.
  - Al ciclo de vida de los sistemas.

Los estándares utilizados para su confección fueron:

- AECMA 1000D/ATA.
- Nomenclátor de la Armada Española.
- MIL-HDBK-881 “Work Breakdown Structures for Defense “
- MIL-STD-196E “Joint Electronics Type Designation system”
- OTAN RTO-TR-058 “Cost Structure and Life Cycle Costs for Military Systems”.

Para la normalización de la información de costes, se agruparon los sistemas militares en catorce familias (ESDP física) en función de la naturaleza de dichos sistemas.

- 1) Sistemas de Aeronaves;
- 2) Sistemas Navales (buques);
- 3) Sistemas de Vehículos Terrestre;
- 4) Sistemas Electrónicos y/o Software (CIS);
- 5) Sistemas de medios de fuego. (Armamento, artillería, munición y granadas);
- 6) Sistemas de Misiles (misiles y torpedos);
- 7) Sistemas Espaciales;

8 a 14) Otros bienes inventariables (infraestructura), bienes de consumo, servicios, etc

Para cada familia, se desarrollaron tres estructuras de descomposición cuya intersección caracteriza a un elemento de coste:

1. Estructura de descomposición basada en actividades (ESDT): *Conjunto de actividades, tareas y subtareas que se desarrollan en cada fase del ciclo de vida de un sistema militar. (Equivalente a la EDT).*
2. Estructura de descomposición orientada al sistema (ESDP): *Árbol de descomposición de elementos físicos del sistema. (Equivalente a la EDP).*
3. Estructura de descomposición basada en coste (ESDC): *Descomposición por naturaleza de coste, tal y como se recoge en el Anexo de la Instrucción 128/2007 de la Secretaría de Estado de Defensa. (Equivalente a la EDC)*

| GRUPO | EJE | ESTRUCTURA   | CONCEPTO  |
|-------|-----|--|---|
| 1     | X   | EDA<br>Estructura de Descomposición de Actividades | Conjunto de actividades, tareas y subtareas que se desarrollan en cada fase del Ciclo de Vida |
| 2     | Y   | EDS<br>Estructura de Descomposición de Sistemas    | Árbol de elementos físicos del sistema  |
| 3     | Z   | EDC<br>Estructura de Descomposición de Costes      | Descomposición por naturaleza de coste (Instrucción 128/2007)                                 |

| Cód | Grupo 1: EDA                         |
|-----|--------------------------------------|
| 1   | Evaluación de la necesidad operativa |
| 2   | Previabilidad                        |
| 3   | Viabilidad                           |
| 4   | Definición                           |
| 5   | Diseño y Desarrollo                  |
| 6   | Producción                           |
| 7   | En servicio                          |
| 8   | Baja en servicio                     |

| Cód  | Grupo 1: EDA                     |
|------|----------------------------------|
| 6.1  | Gestión                          |
| 6.2  | Adquisición de material. Compras |
| 6.3  | Ingeniería                       |
| 6.4  | Construcción y Fabricación       |
| 6.5  | Integración                      |
| 6.6  | Pruebas                          |
| 6.7  | Servicios auxiliares de apoyo    |
| 6.8  | Inspección y control de calidad  |
| 6.9  | Certificación                    |
| 6.10 | Puesta en marcha y activación    |
| 6.11 | Despliegue y entrega             |
| 6.12 | Adiestramiento y formación       |
| 6.13 | Logística y Mantenimiento        |

| Cód   | Grupo 1: EDA                         |
|-------|--------------------------------------|
| 6.6.1 | Pruebas unitarias                    |
| 6.6.2 | Pruebas de sistemas                  |
| 6.6.3 | Pruebas funcionales/integración      |
| 6.6.4 | Pruebas de fiabilidad/mantenibilidad |
| 6.6.5 | Pruebas de seguridad                 |
| 6.6.6 | Pruebas de aceptación                |

Figura 25: Definición de las estructuras en el MINISDEF.

La publicación AAP48 afirma que cada fase del ciclo de vida consiste en una serie de procesos confeccionados por el director del programa. Cada proceso consiste en una o más actividades, por ejemplo: gestión, simulación, diseño, fabricación, entrenamiento, .....<sup>232</sup>

| <b>ESTRUCTURA DE DESCOMPOSICIÓN DEL PRODUCTO</b>  |       |   |
|---|-------|---|
| <b>ESDP</b>   |       |   |
|  <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; text-align: left;"> <p>MINISTERIO DE DEFENSA<br/>SECRETARÍA DE ESTADO DE DEFENSA<br/>DIRECCIÓN GENERAL DE ASUNTOS ECONÓMICOS<br/>SUBDIRECCIÓN GENERAL DE CONTRATACIÓN<br/>GRUPO DE EVALUACIÓN DE COSTES</p> </div> |       |   |
| <b>Familia de Sistemas de Aeronaves</b>   |       |   |
| <b>Subfamilia</b>   |       |   |
| <i>Estructura de Desglose del Producto (ESDP)</i>   |       |   |
| Codificación  | Nivel | Estructura de Desglose de Producto                                      |
| 01  | 1     | <b>Sistema de aeronave</b>  |
| 01.01   | 2     | <b>Plataforma base</b>  |
| 01.02   | 2     | <b>Sistemas Principales</b>   |
| 01.02.01  | 3     | <i>Procedimientos estandar - Sistemas de fuselaje de avión</i>          |
| 01.02.02  | 3     | <i>Control Ambiental</i>  |
| 01.02.02.01   | 4     | Compresión  |
| 01.02.02.02   | 4     | Distribución  |
| 01.02.02.03   | 4     | Control de Presurización  |
| 01.02.02.04   | 4     | Calefacción   |
| 01.02.02.05   | 4     | Refrigeración   |
| 01.02.02.06   | 4     | Control de Temperatura  |
| 01.02.02.07   | 4     | Humedad / Control de Contaminación del Aire                             |
| 01.02.02.08   | 4     | Líquido/gas refrigerante  |
| 01.02.02.09   | 4     | Sistema de control ambiental integrado                                  |
| 01.02.03  | 3     | <i>Piloto Automático - General</i>                                      |
| 01.02.03.01   | 4     | Piloto Automático   |
| 01.02.03.02   | 4     | Velocidad - Corrección de Actitud de Vuelo                              |
| 01.02.03.03   | 4     | Regulación Automática de Impulsión                                      |
| 01.02.03.04   | 4     | Monitor de Sistema  |
| 01.02.03.05   | 4     | Alivio de Cargas Aerodinámicas  |
| 01.02.03.06   | 4     | Envuelta de Vuelo   |
| 01.02.03.07   | 4     | Gestión de Vuelo  |
| 01.02.03.08   | 4     | Sistema de gestión, guiado y envuelta de vuelo                          |
| 01.02.03.09   | 4     | Dispositivo Integrado de mantenimiento del Sistema de piloto automatico |
| 01.02.04  | 3     | <i>Comunicaciones</i>   |
| 01.02.04.01   | 4     | Comunicaciones por Voz  |
| 01.02.04.02   | 4     | Transmisiones de Datos y Llamado Automático                             |
| 01.02.04.03   | 4     | Megafonía, y sistema de entretenimiento del pasaje                      |
| 01.02.04.04   | 4     | Interfono   |
| 01.02.04.05   | 4     | Integración de Audio  |
| 01.02.04.06   | 4     | Descarga de Estática  |
| 01.02.04.07   | 4     | Monitorización de Audio y video   |
| 01.02.04.08   | 4     | Sintonización Integrada Automática de Frecuencia                        |
| 01.02.04.09   | 4     | Comunicaciones por BUS de datos   |
| 01.02.05  | 3     | <i>Generación/Alimentación Eléctrica</i>                                |
| 01.02.05.01   | 4     | Gestión del Generador   |
| 01.02.05.02   | 4     | Generación de Corriente Alterna   |
| 01.02.05.03   | 4     | Generación de Corriente Continua  |
| 01.02.05.04   | 4     | Potencia Externa  |
| 01.02.05.05   | 4     | Distribución de Carga Eléctrica Alterna                                 |
| 01.02.05.06   | 4     | Distribución de Carga Eléctrica Continua                                |
| 01.02.05.07   | 4     | Monitorización y protección eléctrica                                   |
| 01.02.05.08   | 4     | Distribución de la corriente eléctrica                                  |
| 01.02.05.09   | 4     | Equipo multiuso   |
| 01.02.06  | 3     | <i>Equipamiento y Mobiliario</i>  |

Tabla XXXII: Parte de una estructura de producto de la familia de aeronaves que el Ministerio de Defensa de España ha regulado (Catorce familias por ahora).

<sup>232</sup> NATO. 2.008. *Guidance*.. p. 26 :Lista de actividades y anexo 4 p. 61: descripción de estas actividades.

## ESTRUCTURA DE DESCOMPOSICIÓN DE TRABAJOS

ESDT



MINISTERIO DE DEFENSA  
SECRETARÍA DE ESTADO DE DEFENSA  
DIRECCIÓN GENERAL DE ASUNTOS ECONÓMICOS  
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE CONTRATACIÓN  
GRUPO DE EVALUACIÓN DE COSTES

| Codificación    | Estructura de Desglose de Trabajos |  |
|-----------------|------------------------------------|--|
| <b>00</b>       | <b>CICLO DE VIDA</b>               |  |
| <b>01</b>       | <b>1</b>                           | <b>Fase de Concepto</b>  |
| <b>01.01</b>    | <b>2</b>                           | <b>Etapas de Definición de Necesidad Operativa</b>   |
| 01.01.01        | 3                                  | Trabajos de Planeamiento   |
| 01.01.02        | 3                                  | Trabajos de Gestión  |
| 01.01.03        | 3                                  | Trabajos Administrativos   |
| <b>01.02</b>    | <b>2</b>                           | <b>Etapas de Previabilidad Operativa</b>   |
| 01.02.01        | 3                                  | Trabajos de Planeamiento   |
| 01.02.02        | 3                                  | Trabajos de Gestión  |
| 01.02.03        | 3                                  | Trabajos Administrativos   |
| <b>02</b>       | <b>1</b>                           | <b>Fase de Definición y Decisión</b>   |
| <b>02.01</b>    | <b>2</b>                           | <b>Etapas de Definición de Requisitos</b>  |
| 02.01.01        | 3                                  | Trabajos de Gestión  |
| 02.01.02        | 3                                  | Trabajos Técnicos  |
| 02.01.03        | 3                                  | Trabajos Administrativos   |
| <b>02.02</b>    | <b>2</b>                           | <b>Etapas de Determinación de la Alternativa de Obtención</b>  |
| 02.02.01        | 3                                  | Trabajos de Gestión  |
| 02.02.02        | 3                                  | Trabajos Administrativos   |
| <b>02.03</b>    | <b>2</b>                           | <b>Etapas de Establecimiento de Programas</b>  |
| 02.03.01        | 3                                  | Trabajos de Gestión  |
| 02.03.02        | 3                                  | Trabajos Administrativos   |
| <b>02.04</b>    | <b>2</b>                           | <b>Etapas de Preparación para la Ejecución</b>   |
| 02.04.01        | 3                                  | Trabajos de Gestión  |
| 02.04.02        | 3                                  | Trabajos Administrativos   |
| 02.04.03        | 3                                  | Trabajos Logísticos  |
| <b>3</b>        | <b>1</b>                           | <b>Fase de Ejecución</b>   |
| <b>03.01</b>    | <b>2</b>                           | <b>Etapas de Diseño</b>  |
| <b>03.01.01</b> | <b>3</b>                           | <b>Actividades del Ministerio de Defensa en la Etapa de Diseño</b>   |
| 03.01.01.01     | 4                                  | Trabajos de Gestión  |
| 03.01.01.02     | 4                                  | Trabajos Técnicos  |
| 03.01.01.03     | 4                                  | Trabajos Administrativos   |
| <b>03.01.02</b> | <b>3</b>                           | <b>Actividades del Contratista en la Etapa de Diseño (Armamento y Material)</b>                              |
| 03.01.02.01     | 4                                  | Actividades de Gestión   |
| 03.01.02.02     | 4                                  | Trabajos de Ingeniería   |
| 03.01.02.03     | 4                                  | Generación de Documentos del Proyecto  |
| 03.01.02.04     | 4                                  | Fabricación de Prototipos  |
| 03.01.02.05     | 4                                  | Pruebas de Prototipos  |
| 03.01.02.06     | 4                                  | Trabajos de garantía de prototipos   |
| <b>03.01.03</b> | <b>3</b>                           | <b>Actividades del Contratista en la Etapa de Diseño (Infraestructuras)</b>                                  |
| 03.01.03.01     | 4                                  | Elaboración de proyectos de Infraestructuras   |
| 03.01.03.02     | 4                                  | Desarrollo de Demostradores en materia de Infraestructuras   |
| <b>03.01.04</b> | <b>3</b>                           | <b>Actividades del Contratista en la Etapa de Diseño (Programas CIS)</b>                                     |
| 03.01.04.01     | 4                                  | Realización de trabajos técnicos CIS   |
| 03.01.04.02     | 4                                  | Desarrollo de Prototipos CIS   |
| <b>03.02</b>    | <b>2</b>                           | <b>Etapas de Producción, Construcción, Desarrollo o Adquisic.</b>  |
| <b>03.02.01</b> | <b>3</b>                           | <b>Actividades del Ministerio de Defensa en la Etapa de Producción, Construcción, Desarrollo o Adquisic.</b> |
| 03.02.01.01     | 4                                  | Trabajos de Gestión  |
| 03.02.01.02     | 4                                  | Trabajos Técnicos  |
| 03.02.01.03     | 4                                  | Trabajos Administrativos   |
| <b>03.02.02</b> | <b>3</b>                           | <b>Actividades del Contratista (Producción de Armamento y Material)</b>                                      |
| 03.02.02.01     | 4                                  | Trabajos de Gestión del Contratista  |
| 03.02.02.02     | 4                                  | Trabajos de Ingeniería del Contratista   |
| 03.02.02.03     | 4                                  | Fabricación de productos   |
| 03.02.02.03.01  | 5                                  | Fabricación de partes  |
| 03.02.02.03.02  | 5                                  | Ensamblaje e Integración   |
| 03.02.02.03.03  | 5                                  | Inspección y control de calidad  |
| 03.02.02.04     | 4                                  | Pruebas  |
| 03.02.02.05     | 4                                  | Trabajos de garantía   |

Tabla XXXIII: Parte de la estructura de trabajo que el Ministerio de Defensa de España ha regulado.

## ESTRUCTURA DE DESCOMPOSICIÓN DE COSTES

### ESDC



MINISTERIO DE DEFENSA  
SECRETARÍA DE ESTADO DE DEFENSA  
DIRECCIÓN GENERAL DE ASUNTOS ECONÓMICOS  
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE CONTRATACIÓN  
GRUPO DE EVALUACIÓN DE COSTES

| Codificación | Clasificación por Naturaleza de Coste |   |
|--------------|---------------------------------------|---|
| <b>01</b>    | <b>Nivel 1</b>                        | <b>Costes Internos</b>  |
| 01.01        | Nivel 2                               | Costes de personal  |
| 01.02        | Nivel 2                               | Consumos y otros gastos   |
| <b>02</b>    | <b>Nivel 1</b>                        | <b>Costes Externos</b>  |
| <b>02.01</b> | <b>Nivel 2</b>                        | <b>Precio del contrato</b>  |
| 02.01.01     | Nivel 3                               | Valor de las prestaciones   |
| 02.01.01.01  | Nivel 4                               | Costes de Producción  |
| 02.01.01.02  | Nivel 4                               | Gastos generales  |
| 02.01.01.03  | Nivel 4                               | Beneficio   |
| 02.01.02     | Nivel 3                               | Otros conceptos a retribuir según el contrato   |
| 02.01.02.01  | Nivel 4                               | Costes admitidos por el Contrato, de las Inversiones específicas requeridas por el proyecto   |
| 02.01.02.02  | Nivel 4                               | Otros Costes identificados con las obligaciones derivadas del Contrato, no asignables a los Productos Entregados y/o los Servicios Prestados  |
| 02.01.02.03  | Nivel 4                               | Costes financieros del período medio de maduración asociados al ciclo de transformación y cobro (calculado en términos de coste de oportunidad sobre el flujo financiero correspondiente) |
| 02.01.03     | Nivel 3                               | Impuestos repercutibles   |
| 02.02        | Nivel 2                               | Incrementos del precio por prorrogas  |
| 02.03        | Nivel 2                               | Variaciones del precio por modificaciones   |
| 02.04        | Nivel 2                               | Variaciones por opciones eventuales   |
| 02.05        | Nivel 2                               | Primas a licitadores  |
| 02.06        | Nivel 2                               | Importe de las revisiones de precios  |

Tabla XXXIV: Estructura de costes que el Ministerio de Defensa de España ha regulado.

Por ejemplo, la codificación correspondiente a los *costes de producción* (02.01.01.01 en la EDC/CBS) correspondiente a los *trabajos de fabricación* de partes (03.02.02.03.01 en la EDT/WBS) del *producto aeronave*, plataforma (01.01 de la EDP/PBS), resultaría en la identificación 02.01.01.01-03.02.02.03.01-01.01.

Una estructura de descomposición de costes del ciclo de vida *LCCBS* (Life Cycle Cost Break Structure) define el producto que debe ser desarrollado y relaciona los elementos de trabajo para formar el producto final, contemplando además los costes de este producto en cada una de las fases de su ciclo de vida. La OTAN define una General Cost Break Structure (GCBS) que es desarrollada en la publicación NATO-SAS-028. En las publicaciones NATO-RTO-TR-054; 058 y 076 se pueden encontrar definiciones y buenas prácticas para construir una estructura de costes.

## INDICE DE FIGURAS.

|  |     |
|--|-----|
| Figura 1: Ciclo de vida de un Proyecto.....  | 36  |
| Figura 2: Impacto en el coste de apoyo y operación de las fases preliminares.....          | 39  |
| Figura 3: Curva convencional del coste del ciclo de vida comprometido versus incurrido.... | 40  |
| Figura 4: Métodos de estimación usados por la NASA.....                                    | 61  |
| Figura 5: Procesos de un proyecto.PMI.....   | 73  |
| Figura 6: PBS o EDP de un ordenador.....   | 77  |
| Figura 7: Ejemplo de un WBS orientado al producto.....                                     | 80  |
| Figura 8: Ejemplo de un WBS orientado a la fase del proyecto.....                          | 80  |
| Figura 9: Ejemplo de un WBS orientado a los departamentos de nuestra organización.....     | 81  |
| Figura 10: Grupos de procesos y su definición en un proyecto.....                          | 86  |
| Figura 11: Marco conceptual y arquitectura del ciclo de vida OTAN.....                     | 93  |
| Figura 12: Marco conceptual y arquitectura del ciclo de vida OCCAR.....                    | 107 |
| Figura 13: Marco conceptual y arquitectura del ciclo de vida en España.....                | 113 |
| Figura 14. Iteraciones en la definición de un proyecto.....                                | 136 |
| Figura 15: Campos de la base de datos confeccionado por el investigador.....               | 161 |
| Figura 16: Campos de la base de datos confeccionado por el investigador.....               | 162 |
| Figura 17: N° doc. informados o elaborados por el GEC.....                                 | 170 |
| Figura 18: N° doc. detallan técnicas de estimación.....                                    | 170 |
| Figura 19: N° doc. detallan estructuras.....   | 171 |
| Figura 20: N° doc. Usan parámetros para estimar.....                                       | 171 |
| Figura 21: N° doc. que se ha estimado alguna parte del ciclo de vida.....                  | 172 |
| Figura 22: N° doc. que se ha estimado la totalidad del ciclo de vida.....                  | 172 |
| Figura 23: N° doc. detallan técnicas de estimación costes em el calculo del CCV.....       | 172 |
| Figura 24: N° doc. que en el cálculo del CCV utilizan parametros.....                      | 172 |

## INDICE DE TABLAS.

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
| Tabla I     | : Resumen de los Métodos de Estimación empleados por la OTAN.....             | 47  |
| Tabla II    | : Parámetros de buques de la Armada española.....                             | 56  |
| Tabla III   | : Principales fortalezas y debilidades de los métodos de estimación.....      | 60  |
| Tabla IV    | : Resumen de los Métodos de Cálculo/Estimación empleados por la OTAN..        | 62  |
| Tabla V     | : Métodos de estimación usados por la NASA.....                               | 63  |
| Tabla VI    | : Parámetros y referencias OTAN EEUU recopilados en cálculo CCV.....          | 66  |
| Tabla VII   | : Vida media de los sistemas de armas.....                                    | 67  |
| Tabla VIII  | : Evolución de responsabilidades y datos hacia el dato único.....             | 71  |
| Tabla IX    | : Evolución de nuestro modelo actual al modelo de dato único.....             | 72  |
| Tabla X     | : Procesos realizados en OCCAR.....   | 109 |
| Tabla XI    | : Relaciones entre fases.....   | 115 |
| Tabla XII   | : Fases y etapas que se abordan en la Instrucción 67/2011 y 72/2012.....      | 115 |
| Tabla XIII  | : Fase conceptual. Etapa de definición de la necesidad operativa.....         | 116 |
| Tabla XIV   | : Fase conceptual. Etapa de Previabilidad operativa.....                      | 116 |
| Tabla XV    | : Fase definición y decisión. Etapa de definición de requisitos.....          | 117 |
| Tabla XVI   | : Fase definición y decisión. Etapa determinación alternativa de obtención... | 119 |
| Tabla XVII  | : Fase definición y decisión. Etapa de establecimiento de programas.....      | 124 |
| Tabla XVIII | : Fase definición y decisión. Etapa de preparación de la ejecución.....       | 127 |
| Tabla XIX   | : Fase ejecución. Etapa de diseño.....  | 128 |
| Tabla XX    | : Fase ejecución. Etapa de producción, construcción y desarrollo.....         | 128 |
| Tabla XXI   | : Fase de servicio. Etapa de preparación de entrada en servicio.....          | 131 |
| Tabla XXII  | : Cruce procesos en un proyecto y en un programa.....                         | 137 |
| Tabla XXIII | : Cruce salidas procesos en un proyecto y en un programa.....                 | 139 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla XXIV : Gestión del ciclo de vida en OTAN , OCCAR y España.....              | 141 |
| Tabla XXV : Comparación procedimientos OCCAR, OTAN, España.....                   | 143 |
| Tabla XXVI : Población de la investigación.....                                   | 166 |
| Tabla XXVII : Muestra elegida entre la Población de nuestro estudio.....          | 168 |
| Tabla XXVIII: Encuestas enviadas y recibidas.....                                 | 168 |
| Tabla XXIX : Cuestionario de la investigación.....                                | 169 |
| Tabla XXX : Propuesta metodológica de un procedimiento de estimación del CCV..... | 180 |
| Tabla XXXI : Familias y subfamilias de sistemas y modelos de las subfamilias..... | 182 |
| Tabla XXXII : Parte de una ESDP de la familia de aeronaves en España.....         | 221 |
| Tabla XXXIII : Parte de la ESDT española.....                                     | 222 |
| Tabla XXXIV : Estructura de costes ESDC española.....                             | 223 |