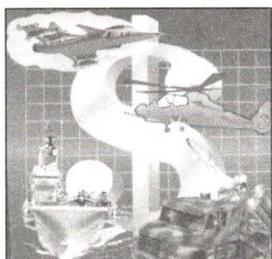


ESTIMACION DE COSTOS EN PROYECTOS DE DEFENSA

Juan P. Lorca Sánchez *



I. Introducción.

La esencia de la toma de decisiones económicas en la planificación militar no es el análisis cuantitativo. Lo esencial es la comparación de todas las alternativas relevantes desde el punto de vista de los objetivos que cada una puede cumplir, y de los costos en que se incurre y la selección de la mejor de ellas a través del uso de un criterio económico.

En un mercado de defensa que presenta complejos y modernos sistemas de armas, de elevado costo y puesta en servicio y la larga duración de este proceso, obliga al empleo de una metodología que permita un máximo aprovechamiento de los recursos disponibles.

Estudios efectuados en la década del 60 demostraron que la parte más significativa de los costos del ciclo vital (LCC) para un sistema de armas, se encontraba en el área de apoyo. El costo de adquisición inicial representaba sólo de 25 a 35% de los recursos invertidos en la adquisición y mantención del sistema. Otra fracción del valor se invertía en los costos operacionales (10 a 15 %), identificándose a los costos de apoyo, como el contribuyente más alto en la porción del

costo total durante el transcurso del ciclo vital del sistema.

En el presente artículo se define el análisis de costos de defensa y se exponen los factores que se deben considerar para el control de costos de mantenimiento en el área de misiles. Un especial énfasis se presenta en las consideraciones que se deben tener presente, al momento de analizar un proyecto de adquisición de Sistemas de Armas en el área de apoyo y soporte necesario para mantener el Armamento en servicio de acuerdo al tiempo planificado.

II. Generalidades.

A. Tipos de Inversión en Defensa.

Normalmente las instituciones de la defensa deben adoptar decisiones relativas a inversiones en cuatro grandes áreas de importancia:

- Sistemas de Armas (buques, misiles, torpedos, etc.).
- Infraestructura física (construcción, ampliación, etc.).
- Personal (desarrollo y capacitación, etc.).
- Mantención de un inventario para el empleo bélico (adquisiciones de repuestos, renovación consumos anuales, etc.).

Las inversiones en sistemas de armas son consecuencia de la evaluación de las necesidades detectadas y su objetivo es satisfacer la concepción estratégica de una

* Teniente 1º. Especialista en Artillería y Misiles. Oficial Servicios Especiales en Misiles. Magister en Administración y Economía.

fuerza operativa, producto de una tarea asignada.

La implementación de cada decisión relativa a un sistema de armas requiere desarrollar el estudio del proyecto de inversión, además de contener los análisis de carácter específicamente militares, debe considerar los costos de inversión, operación, de mantenimiento y de apoyo en el tiempo.

Sobre la base del conjunto de información antes descrito, será necesario comparar alternativas de solución que se planteen para posibilitar la toma de decisiones.

B. Generalidades sobre Costos.

Definiendo brevemente a las Instituciones Armadas, se puede establecer que son organizaciones cuyo objetivo es proporcionar un producto final consistente en una cantidad definida de potencial bélico, para ser empleada en un posible conflicto.

El producto definido de esta manera se logra en base a la conjugación de diversos insumos que, en términos muy generales, son:

- Materiales (infraestructura, buques, etc.).
- Personal (Oficiales y Gente de Mar).
- Capital de Operación (presupuesto anual).

C. Clasificación de Costos.

La primera clasificación de costos en que se incurre es la siguiente:

1) Costo de Inversión:

Se entiende por costos de inversión todos aquellos, incurridos en moneda nacional y extranjera, desde el momento en que se inicia la implementación de la solución elegida, hasta que ella se encuentra completamente implementada y lista para operar.

2) Costos de Operación:

Los costos de operación se pueden definir como aquellos incurridos en el entrenamiento prebélico del nuevo sistema, entre el momento en que éste ha completado su organización y equipamiento y el momento en que entre en combate. Como el

momento de entrada en combate es prácticamente imposible de definir, para efectos de asignar un límite (horizonte) de tiempo para cuantificar los costos, se debe asignar una vida útil relativamente arbitraria, definida por la superioridad en base a consideraciones de carácter técnico-militar, entre las cuales pueden citarse la vida útil del material componente del sistema y el período a lo largo del cual se espera que mantendrá su eficacia frente a posibles fuerzas adversarias.

3) Costos de Mantenimiento y Apoyo:

Estos costos se pueden definir como todos aquellos materiales, equipos de prueba, instalaciones y operaciones necesarias para la mantención, reparación y validación del sistema de armas. También considera las capacidades de almacenamiento de los sistemas y sus repuestos de acuerdo a los requerimientos del armamento.

D. Unidad de Costo.

La unidad por la cual es medido el costo difiere según se trate de una economía de tiempo de paz o de guerra. Cuando un país se encuentra en guerra, la unidad determinante es el "Tiempo".

Si existe una determinada amenaza se deberá contar con un contra sistema que deberá estar en servicio en el menor tiempo posible, siendo el costo en dinero despreciable, ya que sólo importa el tiempo.

En época de paz sin embargo, el costo de un sistema de armas es medido en dinero, llegando a ser éste un factor determinante entre diferentes sistemas de armas.

El costo por unidad de un determinado equipo decrecerá en época de guerra, debido al uso acelerado de tal equipo, pero cumplirá con el propósito del mismo.

En tiempo de paz, el equipo es almacenado y es utilizado sólo como reemplazo de aquellos utilizados en práctica.

Cuando una cantidad considerable de equipos es almacenada en preparación de un eventual conflicto, éste se deteriorará durante el período de almacenamiento y la mantención requerida para conservarlo operativo

podrá resultar costosa. Se debe considerar que existen componentes y equipos que poseen una determinada vida esperada, después de la cual deberán ser dados de baja y reemplazados.

III. Consideraciones Generales de Costo de un Sistema de Misiles para una Fuerza Operativa.

Es interesante el analizar el costo que representa en general un determinado sistema de misiles para una fuerza operativa, ya que está íntimamente relacionado con el propósito de este artículo y permite obtener una visión general de lo que significa un sistema de armas y su costo. Para este propósito es necesario determinar el costo de inicial, para luego determinar el costo total que significa mantenerlo en servicio, el cual se analiza como costo anual que dará la unidad por la cual nos permitirá determinar el costo total según los años que esté en servicio.

A. Costo Inversión en un Sistema de misiles.

Estará comprendido por las siguientes variables de análisis:

1) Costo de Investigación y Desarrollo (Cid):

Está compuesto por los costos contractuales para la adquisición de un sistema o los costos de investigación y desarrollo de éste. Incluye los costos de administración de la ejecución del contrato o desarrollo del sistema.

2) Costo de producción (Cp):

Compuesto principalmente por el costo de terrenos, edificios, instalaciones, equipos y herramientas necesarias para producir el sistema o asegurar su operatividad en el tiempo.

3) Costo de cada misil (Cm):

Está definido por el Valor unitario de adquisición en el mercado de los misiles.

4) Costo de los Componentes Buque (Cb):

Es la suma del costo de los componentes del sistema, de los repuestos necesarios a bordo, más el costo de su instalación. Se debe considerar en el costo de instalación,

el costo de tener al buque fuera de servicio cuando se realice el trabajo.

5) Costo de Distribución y Almacenamiento de los Misiles, por misil (Cdm):

Es dependiente del costo de transporte y el costo de las instalaciones necesarias para almacenarlo si no se cuenta con ellas.

6) Costo de Distribución y Almacenamiento de componentes Buque (Cds):

Es principalmente el costo de traslado al lugar de instalación. También deberá considerar el costo de fabricación de nuevos pañoles o almacenes si no existe la disponibilidad requerida en los Centros de Abastecimiento.

7) Costos de Instrucción (Cin):

Son los cursos efectuados en el extranjero o en el país. Generalmente la adquisición de un sistema de armas de alta tecnología y complejos equipos, requiere de un entrenamiento inicial para su operación y mantenimiento. Esto incluye pasajes, viáticos y otras asignaciones del personal seleccionado.

8) Costo repuestos Iniciales (Cr):

Es la cantidad de repuestos que se adquiere para mantener una existencia pre-determinada por sistema a lo largo de la vida en servicio. Esto incluye un stock inicial de repuestos de misiles.

9) Costo de Infraestructura y Apoyo (Cia):

Costos de la infraestructura de apoyo requerida para la mantención, reparación y validación del sistema y los Misiles.

Luego, si llamamos al número de misiles producidos o comprados "Nm" y al número de sistemas producidos o comprados "Ns", podremos establecer el costo inicial "CI" en base a la siguiente ecuación:

$$CI = Cid + Cp + Nm * Cm + Ns * Cs + Nm * Cdm + Ns * Cds + Cin + Ns * Cr + Cia$$

B. Costo de Operación Anual de un Sistema de Misiles.

Una vez que se ha planteado el costo inicial "CI", se debe actualizar el costo anual que significa operar el sistema.

Los costos de operación incluyen el entrenamiento de las unidades. ¿Cuánto

entrenamiento deben efectuar las unidades para asegurar su máxima eficiencia en la guerra? Esto debe estar establecido en términos de navegaciones, maniobras navales para entrenar las dotaciones y ejercicios de lanzamientos de misiles reales, etc.

Es importante considerar para los efectos de costos, las políticas de entrenamiento y consumo de misiles. En su formulación debe tenerse en cuenta principalmente el logro del objetivo consistente en asegurar la máxima eficiencia bélica.

Los costos de operación estarán compuestos por las siguientes variables:

1) Costo de Capacitación (Cp):

Costo de la capacitación del personal recién asignado al sistema por buque para lograr el conocimiento, operación y mantención de éste.

2) Costo del mantenimiento Planificado (Csm):

Costo de los insumos y repuestos necesarios para efectuar el mantenimiento planificado anualmente por cada sistema.

3) Costo de Entrenamiento (Ce):

Son los costos incurridos en el entrenamiento de la unidad para obtener la máxima eficiencia del sistema. Esto considera el consumo de petróleo, lubricantes y misiles necesarios por operación en la mar para lograr la preparación óptima.

4) Costos Fijos Anuales Buque (Cfb):

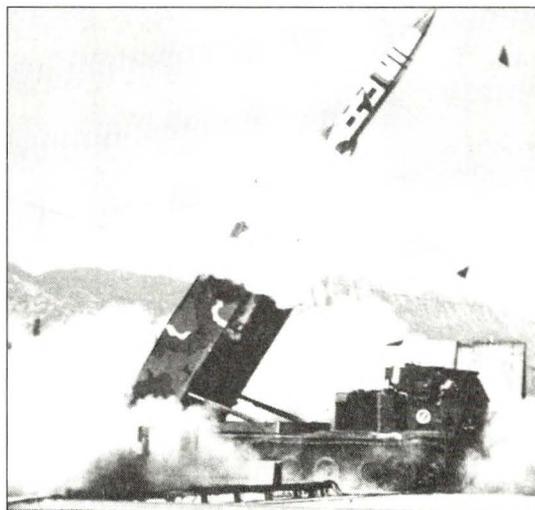
Son todos costos fijos independiente de la operación de la unidad y del sistema. Aquí encontramos sueldos y alimentación del personal, servicios y consumos varios (luz, agua, etc.). Estos costos se deben estimar según antecedentes de unidades semejantes.

Se puede establecer el costo anual de operación "Ca" como:

$$Ca = Cc + Csm + Ce + Cfb$$

C. Costos de Mantenimiento y Apoyo para un Sistema de Misiles.

Corresponde al costo anual en que tiene que incurrir la institución para mantener, reparar y validar los sistemas y los misiles. Una



Lanzamiento de un Misil ATACMS.

clasificación no exhaustiva del costo es:

1) Costos Apoyo mantención del Sistema Buque (Cab):

Son los costos anuales de los repuestos, consumos y materiales necesarios para mantener, reparar y validar las instalaciones de lanzamiento de las unidades. Estos se materializan en astilleros y talleres especiales de armamento (radares y sistemas de control de fuego).

2) Costo Apoyo y mantención del Arma (Cam):

Son los costos anuales de los repuestos, consumos y materiales para mantener, reparar y validar los misiles. Estos se materializan en los Arsenales.

3) Costos Fijos de Apoyo (Cfa):

Corresponde a los costos fijos anuales incurridos en la infraestructura de apoyo y mantenimiento, estos son luz, agua, sueldos del personal de mantenimiento y servicios varios.

Se puede establecer el costo anual de mantención y apoyo "Cma" como:

$$Cma = Cab + Cam + Cfa$$

D. Cálculo del valor Actual de los Costos (VAC) de un Sistema de Armas.

El cálculo del VAC permite transformar los costos generados por el sistema en dis-

tintos años o períodos, en valores referidos a un solo momento del tiempo.

La expresión matemática para el valor de los costos que se produce por "n" años, utilizando las abreviaciones anteriores, es la siguiente:

$$VAC = CI + C_1/(1+r) + C_2/(1+r)^2 + \dots + C_n/(1+r)^n$$

Donde:

CI = Costo inversión inicial.

C₁ = Ca₁ + Cma₁ = Flujos anuales de costos.

r = Tasa de descuento.

n = Vida útil del sistema en años.

IV. Análisis del Costo de un Misil.

Cuando se habla del costo de un misil, generalmente se considera sólo su valor inicial de venta o precio unitario, el que sólo como su nombre lo indica, será el costo de su compra, siendo necesario determinar el costo total del misil en el tiempo que se mantendrá en servicio, por lo tanto será necesario considerar las siguientes variables:
 P = Período que se desea tener el misil en servicio.

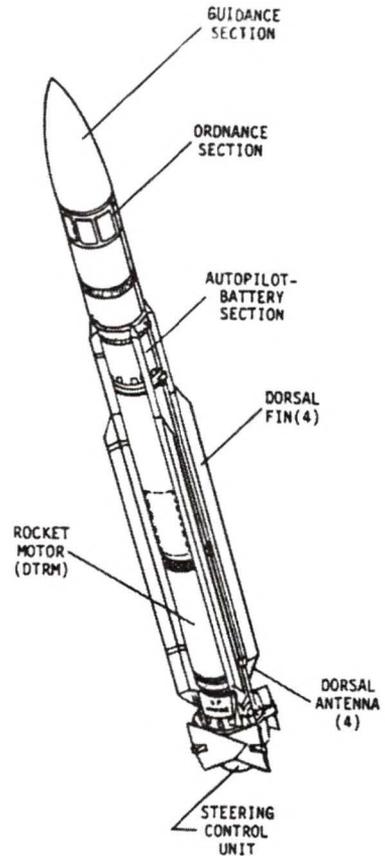
C_i = Costo de los componentes del misil que tienen una vida de servicio menor a P o deben ser sometidos a repotenciamiento.

V_i = Vida útil del componente "i".

Incluyendo estas variables, es factible efectuar el estudio del costo, que se explicará con un ejemplo práctico, utilizando el caso de un misil "X".

A. Costo del Misil "X".

El misil "X" está compuesto por los siguientes sistemas principales: propulsión, control, poder y carga de combate. Ciertos elementos de estos sistemas tienen una vida útil y características que obligan a ser cambiados con una determinada periodicidad. Los siguientes componentes están sujetos a lo indicado anteriormente:



- Espoleta:	5 años
- Carga de Combate:	15 años
- Conjunto Motor:	10 años
- Iniciador Conjunto Motor:	05 años
- Baterías:	05 años
- Repotenciamiento giro *:	05 años
- Repotenciamiento Mecánico *:	05 años
- Repotenciamiento electrónico:	05 años
- Flares:	10 años

Suponiendo que el misil es adquirido en el año cero con todos sus elementos nuevos y se desea mantenerlo en servicio por 30 años, se deberá considerar que en este período habrá que renovar estos elementos, lo cual se muestra en el Cuadro 1.

* No se efectúa su cambio, pero obliga a efectuar un reacondicionamiento (overhaul).

Cuadro 1: Demanda de Componentes en el Tiempo de Servicio.

Componentes del Misil "X"	Vida útil en años	Demanda componentes por años en servicio del misil				
		5	10	15	20	25
	Períodos de 5 años					
Espoleta	5	1	1	1	1	1
Carga de Combate	15			1		
Conjunto Motor	15			1		
Iniciador Motor	5	1	1	1	1	1
Baterías	5	1	1	1	1	1
Plataforma Inercial	5	1	1	1	1	1
Repotenciamiento Mecánico	5	1	1	1	1	1
Repotenciamiento Electrónico	5	1	1	1	1	1
Flares	10		1		1	

B. Cálculo del Costo del Misil "X".

Para calcular cuánto costará tener el Misil "X" en servicio por 30 años, se puede realizar el siguiente procedimiento:

Si dividimos el período "P" considerado para tenerlo en servicio, por la vida útil de cada componente "Vi", aproximando el resultado al entero positivo menor, tendremos el número de veces que se deberá "Comprar" o "Repotenciar" el componente, lo que llamaremos "Di" (demanda del componente). Por ejemplo si se considera el conjunto motor, Di será:

$$Di = P/Vi = 30/15 = 2 \rightarrow 2$$

Por lo que Di = 2, ya que la división dio por resultado 2 y al aproximarle al entero positivo menor da como resultado 2. Asimismo si se considera el caso de la espoleta, Di será:

$$Di = P/Vi = 30/10 = 3 \rightarrow 3$$

Vale decir para el período de tiempo "P", se deberá considerar la compra de un conjunto motor y dos cambios de espoleta.

Una vez que se determina la demanda de cada componente, ésta se debe multiplicar por el valor que representa o cuesta ese componente "Ci", por lo que el costo misil "Cm" en que habrá que incurrir se puede representar en la siguiente ecuación:

$$Cm = \sum_{i=1}^n Ci * Di / (1+r)^a$$

donde "i", representa a cada componente a ser cambiado o reacondicionado, "r" la tasa de descuento y "a" el año en que se debe cambiar o reacondicionar componentes.

En el cuadro 2 se efectúa el cálculo de "Cm", para un período P de 30 años en base a valores estimados de cada componente en UM (unidades monetarias). El valor de los elementos se reajusta en un promedio del cinco por ciento anual.

Ahora bien, si a los costos misil "Cm" en el tiempo, se le suma el costo inicial o precio de venta del misil, que denominaremos "CIn", se tendrá el costo total por misil que llamaremos "Ctm":

$$Ctm = CIn + \sum_{i=1}^n Ci * Di / (1+r)^a$$

r = Tasa de descuento

a = año de cambio o repotenciamiento de componentes.

Para determinar el costo total de los misiles a tener en servicio, debemos multiplicar "Ctm" por el número de misiles adquiridos "Nm" y será:

$$CT = Ctm * Nm = (CIn + \sum_{i=1}^n Ci * Di / (1+r)^a) * Nm$$

Si reemplazamos los valores obtenidos en el cuadro 2 en la fórmula del "Ctm", asumiendo un CIn = 800 (miles de Unidades Monetarias) y una tasa de descuento inter-

Cuadro 2 Valor de la Demanda de Componentes en el tiempo								
Item	Vida Util	Nº Misil	Precio	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20	Año 25
Espoleta	5		15	19,1442	24,4334	31,18	39,799	50,795
Carga Combate	15		100			207,9		
Conjunto Motor	15		200			415,8		
Iniciador Motor	5	2	5	12,7628	16,2889	20,79	26,533	33,864
Baterías	5	2	5	12,7628	16,2889	20,79	26,533	33,864
Plataforma Inercial	5		25	30,4163	40,7224	51,97	66,332	84,659
Overhaul Mecánico	5		50	60,8326	81,4447	103,9	132,66	169,32
Overhaul	5		30	36,4996	48,8668	62,37	79,599	101,59
Electrónico Flares	10	4	4		26,0623		42,453	
Valor demanda por años				172,418	254,108	914,7	413,91	474,09
Valor Actual de la demanda		1188		141,715	171,666	507,9	188,91	177,84

nacional del 4% obtendremos el siguiente valor:

$$C_{tm} = 800 + 1188 = 1988 \text{ miles de UM.}$$

Si está considerado mantener un número de 40 misiles, el costo total en el tiempo será:

$$CT = 40 * C_{tm} = 40 * 1988 = 79520 \text{ miles de UM.}$$

V. Conclusiones.

El análisis de la estimación de los costos, tanto presentes como futuros, en proyectos de inversión en Sistemas de Armas, es una herramienta técnica que coopera a la correcta toma de decisiones que involucran los recursos institucionales, cuando existen usos alternativos para ellos y las necesida-

des están sujetas a un marco presupuestario definido.

La estimación de costos de diferentes sistemas que cumplen una misma función militar, permite optimizar los recursos presupuestarios y tomar decisiones de adquisición económicamente rentables en el tiempo.

No debemos olvidar que mientras mayor sea la restricción presupuestaria (recursos financieros) y más latente la hipótesis de un conflicto bélico, más imperioso se hace el uso sistemático de técnicas modernas de asignación de recursos, siendo la evaluación y estimación de costos un requisito previo en toda inversión en sistemas de armas.

* * *

BIBLIOGRAFIA

- Villar Rojas, Carlos, May.: "Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Defensa".
- Project Management Engineering, Technology and Implementation, Prentice Hall International Editions.
- Cost Estimating Reference Book, United States Army, Logistics Management College.
- Blanchard, Benjamin S.: "Logistics Engineering and Management".
- Cost accounting a Managerial Emphasis, Prentice Hall International Editions.
- Fontaine, Ernesto: "Evaluación Social de Proyectos".
- Locke, Arthur S.: "Principles of Guided Missile Design".
- Apuntes curso Magister en Administración y Economía dictado por la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Concepción.