

01-036

Estimation of the management margin of a ferry vessel construction project through the MonteCarlo method

Carlos Mascaraque-Ramírez¹; Lorena Para-González²; Ana E. Madrid²

¹Universidad Politécnica de Cartagena; ²Centro Universitario de la Defensa en la Academia General del Aire;

The naval sector of new buildings is characterized by high cost programs and by a low definition grade in the tender stages. With these requirements, an initial highly-competitive and acceptable risk budget should be developed. For this reason, it is usual in this field that a management margin is defined, in order to cover probable range increments, as well as probable deviations that could trigger economic losses.

The management margin definition is usually carried out based on the shipyard experience. Problems arise when the shipyard does not count on enough experience in the concrete type of vessel to be built. In this research, the use of the extension triangular Montecarlo's model is proposed, with the aim of calculating the likelihood of accomplishment of the calculated budget, and, from this result, estimate the management margin that provides enough confidence to execute the project with the economic risk defined by the organization.

The proposal introduced in this study allows managers to obtain a more optimal estimation of the management margin, reducing therefore economic risks.

Keywords: management margin; budgets; naval construction projects

Estimación del margen de gestión del proyecto de construcción de un buque tipo ferry mediante el método de Montecarlo

El sector naval de nuevas construcciones se caracteriza por programas de elevado coste y bajo grado de definición en las etapas de licitación. Con esas premisas ha de desarrollarse un presupuesto inicial que sea altamente competitivo y con un nivel de riesgo asumible para la empresa. Por ello, es usual en este campo, que se defina un margen de gestión del proyecto para cubrir los posibles incrementos de alcance, así como las posibles desviaciones que sean susceptibles de generar pérdidas económicas.

La definición del margen de gestión suele realizarse basándose en la experiencia del astillero. La problemática surge cuando el astillero no cuenta con experiencia suficiente en el tipo concreto de buque a construir. En el presente trabajo de investigación, se propone el uso de una extensión del modelo triangular de Montecarlo con el fin de calcular la probabilidad de cumplimiento del presupuesto calculado, y a partir de este resultado, estimar el margen de gestión que aporte la confianza suficiente para ejecutar el proyecto con el riesgo económico definido por la organización.

La propuesta que se introduce en este trabajo permite a la alta Dirección obtener una estimación más óptima del margen de gestión, reduciendo así los riesgos económicos.

Palabras clave: *margen de gestión; presupuestos; proyectos de construcción naval*

Correspondencia: Carlos Mascaraque Ramírez: carlos.mascaraque@upct.es / Lorena Para González: lorena.para@tud.upct.es / Ana E. Madrid: anae.madrid@tud.upct.es



Este obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

1. Introducción

En los astilleros dedicados a nuevas construcciones es común encontrar dificultades a la hora de presupuestar, esto se debe principalmente a dos factores. El primero, es la necesidad de ajustar al máximo los presupuestos, necesidad que surge en un sector altamente globalizado y con una gran competencia proveniente de los países asiáticos (Lloyds-Register, 2015). El segundo factor es el producido por la incertidumbre que surge en los proyectos navales, ésta es debida al hecho de que los astilleros deben construir series de bajo número de unidades, donde es complejo aplicar las técnicas de producción seriada y hay que trabajar bajo principios de fabricación de prototipos (Birkler et al., 2015).

Es conocido que el diseño de los buques evoluciona a lo largo de su construcción y sufre múltiples modificaciones, consecuencia de la propia espiral de diseño y de las mejoras aplicadas en los buques sucesivos de las series (Eyes & Bruce, 2012). Pero esta circunstancia es difícil de trasladar a los presupuestos, estos evolucionarán y se revisarán a lo largo de la vida del programa, pero siempre manteniendo el techo que ha sido acordado en la firma de contrato entre el astillero constructor y el armador o naviero.

Bajo esta premisa del techo económico, es imprescindible tener un cálculo lo más fiable posible del valor global del presupuesto en una etapa muy temprana, como son las licitaciones (Curtis, 2014). Estas licitaciones internacionales se han convertido en concursos muy disputados, donde los diferentes astilleros se presentan con ofertas de plazo y coste ajustados (Ballesteros-Pérez, Skitmore, Pellicer & González-Cruz, 2015).

Debido a la incertidumbre de los proyectos, es necesario dotar al presupuesto de una partida relevante de margen de contingencia, cuya función será soportar las desviaciones de coste. Dichas variaciones se suelen producir por variaciones del alcance, cambio de tarifas horarias, modificaciones de los precios de los suministradores (Kapurch, 2010), etc.

La necesidad de poder evaluar este margen de gestión es una prioridad para la alta dirección de los astilleros, resultando de gran interés el desarrollo de modelos de cálculo lo más fiables posibles para su definición.

2. Objetivos

El presente trabajo de investigación, tiene como objetivo principal la estimación del margen de gestión de los proyectos navales de nueva construcción. Para alcanzar este objetivo, se empleará el método de Montecarlo utilizando distintas distribuciones de probabilidad y se realizará su verificación por medio de un caso específico de estudio, el programa de construcción de una serie de 3 buques tipo Ferry.

Los resultados se enfocarán a la toma de decisiones para la alta dirección de los astilleros, así mismo, se especificarán las principales ventajas e inconvenientes de cada modelo de cálculo empleado. De forma similar, se desarrollarán unas pautas para poder implementar cada variante del modelo de Montecarlo, pudiendo así utilizarse en otros proyectos de gran envergadura, tanto navales como de otros sectores.

3. Metodología

Para cumplir con los objetivos estipulados, se precisa conocer las opciones de cálculo del margen de gestión por medio de método de Montecarlo, así como los criterios básicos para su correcta ejecución.

Por lo tanto, en las secciones siguientes se describirá la metodología utilizada para las simulaciones de Montecarlo, y la metodología de cálculo recomendada para los diferentes presupuestos con los que será preciso trabajar.

3.1 Descripción del método de Montecarlo para la estimación del Margen de Gestión.

El Margen de Gestión de un proyecto de gran envergadura debe calcularse con sumo cuidado, si su valor es demasiado alto el proyecto no será competitivo en los concursos de licitación (Ballesteros-Pérez et al., 2015); por lo contrario si es demasiado bajo se corre el riesgo de ejecutar el proyecto en pérdidas y todo lo que ello implica a la empresa, pudiendo causar la quiebra de la misma (Hermarij, 2013).

Bajo este marco de necesidad se debe desarrollar un método lo más fiable posible para la obtención del valor del Margen de Gestión. Es aquí donde el uso del método de Montecarlo se ha ido asentando (PMI, 2014), y se ha buscado su refinamiento y mejor precisión utilizando para ello diferentes distribuciones de probabilidad.

Antes de emplear la técnica de Montecarlo se parte de un presupuesto previo, para el cuál se calcula su probabilidad de cumplimiento. La bibliografía actual de Gestión de Proyectos (Hermarij, 2013; PMI, 2014), recomienda utilizar un valor de probabilidad de entre un 80% y un 90% para la asignación del presupuesto de la obra.

La diferencia entre el presupuesto base, calculado por medio de las diferentes técnicas de estimación presupuestaria (Alvariño-Castro, Azpíroz-Azpíroz & Meizoso-Fernández, 1997; USN, 2005), y el presupuesto calculado para la fiabilidad del 80%-90% será la cuantía que forme el concepto de Margen de Gestión.

Esta cifra es significativamente elevada, suponiendo valores que varían entre el 5% y el 15% del total presupuestado (PMI, 2014), lo que implica que ha de afinarse lo máximo posible.

Con esta finalidad, la presente investigación desarrolla el método de Montecarlo utilizando dos alternativas, la distribución triangular y una extensión de ésta.

3.2 Distribución triangular para el método de Montecarlo.

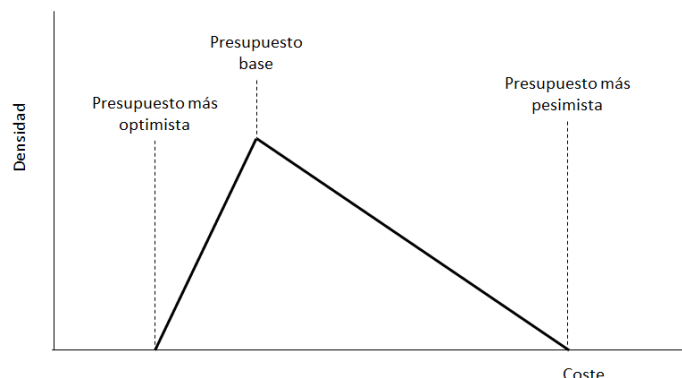
La distribución triangular precisa de tres parámetros o puntos para realizar su cálculo, en el contexto presupuestario (da Silva Pereira, Pinho, Galhardo & Macêdo, 2014) estos puntos se definen como:

- Presupuesto base.
- Presupuesto más optimista.
- Presupuesto más pesimista.

El primero de ellos, el presupuesto base, es el que se ha obtenido por los diferentes procesos de cálculo internos de la empresa y corresponde a la moda de la distribución de probabilidad. El presupuesto más optimista, será el presupuesto de menor cuantía posible y corresponderá con el punto extremo inferior de la distribución de probabilidad.

Por su parte, el presupuesto más pesimista será el mayor de todos, y corresponderá con el otro extremo superior de la distribución de probabilidades. En la Figura 1 se muestran los tres puntos que definen la distribución triangular cuando esta es utilizada para la generación de presupuestos.

Figura 1: Distribución triangular aplicada a la generación de presupuestos



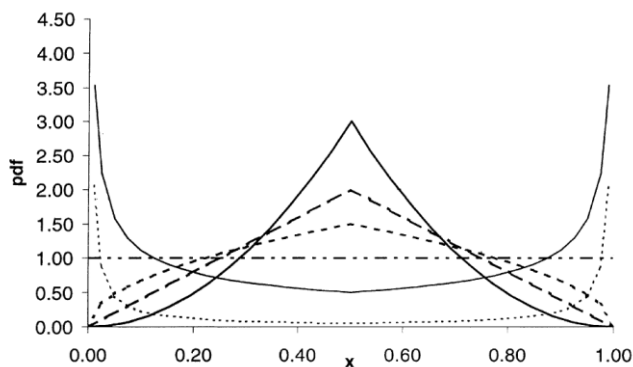
Fuente: Elaboración propia (2017)

En la gestión de proyectos es habitual utilizar el método de Montecarlo con la distribución triangular para la generación de presupuestos, habiéndose validado su uso (Wing Chau, 1995).

3.3 Extensión de la distribución triangular generalizada para el método de Montecarlo.

La extensión de la distribución triangular generalizada, conocida como TSP de sus siglas en inglés (Two-Sided Power distribution), extiende la distribución triangular clásica de la Figura 1, mediante un cuarto parámetro o punto de cálculo, para el cuál será necesario mayor información del modelo (García Pérez, Cruz Rambaud & García García, 2005). Ésta nueva distribución produce multitud de densidades con formas muy diversas (Ren é van Dorp & Kotz, 2002), como se aprecia en la Figura 2.

Figura 2: Distribución TSP de Montecarlo



Fuente: Ren é van Dorp y Kotz (2002)

Para operar con esta distribución, en el contexto de la generación de presupuestos, son necesarios 4 puntos (Pleguezuelo & Pleguezuelo, 2015):

- Presupuesto base.
- Presupuesto más optimista.
- Presupuesto más pesimista.
- Presupuesto aportado por un especialista.

Los tres primeros puntos son idénticos a los descritos en el apartado anterior. Es el cuarto punto el que resulta novedoso y necesario para esta extensión. El cálculo del mismo puede realizarse a partir de la siguiente información:

- Un valor de presupuesto aportado por un especialista del concepto analizado y
- La asignación de la probabilidad de cumplimiento de valor aportado por el especialista.

Los criterios y procedimientos para la obtención de cada uno de los cuatro puntos necesarios serán desarrollados en los apartados siguientes.

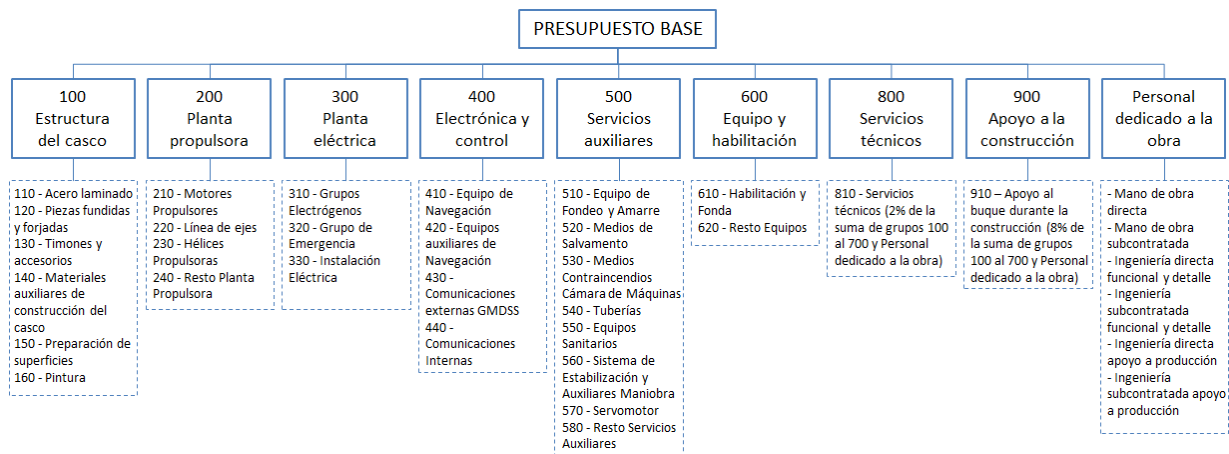
3.4 Procedimiento de cálculo del presupuesto base del buque.

El primer aspecto que es necesario calcular es el correspondiente al presupuesto base del buque o serie de buques. Este valor es necesario tanto para las distribuciones que se emplearán con el Montecarlo, como base para todo el proceso de presupuestario del astillero (Kapurch, 2010).

Como ha sido indicado, su revisión se irá ejecutando a lo largo de la vida del proyecto y evolucionará según las modificaciones del diseño y la construcción. Su incremento o decremento se hará por medio del Margen de Gestión, por tanto, su valor no puede superar en ningún momento del proyecto a la suma del Margen de Gestión y del presupuesto base inicial (Hermarij, 2013).

Para su cálculo hay diferentes procedimientos, el más exacto es partir de un buque ejecutado con anterioridad en el astillero, pero si el astillero nunca ha ejecutado obras de este tipo de embarcación, se recomienda el uso de otros métodos como son el de Alvariño-Castro et al. (1997) o siguiendo los grupos conceptuales que se desarrollan en los manuales técnicas de la US Navy (USN, 2005) y que se representan en la Figura 3

Figura 3: Estructura del presupuesto base



Fuente: Elaboración propia a partir de "Naval Ships' Technical Manual" (USN, 2005)

3.5 Procedimiento de cálculo del presupuesto más optimista y más pesimista del buque.

Partiendo del presupuesto base, desglosado en todos los conceptos que se han mostrado en la Figura 3, se desarrollan los presupuestos más optimistas y más pesimistas.

Para esta finalidad se asigna a cada concepto un grado de certidumbre (PMI, 2014), y a cada grado de certidumbre le corresponderá un valor porcentual de presupuesto pesimista y optimista referenciado al presupuesto base de dicho concepto.

El grado de certidumbre o de definición, se define en función de la madurez que tenga el diseño y el conocimiento de ese concepto en el momento del cálculo del presupuesto (Kapurch, 2010).

Tabla 1. Valoración de los grados de definición de los conceptos presupuestarios

Grado de definición	Presupuesto optimista	Presupuesto pesimista
Bajo	-25%	+75%
Medio	-10%	+25%
Alto	-5%	+10%

Fuente: Elaboración propia a partir de PMI (2014)

Una vez que se asigna el grado de definición a cada partida de las evaluadas se sumarán los resultados, obteniendo así el presupuesto completo más optimista y el más pesimista.

Disponiendo para cada concepto de estos dos valores, y junto al valor del presupuesto base, se dispondrá de los tres puntos necesarios para ejecutar la simulación de Montecarlo con la distribución triangular.

3.6 Criterios para la asignación del grado de cumplimiento del presupuesto aportado por los especialistas.

En lo concerniente al presupuesto aportado al especialista, y como se ha introducido en el apartado 3.3, se precisa de dos datos, el presupuesto y el grado de probabilidad de cumplimiento.

Respecto al primero, el valor de dicho presupuesto para cada concepto presupuestario, se ha de elegir con cuidado el especialista, pudiendo ser parte del personal del astillero o un suministrador externo. Cuando el concepto corresponda a un trabajo que se desarrolle por el personal propio del astillero, se pedirá esta tasación al taller o departamento que vaya a ejecutar el trabajo. En el caso de ser un suministrador externo, se solicitará un presupuesto a dicho suministrador.

Para asignar la probabilidad de cumplimiento de dicho presupuesto se deberá valorar al especialista, para ello se propone los siguientes criterios:

- En el caso de ser un especialista interno, se realizarán dos valoraciones, la primera corresponderá al nivel de automatización y optimización del taller donde se ejecutará el trabajo. La segunda se fijará según la estabilidad del negocio al que se dedique el taller. Por ejemplo, si es un taller de soldadura, se valorará las fluctuaciones del mercado en los precios de los consumibles empleados en la soldadura.
- Cuando se trate de un suministrador externo, de forma similar al caso del suministrador interno se valorarán dos aspectos, el primero el correspondiente a la calificación del proveedor, según los parámetros Tier One, Tier Two o Tier Three (Kug, Kang & Choi, 2008; Lane, Foster, Gardiner, Lanceley & Purvis, 2013). La segunda valoración será idéntica a la del caso propio, valorando la estabilidad del negocio al que se dediquen.

A cada una de estas valoraciones se le asigna un grado de probabilidad de cumplimiento, como se muestra en la Tabla 2, y la probabilidad final de cumplimiento del presupuesto del especialista se obtendrá como la media entre los resultados de las dos valoraciones.

El presupuesto que aporta el especialista puede ser mayor o menor al estimado por el astillero. En el caso de ser menor, la probabilidad de cumplimiento debe ser inferior al 25%.

Por lo contrario de ser mayor al presupuesto del astillero, su probabilidad de cumplimiento ha de ser mayor al 50%. Estas dos consideraciones son necesarias para que la distribución TSP esté bien definida.

Tabla 2. Valoración del grado de cumplimiento del presupuesto aportado por el especialista

Presupuesto del especialista mayor que el presupuesto base			
Nivel de automatización y optimización del taller propio o nivel de confianza en el proveedor (TIER 1, 2 o 3)	% Confianza	Nivel de estabilidad del negocio	% Confianza
1	90%	1	90%
2	75%	2	75%
3	50%	3	50%
Presupuesto del especialista menor que el presupuesto base			
Nivel de automatización y optimización del taller propio o nivel de confianza en el proveedor (TIER 1, 2 o 3)	% Confianza	Nivel de estabilidad del negocio	% Confianza
1	25%	1	25%
2	20%	2	20%
3	15%	3	15%

Fuente: Elaboración propia (2017)

Una vez se disponga de los valores del presupuesto base, presupuesto optimista, presupuesto pesimista y presupuesto del especialista junto a su grado de confianza para cada concepto se puede realizar con éxito la simulación de Montecarlo con la distribución TSP.

4. Caso de estudio

Con la finalidad de poder utilizar la metodología introducida sobre un proyecto real, se utiliza como caso de estudio la construcción de una serie de tres buques tipo Ferry.

Los pasos a seguir en el caso de estudio serán:

- Descripción del buque.
- Cálculo del presupuesto base de la construcción de 3 barcos.
- Definición de los presupuestos más optimistas y más pesimistas
- Presupuesto del especialista y grado de cumplimiento asignado.
- Estimación del Margen de Gestión.

4.1 Características del buque de estudio.

Como primer punto de la investigación, se ha de seleccionar un buque Ferry característico del sector, para ello se ha tomado el Ferry Volcán de Tindaya (Figura 4), embarcación perteneciente a la Naviera ARMAS.

Figura 4: Ilustración del Volcán de Tindaya



Fuente: Naviera ARMAS

Su elección se debe a que alberga las propiedades más relevantes de los buques de su clase, como son sus dimensiones, velocidad, capacidad de pasajeros y ruta de operatividad. El Volcán de Tindaya realiza la ruta Corralejo (Fuerteventura) – Playa Blanca (Lanzarote), la cual realiza en aproximadamente 40 minutos a una velocidad de servicio de 16 nudos. Las principales características de dicha embarcación se reflejan en la Tabla 3.

Tabla 3. Características principales del buque base

Concepto	Valor
Eslora total	78,10 m
Eslora entre perpendiculares	65,50 m
Manga de trazado	15,50 m
Puntal hasta la cubierta principal	4,80 m
Puntal hasta la cubierta superior	9,80 m
Calado de proyecto	3,30 m
Toneladas de peso muerto (TPM)	450 t
Arqueo Neto	1114 t
Arqueo Bruto	3715 t
Velocidad de servicio	16 Kn
Autonomía	2300 millas
Superestructura	3 niveles

Fuente: Elaboración propia (2017)

Es capaz de transportar hasta 700 pasajeros, distribuidos en diferentes salones y otros espacios como terraza, cafetería, etc. La tripulación está compuesta por 18 personas las cuales pernocraran a bordo. Además, dispone de 110m de calle de 3m de ancho para el transporte de camiones, así como 480 m de 2m de ancho para el transporte de automóviles. Todos los vehículos estarán dispuestos en un espacio de carga rodada continuo de proa a popa. Para la carga y descarga de vehículos dispone de dos rampas de popa de 6.5m de longitud por 5.5m de ancho para vehículos de hasta 48 toneladas. También se dispone de un yelmo de proa para dar acceso a la rampa de proa.

4.2 Presupuesto base del buque.

Siguiendo la estructura de los manuales técnicos de la US Navy (USN, 2005), se ha desarrollado el presupuesto base de cada uno de los conceptos que se muestran en la Figura 3.

Los cálculos se han apoyado en la formulación de referencia de Alvariño-Castro et al. (1997), actualizando las tarifas a los valores actuales del mercado.

A modo de resumen de los conceptos de primer nivel, se obtiene la Tabla 4.

Tabla 4. Presupuesto base de construcción de una serie de 3 Ferries

Concepto	Valor
100 - Estructura del casco	4.215.381 €
200 - Planta propulsora	1.871.150 €
300 - Planta eléctrica	3.467.586 €
400 - Comunicaciones y control	582.000 €
500 - Servicios auxiliares	3.288.006 €
600 - Equipo y habilitación	2.789.402 €
800 - Servicios técnicos	1.130.470 €
900 - Apoyo al buque durante la construcción	4.521.882 €
Personal dedicado a la obra	40.310.000 €
Coste total de construcción de buques	62.175.877 €

Fuente: Elaboración propia (2017)

4.3 Presupuesto más optimista y más pesimista.

Siguiendo los criterios establecidos para la definición de los presupuestos más pesimista y más optimista, se ha trabajado con cada uno de los conceptos de nivel 2 del presupuesto, que supone un total de 35 conceptos, bajando en algunos casos hasta el nivel 3 para poder estimar con mayor detalle el valor.

A cada de estos conceptos de último nivel, le ha sido asignado un valor de coeficiente de definición (alto, medio, bajo), y sobre este se han aplicado los coeficientes definidos en la Tabla 1.

En la tabla 5 se muestra el resumen de los valores obtenidos de presupuesto optimista y pesimista de cada uno de los conceptos de primer nivel del presupuesto, así como el coeficiente de definición asignado a cada partida.

Tabla 5. Desarrollo del presupuesto optimista y pesimista

Concepto	Coeficiente de definición	Presupuesto optimista	Presupuesto base	Presupuesto pesimista
100 - Estructura del casco	Alto	3.998.772 €	4.215.381 €	4.630.157 €
200 - Planta propulsora	Medio	1.684.036 €	1.871.150 €	2.338.939 €
300 - Planta eléctrica	Medio	3.120.827 €	3.467.586 €	4.334.483 €
400 - Comunicaciones y control	Bajo	436.500 €	582.000 €	1.018.500 €
500 - Servicios auxiliares	Bajo	2.479.464 €	3.288.006 €	5.785.416 €

600 - Equipo y habilitación	Alto	2.649.933 €	2.789.402 €	3.068.343 €
800 - Servicios técnicos	Medio	1.017.636 €	1.130.470 €	1.413.383 €
900 - Apoyo al buque durante la construcción	Medio	4.070.543 €	4.521.882 €	5.653.533 €
Personal dedicado a la obra	Alto	38.294.500 €	40.310.000 €	44.341.000 €
Coste total de construcción de buques		57.752.212 €	62.175.877 €	72.583.754 €

Fuente: Elaboración propia (2017)

4.4 Presupuesto aportado por los especialistas y su grado de cumplimiento.

En lo referente al presupuesto del especialista, se ha estudiado cada concepto de último nivel, definiendo en primer lugar si el trabajo se realizará por personal propio o por un suministrador.

El segundo paso, es obtener el grado de cumplimiento del presupuesto de dicho especialista, para ello se han seguido los criterios de la Tabla 2, asignándole a cada concepto un valor entre 1 y 3 para el nivel de optimización de los talleres propios o nivel Tier del suministrador, y otro valor de 1 a 3 para la estabilidad del negocio.

Tomando los valores de la Tabla 2 correspondientes a estas asignaciones y según si el presupuesto del especialista es mayor o menor al presupuesto base, se obtienen los grados de cumplimiento. En la Tabla 6, se muestra el ejemplo del grupo "100 - Estructura del casco"

Tabla 6. Presupuesto del especialista y grado de confianza asignado para los conceptos del grupo "100 - Estructura del casco"

Concepto	Presupuesto base	Presupuesto especialista	% Cumplimiento especialista	Propio / Suministro	Nivel taller o Tier	Negocio
110 - Acero laminado	2.762.439 €	2.800.000 €	75%	Propio	2	2
120 - Fundición y forja	44.985 €	43.000 €	20%	Propio	2	2
130 - Timones	205.350 €	200.000 €	20%	Propio	2	2
140 - Materiales auxiliares	227.076 €	243.440 €	75%	Propio	2	2
150 - Preparación de superficies	624.627 €	650.500 €	70%	Propio	3	1
160 - Pintura	344.757 €	368.600 €	83%	Suministro	1	2

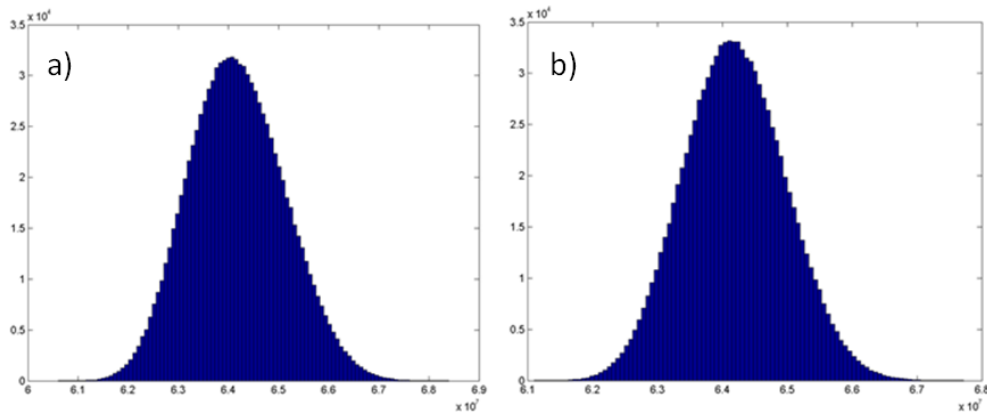
Fuente: Elaboración propia (2017)

4.5 Estimación del Margen de Gestión.

Habiendo sido calculados todos los valores presupuestarios para cada uno de los conceptos definidos, se puede proceder a realizar la simulación de Montecarlo.

Al disponer de los 4 puntos de presupuesto (base, optimista, pesimista y especialista), se puede emplear tanto la distribución triangular como la distribución TSP. En la Figura 5 se muestran los resultados obtenidos al realizar el método de Montecarlo con las dos distribuciones, ejecutando un total de 1 millón de simulaciones para cada distribución.

Figura 5: Resultados de Montecarlo, a) distribución triangular, b) distribución TSP.



Fuente: Elaboración propia (2017)

Con estos resultados, se calcula el Margen de Gestión como la diferencia entre el presupuesto obtenido de la simulación para el grado de confianza deseado y el presupuesto base de construcción del buque. La Tabla 7 muestra los resultados para ambas distribuciones.

Tabla 6. Margen de Gestión para diferentes grados de confianza

Grado de confianza	Presupuesto distribución triangular	Presupuesto distribución TSP	Margen de Gestión distribución triangular	Margen de Gestión distribución TSP
80%	64.987.462 €	64.856.604 €	2.798.603 €	2.667.745 €
85%	65.186.089 €	65.014.343 €	2.997.230 €	2.825.484 €
90%	65.434.446 €	65.212.860 €	3.245.587 €	3.024.001 €

Fuente: Elaboración propia (2017)

5. Resultados

Los resultados que se han ido obteniendo a lo largo de la investigación se pueden clasificar en dos grandes grupos, los obtenidos del modelo de distribución triangular y los obtenidos con la distribución TSP.

5.1 Resultados obtenidos con la distribución triangular.

En lo referente a los resultados de las distribuciones triangulares, ya es conocido y validado por la bibliografía su uso para la gestión de proyectos (Wing Chau, 1995). En el caso de estudio de esta investigación, se obtiene un Margen de Gestión de entre 2,8 y 3,2 millones de euros, que supone entre un 4,5% y un 5,2% del presupuesto base del buque.

La elección del margen de confianza se asume en función del nivel de riesgo que la organización es capaz de asumir en el nuevo contrato (Hermarij, 2013), así como de las necesidades que tenga la empresa de entrar en un nuevo sector (Birkler et al., 2015).

5.2 Resultados obtenidos con la extensión de la distribución triangular generalizada.

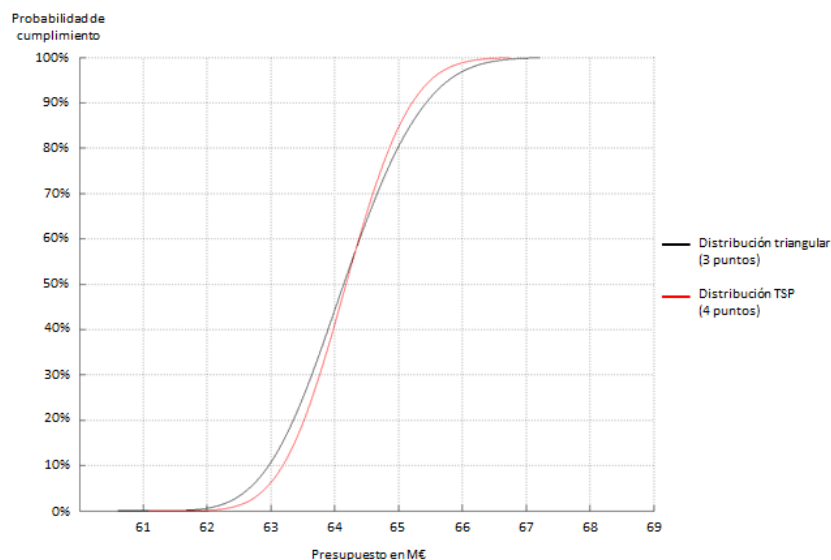
La distribución TSP, muestra resultados más favorables que los obtenidos en la distribución triangular, resultando un Margen de Gestión de entre 2,6 y 3 millones de euros, es decir entre un 4,3% y un 4,9% del presupuesto base.

Nótese que esta distribución está calculada con un mayor nivel de información, lo que hace pensar que su estimación es más correcta que la realizada con la distribución triangular.

5.3 Comparativa de los resultados obtenidos con las diferentes distribuciones empleadas con el método Montecarlo.

Comparando los resultados de las simulaciones utilizando la distribución triangular y la distribución TSP, se obtiene la Figura 6.

Figura 6: Comparativa de las distribuciones resultantes tras las simulaciones de Montecarlo



Fuente: Elaboración propia (2017)

Se puede comprobar que la distribución TSP abarca un rango menor de valores, lo que se traduce a una mejor definición del modelo y por lo tanto se pueden asumir como más fiables los resultados que se desprenden con esta distribución.

6. Conclusiones

La importancia de estimar un correcto presupuesto, en las etapas de los concursos de licitación, es primordial para poder competir en las mejores circunstancias (Ballesteros-Pérez et al., 2015). Partir con un presupuesto demasiado alto hará que la empresa no sea competitiva para el concurso (Mascaraque-Ramírez, Para-González & Madrid, 2016) y por lo contrario optar a los contratos con presupuestos demasiado reducidos se puede traducir en el incumplimiento del contrato, pudiendo llegar a la quiebra del astillero (Curtis, 2014).

La presente investigación aporta un método de estimación del Margen de Gestión del proyecto en las etapas tempranas de cálculo presupuestario, revelando dos opciones de evaluación en función de la cantidad de información que se puede obtener de las diferentes partidas que conforman la estructura del presupuesto (USN, 2005).

Tanto la distribución triangular (de 3 puntos), como su generalización (de 4 puntos) resultan válidas para la resolución del valor del Margen de Gestión, siendo preferible emplear la

última si se dispone de la información precisa para su utilización por parte de los especialistas. La correcta estimación del Margen de Gestión permitirá tener los presupuestos más acotados posibles para licitar en los concursos internacionales y poder así competir en los márgenes de riesgos que la organización considere oportuno asumir.

Referencias

- Alvariño-Castro, R., Azpíroz-Azpíroz, J. J., & Meizoso-Fernández, M. (1997). *El proyecto básico del buque mercante [The basic project of the merchant ship]*. Madrid, Spain: Fondo Editorial de Ingeniería Naval.
- Ballesteros-Pérez, P., Skitmore, M., Pellicer, E., & González-Cruz, M. C. (2015). Scoring rules and abnormally low bids criteria in construction tenders: a taxonomic review. *Construction management and economics*, 33(4), 259-278.
- Birkler, J., Schank, J. F., Arena, M. V., Keating, E. G., Predd, J. B., Black, J., . . . Lee, G. T. (2015). *Australia's Naval Shipbuilding Enterprise*. Rand Corporation.
- Curtis, S. (2014). *The law of shipbuilding contracts*. CRC Press.
- da Silva Pereira, E. J., Pinho, J. T., Galhardo, M. A. B., & Macêdo, W. N. (2014). Methodology of risk analysis by Monte Carlo Method applied to power generation with renewable energy. *Renewable Energy*, 69, 347-355.
- Eyres, D. J., & Bruce, G. J. (2012). *Ship Construction*. Butterworth-Heinemann.
- García Pérez, J., Cruz Rambaud, S., & García García, L. B. (2005). The two-sided power distribution for the treatment of the uncertainty in PERT. *Statistical Methods & Applications*, 14(2), 209-222.
- Hermarij, J. (2013). *Better Practices of Project Management based on IPMA competences*. Zaltbommel, The Netherlands: Van Haren Publishing.
- Kapurch, S. J. (2010). *NASA Systems Engineering Handbook*. Washington, D.C. USA: DIANE Publishing Company.
- Kug, J.-S., Kang, I.-S., & Choi, D.-H. (2008). Seasonal climate predictability with tier-one and tier-two prediction systems. *Climate dynamics*, 31(4), 403-416.
- Lane, P., Foster, R., Gardiner, L., Lanceley, L., & Purvis, A. (2013). Work Programme Evaluation: Procurement, supply chains and implementation of the commissioning model. *London: Department for Work and Pensions*.
- Lloyds-Register. (2015). *IHS Fairplay Register of Ships 2015-2016*. Redhill, United Kingdom: IHS Global Incorporated.
- Mascaraque-Ramírez, C., Para-González, L., & Madrid, A. E. (2016). Herramientas para la Mejora de la Gestión de Proyectos: Estudio de la Construcción de un Buque Tipo Patrullero Oceánico. In C. U. d. I. D. d. S. Javier (Ed.), *Actas DESEi+d 2016 IV Congreso Nacional de i+d en Defensa y Seguridad*. San Javier.
- Pleguezuelo, R. H., & Pleguezuelo, J. M. H. (2015). Uso práctico de la distribución TSP en el método de valoración de las dos betas. *Economía Agraria y Recursos Naturales (Agricultural and Resource Economics)*, 15(1), 121-129.
- PMI. (2014). *A Guide To The Project Management Body Of Knowledge (PMBOK Guides)*. Newtown Square, Pensilvania: Project Management Institute.
- Ren é van Dorp, J., & Kotz, S. (2002). A novel extension of the triangular distribution and its parameter estimation. *Journal of the Royal Statistical Society: Series D (The Statistician)*, 51(1), 63-79.
- USN. (2005). *Naval Ships' Technical Manual: Direction of Commander, Naval Sea Systems Command (U. S. Navy)*.
- Wing Chau, K. (1995). The validity of the triangular distribution assumption in Monte Carlo simulation of construction costs: empirical evidence from Hong Kong. *Construction management and economics*, 13(1), 15-21.