



# Aplicación metodología AHP para selección del buque de desembarco anfibio óptimo para la Armada Nacional<sup>1</sup>.

## > Resumen

**LUIS JAVIER  
SERRANO TAMAYO<sup>2</sup>**

Recibido:  
9 de septiembre de 2013

Evaluado:  
4 de octubre de 2013

Fecha de aprobación:  
16 de octubre de 2013

Palabras claves:  
Cultura Proceso Analítico Jerárquico, Toma de decisiones multicriterio, Diagrama de Pareto, Infantería de Marina, Operaciones de proyección, Expert Choice.

El presente documento de investigación tecnológica hace la primera aproximación para la selección de un buque de desembarco anfibio con capacidades estratégicas mediante la implementación de un modelo de optimización aplicando la metodología del Proceso Analítico Jerárquico (AHP), en el cual se estudió un significativo grupo de alternativas con tecnología reciente.

Las variables consideradas permitieron agrupar características de diseño y medidas de desempeño, las cuales afectan los costos operacionales y de mantenimiento, obteniendo una medida total de efectividad y una medida total de costo que fueron comparadas entre sí mediante un análisis de Pareto. La modelación fue desarrollada mediante la aplicación del software *Expert Choice*.

Colombia es un país con más de 2.000 kilómetros de costa en sus litorales Caribe y Pacífico. Así mismo cuenta con cientos de islas, algunas de las cuales se encuentran a más de 200 millas náuticas del continente (Comisión Colombiana del Océano, 2009), lo cual implica que la Armada, como garante natural de la soberanía nacional en estos espacios geográficos, deba contar, a través de la Infantería de Marina, con los medios necesarios para el ejercicio de su misión constitucional sobre las costas y espacios insulares.

La falta de medios navales para llevar a cabo operaciones de proyección del poder militar facilitó la pérdida de Panamá (Beluche, 2003) y de las islas de Los Monjes (Gaviria, 2000). En contraparte, el constante ejercicio de desembarco de tropa y víveres en las islas y cayos del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, le ha merecido el reconoci-

1. Artículo vinculado al proyecto *Propuesta de estructuración de una oficina de planeación para construcciones navales en la Armada Nacional*, presentado por el autor como requisito de grado del Curso de Estado Mayor –CEM- 2013, Escuela Superior de Guerra de Colombia.
2. Magister en Ingeniería Mecánica y Magister en Administración de la Universidad de los Andes, Especialista en Política y Estrategia Marítima de la Escuela Naval Almirante Padilla, Ingeniero Naval – Mecánico y Profesional en Ciencias Navales. Capitán de Fragata de la Armada Nacional de Colombia. Comentarios a: javierserranotamayo@gmail.com

miento internacional a Colombia de estos espacios insulares, incluso por países con intereses en la región, así como por la CIJ (Corte Internacional de Justicia, 2012).

Por otra parte, la capacidad de transporte y desembarco de personal y material permite atender rápida y eficientemente emergencias humanitarias en litorales y espacios insulares. En virtud de lo anterior, se requiere proyectar qué buque de desembarco requiere la Infantería de Marina con el fin de estar preparada para diseñar operaciones de proyección y apoyar emergencias en sus áreas de responsabilidad constitucional. Para tal efecto, se efectuó un estudio de mercado enfocado las capacidades técnicas y especificaciones de desempeño de buques de desembarco anfibio con tecnología reciente.

Para hacer una selección óptima de las alternativas del buque deseado, se aplicó la metodología del Proceso Analítico Jerárquico (Saaty, 2008). En este estudio, los factores de ponderación se desarrollaron mediante la construcción de una medida total de costo y una medida total de efectividad (Brown & Thomas, *Reengineering the naval ship concept design process*, 1998), que se compararon en un marco de negociación que definiera una frontera de Pareto para las alternativas dominantes.

El presente documento tiene como objetivo presentar el modelo de decisión implementado para seleccionar el buque de desembarco anfibio con mejor relación costo – efectividad para la Armada República de Colombia. Para tal efecto, se abordó el concepto de las operaciones de proyección, el cual se articuló con los planes de desarrollo de la Armada. Así mismo, se describió la metodología, considerando el estudio de mercado y el diseño de la medida total de efectividad, con lo cual se desarrolló el proceso de análisis comparativo, mediante la aplicación del software *Expert Choice*.

## > Operaciones de proyección

Las operaciones de proyección, por esencia ofensivas, tienen como propósito descargar el peso del

poder militar, por medio del poder naval, sobre objetivos en territorio adversario. Estas operaciones se materializan mediante cuatro métodos: primero, ofensivas estratégicas, divididas en operaciones anfibia y operaciones de costa a costa; segundo, tácticas, divididas en incursión anfibia y apoyo a las operaciones terrestres; tercero, especiales, divididas en demostración anfibia y evacuación; cuarto, operaciones de contra proyección o defensa de litoral, divididas en defensa de costas y defensa contra invasión (Armada de Chile, 2003).

Lo anterior significa que para todas estas operaciones deben proyectarse los buques que vayan a llevarlas a cabo. Para tal efecto, en su proyección de fuerza al 2030, la Infantería de Marina requiere de uno o más buques de desembarco anfibio, con el fin de transportar una fuerza de proyección que permita tomar una cabeza de playa, ya sea para llevar a cabo operaciones ofensivas o para recuperar un territorio arrebatado por una fuerza enemiga; de forma paralela, atender emergencias de carácter humanitario en litorales y espacios insulares del país o a nivel internacional. De lo contrario, diseñar operaciones de proyección sin los medios suficientes sólo podría hacerse a nivel de operaciones de contraproyección y ofensivas tácticas.

## > Medios para operaciones de proyección en los Planes de Desarrollo

El Plan de Desarrollo de la Armada Nacional al 2030, en la fase 2012 – 2019, prevé unas capacidades de operaciones de proyección limitadas, pero no describe los medios para realizarlas. Sin embargo, en la fase 2019 – 2030 sí relaciona que se requieren capacidades para llevar a cabo operaciones de proyección en territorio adversario o propio, en caso de reacción ante una eventual agresión externa (Armada Nacional, 2012). En concordancia con lo anterior, el plan propone que la Infantería de Marina sea eminentemente anfibia y que, para tal efecto, cuente con los buques diseñados para tal fin. Sin embargo, el buque de referencia en esta proyección, corresponde al BDA, buque de apoyo

logístico costero y fluvial, que construye actualmente la Corporación de Ciencia y Tecnología para el desarrollo naval, marítimo y fluvial –COTECMAR– como reemplazo de las Landing Craft Unit –LCU– tipo 1466, el cual no cumple con las especificaciones de desempeño para efectuar un desembarco en áreas críticas como las costas de La Guajira y las islas del archipiélago de San Andrés.



Fig. 1. Animación gráfica BDA, buques de reemplazo de las LCU 1466  
Fuente: COTECMAR

Los BDA no son buques de desembarco anfibio, pues de acuerdo con su diseño se enmarcan como tipo LCU que van al interior del área inundable de un buque de desembarco anfibio, transportando personal y material entre el buque y la costa. (Araníbar & Callamand, 2008). En contraparte, los BDA tienen amplia capacidad para transporte de personal y material en la costa Caribe Centro – Sur de Colombia y todo el litoral Pacífico del país, en una franja de 24 millas desde la costa, en operaciones de apoyo logístico y humanitarias, tanto a nivel costero como a nivel fluvial. De hecho, cuando los BDA se diseñaron, una de las restricciones al diseño, era que pudiera navegar por los ríos principales. Sin embargo, los buques de quilla plana no navegan en mares pesados por su falta de astilla muerta, lo cual afecta el control de la estabilidad en rumbo del buque (Lewis, 1988), por lo cual sus capacidades de navegación en La Guajira o en San Andrés son nulas. La altura significativa de la ola en el diseño de los BDA es de tan sólo 1,5 metros, comparado con 2,0-3,0 metros de altura promedio para la franja de mar territorial y zona contigua en las costas referidas.

En conclusión, los BDA podrían servir para desembarcar personal y material en las costas de San Andrés y La Guajira sólo si van dentro de un buque de desembarco anfibio, de tal manera que sólo recorran una distancia mínima buque-playa. En virtud de lo anterior, Colombia requiere adquirir un buque de desembarco con capacidad de despliegue de embarcaciones tipo LCU y hovercraft, entre otras, con el fin de tomar una cabeza de playa y tener la capacidad de proteger los intereses nacionales en sus costas y espacios insulares.

## > Aspectos generales de la metodología AHP

Como base y soporte al análisis de las alternativas para la adquisición de un buque de desembarco anfibio para la Armada Nacional, se aplicó el Proceso Analítico Jerárquico (AHP). Esta metodología, propuesta por Thomas Saaty, profesor emérito de la Universidad de Pittsburgh, evolucionó la teoría de los árboles de decisión, ampliamente estudiada en métodos de planeamiento financiero, hacia un modelo matricial de comparación por pares (Saaty, 2008). El AHP es más eficiente cuando un grupo de expertos lo implementan para solucionar problemas complejos, especialmente aquellos con inversiones de altos intereses, que involucran juicios humanos y cuyas resoluciones tienen repercusiones a largo plazo (Navneet & Kanwal, 2004).

Para implementar la metodología, cada experto cuenta con su experiencia, conocimientos y habilidades, sin embargo, cuando los elementos de la decisión son difíciles de cuantificar o comparar, es apoyado con la modelación que permite expresar en términos de qué tanto más importante se considera un factor de ponderación frente a otro, considerando una escala subjetiva de 9 posiciones desde la opción de igualmente importante, equivalente a 1, hasta extremadamente más importante, equivalente a 9 (Saaty, 2008). Estos criterios pueden refinarse con la adición de dos cifras significativas, en la medida que se cuenten con mayores herramientas de comparación por pares, tales como las curvas de valor de desempeño (Osorio & Orejuela, 2008). Lo anterior permite asignarle un valor numérico a una comparación por pares en un orden matricial (Godoy, 2011).

En las Fuerzas Militares de Colombia se han dado aplicaciones exitosas de esta metodología en la selección óptima del helicóptero naval, el misil de superficie para las fragatas o la mejor alternativa para el fortalecimiento fluvial (Armada Nacional, 2012); que han permitido no sólo el uso de la herramienta como soporte a la decisión de inversión, sino la capacidad de apoyarse en ella para las auditorías respectivas ante los organismos de control y medios de comunicación, entre otras (Ordoñez, 2010).

Dentro del campo de la administración de recursos y procesos, la metodología AHP presenta la siguiente categorización (Forman & Gass, 1999):

1. Selección – Permite escoger la alternativa más eficiente en términos de costo – beneficio, entre un conjunto de alternativas provenientes de un estudio de mercado o de prospectiva tecnológica, donde usualmente existen múltiples criterios de decisión involucrados (Tascón, 2007). En cada uno de los factores de ponderación que se consideren, permite identificar la variable secundaria de mayor importancia.
2. Clasificación – Permite organizar un conjunto de alternativas en orden, desde la más a la menos relevante, identificando el factor de ponderación más importante en un árbol de decisiones. En un buque, que está organizado en una estructura jerárquica reviste especial importancia (Brown & Mierzwicki, 2004).
3. Priorización – Se utiliza con el fin de determinar las áreas críticas de un grupo de medidas de desempeño dentro de una medida total de efectividad, en lugar de sólo clasificarlas. Le permite al tomador de decisiones identificar qué factores son más vulnerables, con el fin de estructurar su gestión de riesgos (Gómez, 2010).
4. Asignación de recursos – Permite repartir los recursos de una forma equitativa y proporcional entre un conjunto de alternativas, de acuerdo con su ponderación dentro de la medida total de efectividad.
5. Benchmarking – Consiste en comparar los procesos en la organización propia con los de otra

y con aquella que es la mejor de las organizaciones del sector, con el fin de identificar las alternativas de comparación más relevantes que se considerarán tanto en el estudio de mercado como en la comparación por pares del árbol de decisión en su nivel inferior (Duren & Pollard, 1995).

Otras áreas de la administración han incluido en el uso de AHP en prospectiva para análisis de escenarios, gestión de calidad, re-ingeniería y *Balanced Scorecard* (Soh, 2010).

Dado que la metodología AHP es utilizada al más alto nivel de las organizaciones, tanto del sector defensa como industrial, muchas de las aplicaciones no son reportadas de forma pública, por consideraciones de privacidad que restringen su divulgación. Sin embargo, algunos de los casos más destacables en la comunidad académica incluyen: cuantificación de la calidad de sistemas de información en Microsoft (Mc Caffrey, 2005); selección de profesores de planta en la Universidad de Pennsylvania (Grandzol, 2005) y el modelo óptimo de gestión para el manejo de las cuencas hidrográficas de Estados Unidos, estudio hecho por el Departamento de Agricultura de ese país (Duberstein, 2005).

## > Implementación de la metodología AHP para la selección del buque de desembarco anfibio óptimo para la Armada Nacional

Construir un buque de desembarco anfibio en Colombia, de las dimensiones estándar a nivel mundial, no es posible, al menos en el mediano plazo. Primero, la mayoría promedian 20.000 toneladas de desplazamiento, mientras que la capacidad de izado del sincroelevador de COTECMAR es de 3.600 y los planes de elevar la capacidad aún no se han concretado (COTECMAR, 2012); segundo, el esfuerzo de diseño de la Armada está enfocado en el diseño de la plataforma estratégica de superficie (Armada Nacional, 2012). Por lo tanto, se requiere salir a adquirir el buque en el mercado internacional.

Para seleccionar el buque de desembarco anfibio óptimo se requieren dos estudios: primero, revisar las capacidades de éstos en el mercado internacional; y segundo, definir las capacidades requeridas. Para el primer estudio, se seleccionaron como alternativas una muestra significativa de buques de desembarco anfibio recientes. De Estados Unidos se seleccionó el clase Wasp; de España, el Galicia; de Holanda, el Rotterdam; de Australia, el Canberra; de Reino Unido, el Albion; de Francia, el Foudre; de Corea, el Dokdo. De forma adicional se incluyó el buque clase Go Jun Bong, que si bien tiene tecnología y capacidad inferior a los otros buques, representa un referente regional. La tabla siguiente refleja las principales características de los buques seleccionados en el estudio de mercado, información que sirvió de insumo para la comparación por pares en el modelo AHP.

Tabla 1. Comparación de características principales de Buques de Desembarco Anfibio

País	Estados Unidos	España	Holanda	Australia	Reino Unido	Francia	Korea	Korea
Clase	Wasp	Galicia	Rotterdam	Canberra	Albion	Foudre	Dokdo LPH	Go Jun Bong
Astillero	Ingalls	Navantia	DAMEN	BAE Australia	BAE Systems	DCN Brest	Hanjin	Hanjin
Año	1980	1998	1997	2014	2003	1988	2005	1994
Desplazamiento (T.M.)	40500	13815	15500	27500	19560	11300	14300	2600
Eslora (m)	253	160	176	231	176	168	199	113
Manga (m)	32	25	29	32	29	24	31	15
Calado (m)	8	6	6	7	7	5	7	3
Propulsión	2 calderas + 2 turbinas	4 diesel	4 diesel	1 turbina + 2 diesel	4 diesel + 2 eléctricos	2 diesel	4 diesel	2 diesel
Velocidad (nudos)	22	20	19	20	18	21	23	16
Alcance (MN)	9500@18 kts	6000@12kts	6000@12kts	9000@15kts	8000@18 kts	20300@15 kts	10000@18 kts	8000@12 kts
Tropa	1894	600	555	1046	405	450	720	258
Tripulación	1208	185	146	358	325	160	300	121
Misiles antiaéreos	2 Sea Sparrow	-	-	-	-	3 Mistral	1 RIM-116	-
Defensa de punto	3 Phalanx	Indra SLQ-380	2 Goalkeeper	-	2 Goalkeeper CIWS	-	2 Goalkeeper CIWS	2Breda 40 mm
Ametrallamiento	4 25 mm Mk 38 + 4 .50	2 Oerlikon 20 mm	4 Oerlikon 20 mm	4 Typhoon 25 mm + 6 12.7 mm	2 X 30 mm	3 X 30 mm Breda + 4 12,7 mm	-	4 X 40 mm Breda + 2 X 20 mm
Capacidad ala rotatoria	12 CH-46 Sea Knights	4 Sea King o 6 NH90	4 Chinook o 6 NH90	8 helicópteros (standard)	2 Chinook	4 Super Puma	10 Super Lynx o UH-1H	1 X UH-60
Capacidad ala fija	6 Harrier II	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia (2013)



Fig. 2. ARV Goajira, clase Go Jun Bong. Fuente: Armada República Bolivariana de Venezuela

Para el segundo estudio, la definición de las capacidades requeridas, se propuso como parte del presente estudio, la construcción de una medida total de efectividad mediante la estructuración de factores de ponderación relevantes en estos buques, graficándolos a manera de un árbol de decisiones, como se muestra en el siguiente gráfico:

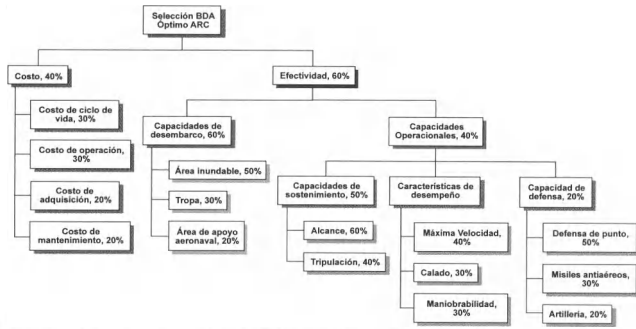


Gráfico 1. Propuesta de modelo total de efectividad buque de desembarco anfibio. Fuente: Elaboración propia.

En el software *Expert Choice*, el modelo AHP permite efectuar una comparación por pares dentro de cada nivel de jerarquía del árbol de decisiones, con base en los porcentajes de importancia de cada medida de desempeño del gráfico para los niveles superiores y en la información de las características principales de las alternativas de buque para los niveles inferiores, formando una serie de matrices para valorar de forma simultánea las alternativas estudiadas. Una vez completa la información para cada matriz, éstas se relacionan dentro de su nivel de importancia en la medida total de efectividad, de tal manera que el modelo ubica las alternativas en un espacio de negociación costo vs. efectividad. La alternativa será mejor en la medida que su nivel de efectividad sea mayor y a un precio menor. La frontera de Pareto muestra las alternativas que racionalmente deberían seleccionarse.

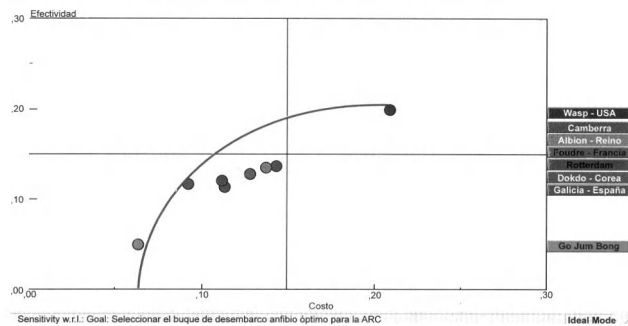


Gráfico 2. Diagrama de Pareto para la selección óptima del buque de desembarco anfibio. Fuente: Elaboración propia.

## > Análisis de resultados

El gráfico 2 muestra las 3 mejores alternativas, unidas entre sí por la frontera de Pareto. La primera sería el buque económico, clase Go Jun Bong, pero su nivel de efectividad tan bajo no satisface la necesidad; la segunda, es el clase Dokdo. Su menor costo está asociado al desarrollo del clúster de la industria naval en Corea del Sur (Porter, 2010). Por otra parte, los acuerdos de cooperación entre ambos países para fortalecer las capacidades navales de Colombia abre una ventana para explorar esta alternativa (Ministerio de Defensa Nacional, 2011). La tercera alternativa es el buque clase Wasp de la US Navy, cuya mayor diferenciación es la capacidad de despliegue de los aviones Sea Harrier II, lo que abriría una nueva era en las capacidades de proyección y entrega de armas de la Aviación Naval. Sin embargo, la medida total de costo es más del doble que la clase Dokdo.



Fig. 3. Buque clase Dokdo Fuente: Republic of Korea Navy



Fig. 4. Buque clase Wasp Fuente: United States Navy

Dado que los otros buques del estudio de mercado tienen un costo superior, pero un nivel de efectividad similar al Dokdo, vale la pena revisar los factores de ponderación que elevan su medida total de costo. Cabe anotar que para construir esta medida se debe invertir el resultado de la matriz con el fin de favorecer el mínimo costo, es decir,  $f(x) = 1/x$ .

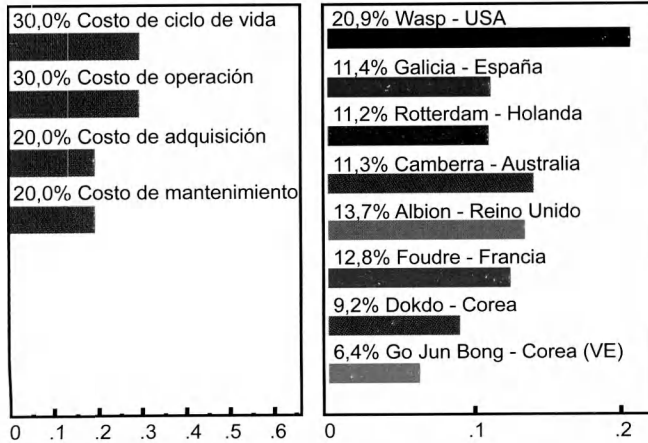


Gráfico 3. Composición y resultados de la medida total de costo.  
Fuente: Elaboración propia

#### Ciclo de vida:

Está dado en función del año de construcción. Entre más reciente sea el buque, su costo será menor, pero requiere complementarse con el ciclo de vida de diseño y un factor subjetivo, la cultura de mantenimiento de cada país. El resultado muestra que los buques Wasp y Foudre presentan mayores costos y el Canberra y el Dokdo son los más recientes.

Wasp - USA	,187
Galicia - España	,125
Rotterdam - Holanda	,125
Camberra - Australia	,031
Albion - Reino Unido	,094
Foudre - Francia	,219
Dokdo - Corea	,063
Go Jun Bong - Corea (VE)	,156

Gráfico 4. Resultado costo ciclo de vida

#### Costo de operación:

Si bien son costos multidimensionales, pueden resumirse en el combustible y la tripulación. Para la evaluación se revisó la configuración del sistema de propulsión y el soporte logístico para sostener a la

tripulación en el mar. Otro componente es el requerimiento de repuestos. Dado que los buques Wasp y Canberra manejan turbinas, presentan mayor costo, mientras que el resto tiene propulsión diesel. Por otra parte, los Wasp tienen más de 1.000 tripulantes, mientras que algunos buques europeos manejan un promedio de 170.

Wasp - USA	,225
Galicia - España	,125
Rotterdam - Holanda	,100
Camberra - Australia	,175
Albion - Reino Unido	,175
Foudre - Francia	,050
Dokdo - Corea	,125
Go Jun Bong - Corea (VE)	,025

Gráfico 5. Resultado costos de operación

#### Costo de adquisición:

Se refiere al precio de compra del buque en términos globales, de acuerdo con la información descrita para cada ficha técnica. Se destacan los buques de España y Corea, que manteniendo una efectividad similar a los buques de Holanda, Francia, Reino Unido y Australia, su costo es cercano a la mitad de los otros.

Wasp - USA	,187
Galicia - España	,085
Rotterdam - Holanda	,112
Camberra - Australia	,229
Albion - Reino Unido	,151
Foudre - Francia	,150
Dokdo - Corea	,075
Go Jun Bong - Corea (VE)	,011

Gráfico 6. Resultado costo de adquisición

#### Costo de mantenimiento:

Está dado en función de los costos fijos periódicos del buque para reparaciones mayores. Para tal efecto, el mayor factor de afectación se ciernen sobre el desplazamiento del buque, pues se asocia con un mayor porcentaje de cambio de aceros, mayores trabajos en los sistemas auxiliares y mayor costo por día en astillero. Por otra parte, el costo de propulsión de turbina vs. diesel supone un gasto adicional para mantenimiento de la planta de propulsión. El resultado mostró que los menores costos en este caso serían los del buque Foudre, seguido de cerca por los clase Galicia, Rotterdam y Dokdo.

Wasp - USA	,243
Galicia - España	,108
Rotterdam - Holanda	,108
Camberra - Australia	,189
Albion - Reino Unido	,135
Foudre - Francia	,081
Dokdo - Corea	,108
Go Jun Bong - Corea (VE)	,027

Gráfico 7. Resultado costo mantenimiento

De forma adicional a los costos referidos, éstos pueden refinarse en un mayor nivel de detalle, con el fin de verificar asuntos de normalización, cadena de suministros, representación en el país, entre otros.

## Conclusiones

La importancia estratégica de La Guajira y San Andrés, así como las condiciones del mar predominantes en estas áreas marítimas, hacen necesario planear la adquisición de buques de desembarco anfibio, tanto para el desarrollo de operaciones de proyección, como para efectuar apoyo humanitario, no sólo en estas áreas sino en cualquier punto de los litorales y áreas insulares del país.

Desarrollar operaciones de proyección requiere de los medios adecuados. Los BDA son buques de cabotaje costero y fluvial para el litoral Caribe Sur y Pacífico de Colombia, más no buques de desembarco anfibio, por lo cual, no permiten efectuar operaciones de proyección. Arriesgar este tipo de buques en La Guajira o en San Andrés sería un grave error estratégico y operacional, que implicaría altos riesgos de volcamiento. Sin embargo, los BDA son muy útiles para el apoyo logístico costero y fluvial, así como el apoyo humanitario, pero en sus áreas de operación.

La implementación de la metodología AHP permitió estructurar una medida total de efectividad para la selección óptima del buque de desembarco anfibio para la Armada Nacional.

El buque de desembarco anfibio coreano de la clase Dokdo resultó ser el óptimo en la relación costo – efectividad, aunque requiere de 300 tripulantes para operarlo, frente a 170 de promedio de algunos buques europeos.

## Referencias

Araníbar, L., & Callamand, R. (2008). Análisis de requerimientos mediante la aplicación de AHP como base para el desarrollo del diseño conceptual de un buque tipo LCU. *Ciencia y Tecnología de Buques*, 2 (3), p.47-58.

Armada de Chile. (2003). Defensa de Costas. En E. Solís Oyarzún, *Manual de Estrategia Marítima* (Chile). Valparaíso: Armada de Chile.

Armada Nacional de Colombia. (2012). *Determinación de lineamientos para el Macroproyecto "Plataforma Estratégica de Superficie" (PES)*. Bogotá: Armada Nacional de Colombia.

Armada Nacional de Colombia. (2012). *Plan de Desarrollo de la Armada Nacional 2030*. Bogotá: Armada Nacional de Colombia.

Armada Nacional de Colombia. (2012). *Plan de Desarrollo de la Infantería de Marina al 2030*. Bogotá: Armada Nacional de Colombia.

Armada Nacional de Colombia. (2012). *Plan Orión Fase II - Proyectos de fortalecimiento de las capacidades estratégicas*. Bogotá: Armada Nacional de Colombia.

Beluche, O. (2003). Separación de Panamá, la historia desconocida. *Revista Credencial Historia* 166.

Brown, A., & Mierzwicki, T. (2004). Risk metric for multi-objective design of naval ships. *Naval Engineers Journal*, 116 (2), p.55-71.

Brown, A., & Thomas, M. (1998). Reengineering the naval ship concept design process. *From research to reality in ship system engineering symposium*, Monterey (CA).

Comisión Colombiana del Océano. (2009). *El océano en las ciencias naturales y sociales*. Bogotá: Armada Nacional de Colombia.

Corte Internacional de Justicia. (2012). *Fallo Diferendo Territorial y Marítimo Nicaragua vs. Colombia*. La Haya: CIJ.



- COTECMAR. (2012). *Plan de Direccionamiento Estratégico*. Cartagena, Colombia: COTECMAR.
- Duberstein, J. (2005). The Analytic Hierarchy Process as a means for integrated watershed management. *First interagency conference on research on watersheds*, Benson (AR).
- Duren, B., & Pollard, J. (1995). *Total Ship System Engineering - Vision and Foundations*. Dahlgren (VA): Naval Surface Warfare Center.
- Forman, E., & Gass, S. (1999). The Analytical Hierarchy Process. *Journal of Operations Research*, 49 (4), p.469-487.
- Gaviria, E. (2000). El archipiélago de Los Monjes y las relaciones diplomáticas con Venezuela: Historia de una cesión territorial cuyas consecuencias siguen vigentes. *Revista Credencial Historia* (124).
- Godoy, A. (2011). El proceso para la toma de decisiones. En Padilla, E. N. *Elementos para la toma de decisiones y el manejo de crisis en la Armada Nacional*. Cartagena de Indias. p.24-74.
- Gómez, J. (2010). *Warship combat system selection methodology based on discrete event simulation*. Monterey (CA): Naval Postgraduate School.
- Grandzol, J. (2005). Improving the faculty selection process in higher education University of Pennsylvania. *Journal of Operations Research*.
- Lewis, E. (1988). *Principles of Naval Architecture* (Second Revision ed., Vol. I). Boston: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- McCaffrey, J. (2005). Test Run: The Analytic Hierarchy Process. *Microsoft Journal for Developers*.
- Ministerio de Defensa Nacional. (2011). *Memorando de entendimiento entre los Gobiernos de Colombia y Corea para la cooperación en asuntos de defensa*. Bogotá.
- Navneet, B., & Kanwal, R. (2004). *Strategic Decision Making: Applying the Analytic Hierarchy Process*. London: Springer - Verlag.
- Ordoñez, A. e. (2010). *Recomendaciones para la elaboración de Estudios Previos*. Bogotá: Procuraduría General de la Nación.
- Osorio, J. C., & Orejuela, J. P. (2008). El proceso de análisis jerárquico (AHP) y la toma de decisiones multicriterio. *Scientia et Technica* (39), p.247-252.
- Porter, M. e. (2010). *Shipbuilding cluster in the Republic of Korea*. Cambridge (MA): Harvard Business School.
- Razola, M. e. (2010). *Conceptual study of a fast Landing Craft Unit.*, Stockholm: KTH Centre for Naval Architecture Stockholm.
- Saaty, T. (2008). Decision Making with the Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Services Science*, 1 (1).
- Soh, S. (2010). A decision model for evaluating third-party logistics providers using fuzzy analytic hierarchy process. *African Journal of Business Management*, 4 (3), p.339-349.
- Tascón, O. (2007). *Metodología racional de toma de decisiones*. Trabajo de Fuerza - Curso de Estado Mayor, Bogotá: Escuela Superior de Guerra.
- Yoram, W., & Saaty, T. (1990). Marketing applications of the Analytic Hierarchy Process. *Management Science*, 26 (7).