



POTENCIALIDADES DE LOS ESTUDIOS DE RIESGOS NÁUTICOS EN CUBA.

Potentialities of nautical risk studies in Cuba.

M.Sc. Frank Acosta Chipil

*1 Academia Naval "Granma" Orden "Antonio Maceo", Cuba, Fa8184181@gmail.com
simu@unicom.co.cu, Academia de las FAR General Máximo Gómez Báez. Habana del Este.*

RESUMEN

Los Estudios de Seguridad y Náutica, a nivel internacional, son privativos de contados centros de investigaciones de países industrializados. Las tecnologías empleadas en su estado del arte, son extremadamente costosas y demandan un elevado nivel de asimilación, capacidad profesional y especialización por parte del personal encargado de ejecutar las investigaciones. Nuestro país desde hace varios años trabaja, mancomunadamente, con la Consultora de Ingeniería Marítimo-Portuaria española SIPORT21. La experiencia alcanzada en la ejecución conjunta de importantes proyectos de desarrollo económico, ha posibilitado adquirir una sólida base de conocimientos teóricos, metodológicos y prácticos. A este hecho se agrega la adquisición de herramientas y métodos de simulación avanzados, donde sobresale el Modelo Numérico de Maniobras de Buques, en tiempo rápido, "SHIPMA" y su complemento, el Simulador Maniobra Avanzado, en tiempo real, NTPro-4000.

Para llevar a cabo las simulaciones náuticas se han diseñado metodologías con "Know How" propio que facilitan, sobre la base de ingeniería de eficacia comprobada, la ejecución de estudios náuticos y Análisis Cuantitativo de Riesgos Náuticos, de elevada eficacia. En el presente trabajo se exponen las potencialidades en esta área del conocimiento y la novedad científica que constituye el diseño de un modelo de análisis de riesgo sobre la base de la fusión teórico – conceptual de los Principios Básicos de Seguridad (PBS) con el proceso de simulaciones náuticas. Estos estudios especializados constituyen un nuevo servicio, que representa sustitución de importaciones y coadyuva a la exportación de servicios de alto valor agregado.

PALABRAS CLAVES: estudios; riesgo; seguridad; tecnologías.

ABSTRACT

Internationally, Safety and Nautical Studies are exclusive to a few research centers in industrialized countries. The technologies used in his state of the art are extremely expensive and demand a high level of assimilation, professional capacity and specialization on the part of the personnel in charge of carrying out the investigations. Our country has been working jointly for several years with the Spanish Maritime-Port Engineering Consultant SIPORT 21. The experience gained in the joint execution of important economic development projects has made it possible to acquire a solid base of theoretical, methodological and practical knowledge. Added to this fact is the acquisition of advanced simulation tools and methods, where the fast-time

Numerical Ship Maneuvering Model, "SHIPMA" and its complement, the Advanced Maneuvering Simulator, in real time, NTPro-4000, stand out.

To carry out the nautical simulations, methodologies have been designed with their own "Know How" that facilitate, on the basis of proven engineering, the execution of highly effective nautical studies and Quantitative Analysis of Nautical Risks. In the present work the potentialities in this area of knowledge and the scientific novelty that constitutes the design of a risk analysis model are exposed on the basis of the theoretical-conceptual fusion of the Basic Principles of Security (PBS) with the process of nautical simulations. These specialized studies constitute a new service, which represents import substitution and contributes to the export of high value-added services.

KEYWORDS: risk; security; studies; technologies.

Recibido :09/03/2023

Aprobado: 15/05/2023

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de los Estudios Náuticos que desarrolla la Agencia de Ingeniería de Costas de la Empresa GEOCUBA Estudios Marinos se ejecutan sobre la base de metodologías internacionales especializadas en el estudio de maniobra y comportamiento de buques [1-4], para lo cual utiliza herramientas y métodos de simulación marítimas avanzados [5, 6].

El presente trabajo tiene como objetivo general exponer, de manera panorámica, nuestras potencialidades para desarrollar estudios de riesgos náuticos, aplicando una metodología específica, desarrollada por el Grupo de Simulaciones Náuticas con "Know How" propio; orientada al análisis de riesgos náuticos en proyectos sobre Estudios de Maniobras en Zonas Portuarias.

La efectividad de los Estudios de Riesgos Náuticos (ERN) se basa en el enfoque sistémico aplicado. Estos estudios, interrelaciona elementos del diseño de infraestructuras portuarias, estudios de viabilidad, el dimensionamiento de áreas de navegación, las especificaciones técnicas asociadas a la maniobra de nuevos buques y las modificaciones a terminales marítimas especializadas, el estudio de operatividad con su respectiva determinación de las condiciones límites de maniobra, las mejoras de la señalización marítima, la optimización del dragado; así como el desarrollo de procedimientos náuticos y el análisis de variables situaciones de emergencia. Dichos estudios se apoyan en un proceso lógico, racional y sistemático para evaluar, identificar, analizar, estimar, tratar, inspeccionar y comunicar riesgos asociados a las maniobras de buques en su aproximación y tránsito por los canales de acceso a los puertos.

Su eficacia está dada en las bases científicas-metodológicas de la Organización Marítima Internacional (OMI) sobre la Evaluación Formal de la Seguridad (EFS) en el proceso normativo de la OMI [7], sus enmiendas [8]; así como en los Principios Básicos de Seguridad (PBS) [9], orientados hacia la actividad marítima, en particular, al diseño de canales y la maniobrabilidad de los buques en su tránsito por estos.

MATERIALES Y MÉTODOS LA EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS EN LOS ESTUDIOS NÁUTICOS

La metodología desarrollada para la evaluación de riesgo en los estudios náuticos constituye un salto del conocimiento en materia de seguridad tecnológica. Ella contribuye desde el punto de vista teórico – conceptual, a la derivación de los estudios de riesgos hacia etapas preoperacionales, de diseño básico o conceptual y de detalle.

La integración de los Estudios de Riesgos Náuticos (metodología) y la seguridad, demanda del análisis detallado del escenario marítimo de maniobra el diseño de las vías navegables en correspondencia a las normas y regulaciones internacionales; así como la realización de simulaciones náuticas, mediante herramientas avanzadas, donde interviene el factor humano en los procesos y la modelación/simulación tanto del buque de diseño escogido, como los remolcadores que asistirán las maniobras, tal como se muestra en la figura 1.



Figura 1. Integración conceptual de los Estudios de Riesgos Náuticos y la Seguridad

Su epicentro teórico se enmarca en la implementación de las mejores prácticas, en materias de seguridad, vinculadas a las metodologías que abordan los Principios Básicos de Seguridad (PBS), las directrices y recomendaciones de PIANC (Asociación Internacional de Navegación), ROM (Recomendaciones de Obras Marítimas Españolas); personalizados en cuanto al alcance y los objetivos de cada estudio.










La evaluación de los riesgos en este tipo de estudio está dirigida a detectar, bajo un enfoque “proactivo”, los riesgos inherentes a la seguridad marítima, vinculadas a las maniobras de buque tipo dado, la definición del canal según normas y recomendaciones nacionales e internacionales (Normas Cubanas PIANC, ROM, etc.) y el análisis de las condiciones del clima marítimo en la zona de estudio.

Dentro de los análisis se valora la gestión de la seguridad en función de alcanzar un equilibrio aceptable entre los costos de un accidente marítimo en zonas de aproximación a puertos y los costos de la implementación de medidas para reducir el riesgo de que ocurra algún incidente o accidente, según el alcance demandado por cada proyecto. El pensamiento metodológico enfoca y orienta la gestión del riesgo hacia la seguridad del buque, la protección del medio marino y a los costos-beneficios, de las opciones a tomar por las entidades, autoridades, administraciones y empresas, a nivel nacional e internacional, vinculadas con la actividad marítima, para reducir dichos riesgos; siempre considerando el alcance, límites investigativos y especificidades de cada estudio.

El empleo de la metodología está en correspondencia con un proceso de toma de decisiones, que proporciona una serie de resultados que facilitan la adopción de decisiones, de conformidad con las necesidades institucionales y las exigencias de cada proyecto.

Proceso de la Evaluación de Riesgos Náuticos

Las especificaciones sobre la metodología para la Evaluación de los Riesgos Náuticos han sido concebidas para que sean empleadas en los siguientes ámbitos de aplicación de los estudios náuticos:

-  Análisis sobre el comportamiento del buque al diseño portuario
-  Análisis de viabilidad (Acceso y Operación de Buques de Proyecto)
-  Optimización del Diseño Básico (en función de la seguridad de las operaciones)
-  Definición de Buques de Proyecto
-  Definición/Optimización del Dragado
-  Definición de Áreas Navegables (canales, áreas de reviro, zonas de atraque, etc.)
-  Determinación de límites operativos
-  Navegación
-  Operación en muelles

Para llevar a cabo los procesos de análisis, se considera lo solicitado en las tareas técnicas diseñadas por los clientes; en tal sentido la metodología fue elaborada en varias etapas; respetando lo establecido en la metodología de la Evaluación Formal de Seguridad (EFS), con el propósito de mantener una coherencia técnica con lo estipulado por la Organización Marítima Internacional (OMI).

Las etapas son:

- ✿ Etapa Preparatoria.
- ✿ Identificación de Peligros.
- ✿ Análisis de Riesgos.
- ✿ Opciones de Control de Riesgos.
- ✿ Evaluación de Costos y Beneficios.
- ✿ Recomendaciones para la Toma de Decisiones.

En la figura 2 se muestra el organigrama de los procesos concebidos por etapas.



Figura 2. Organigrama de la metodología propuesta.

Esta metodología presenta como novedad técnica que el enfoque de riesgo y seguridad está en función de la metodología de diseño establecida por PIANC, donde se consideran dos etapas diferenciadas: 1ra etapa de Diseño Básico o Conceptual y 2da etapa de Diseño de Detalle.

Este análisis se realiza en la Etapa 1 (Etapa Preparatoria) de la metodología, la cual es crucial debido a que es precisamente en ella donde se realiza la definición de objetivos, se determinan los sistemas, parámetros, atributos que se deben de estudiar, así como las operaciones que precisan de análisis. A partir de esta premisa, es que en el caso específico de los estudios náuticos y la concepción dada por PIANC se considera que la Fase de Diseño Conceptual incluye el diseño preliminar del ancho del canal, la profundidad y la alineación a partir de fórmulas empíricas y de datos limitados, junto con datos relativos a los buques de diseño y el entorno (ola, viento, corriente, marea). Esta fase permitirá una estimación inicial aproximada de las dimensiones del canal propuesto (ancho, profundidad y alineación) donde se obtienen resultados conservadores, pues las recomendaciones generales no son aplicables para una evaluación detallada de cada caso en particular. En esta etapa se emplea con eficacia el Modelo Numérico de Maniobras de Buques con Piloto Automático “SHIPMA” (SHIP MAnoeuvring).

Por otro lado, durante la Fase de Diseño de Detalle se produce y conlleva a un proceso más riguroso, que permite validar y optimizar el Diseño Conceptual. En esta fase se comprueban aspectos operativos, referidos a las condiciones climáticas, el tamaño, tipo y capacidad de maniobra del buque de diseño, la ayuda de remolcadores, pilotaje (incorporación del factor humano), etc.

En caso de que las condiciones sean relativamente sencillas y todos los criterios de diseño se cumplan fácilmente, puede no ser necesario hacer ajustes significativos en el Diseño Conceptual. Pero en la mayoría de los casos es necesario un análisis adicional para determinar un diseño óptimo que garantice la seguridad y operación de las zonas navegables evitando gastos innecesarios.

En la fase de Diseño Detallado, se propone el uso del Simulador en Tiempo Real como la herramienta más avanzada para optimizar este proceso. El simulador permite construir una representación completa, detallada y realista del puerto y de sus particulares condiciones físicas, reproduciendo con exactitud el comportamiento del buque en aguas poco profundas y canales restringidos, incluyendo la ayuda de remolcadores.

Por otra parte, los pilotos y capitanes pueden participar en el análisis, por lo que se incorpora al diseño su experiencia, factores de percepción y toma de decisiones.

En la figura 3 se expone la interacción del Proceso de gestión de Riesgo con las herramientas de simulación en tiempo rápido “SHIPMA” y en tiempo real “NTPro-4000”.

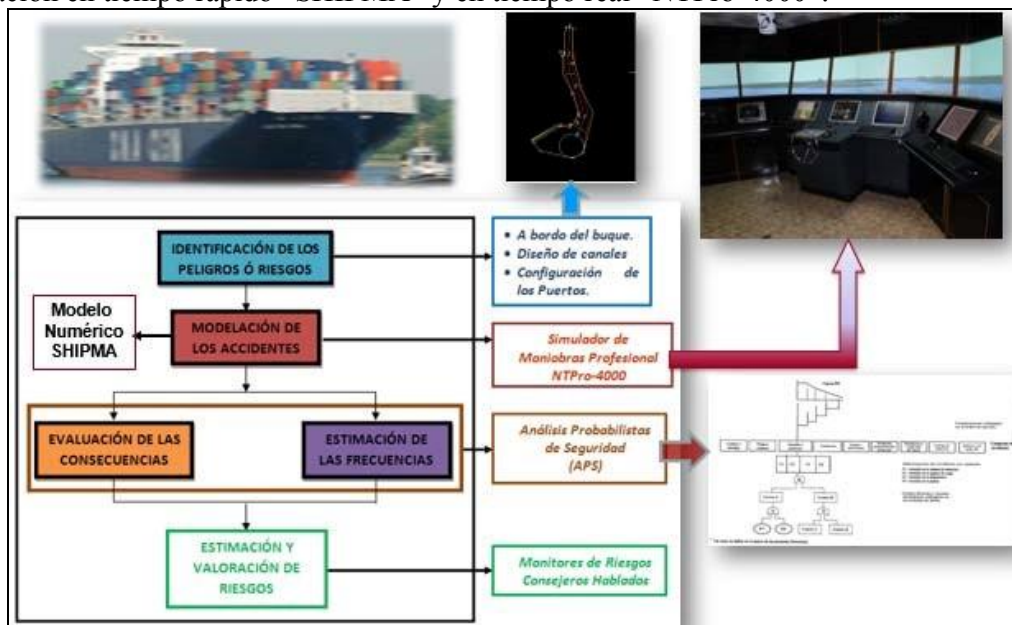


Figura 3. Proceso de Gestión de Riesgo y las herramientas para simulaciones Náuticas

La simulación en tiempo real, bien definida y aplicada, permite ayudar a optimizar las condiciones de diseño y operación de una zona portuaria. Un enfoque detallado apoyado en condiciones locales específicas (geométricas y ambientales), barcos de diseño determinados (dimensiones, propulsión y capacidad de gobierno), ayudas a la navegación y el uso de remolcadores proporcionará indicaciones completas, exactas y detalladas sobre la ejecución de maniobras, tanto en condiciones normales como de emergencia. En este sentido, se podrán definir con precisión límites operativos, estrategias de maniobra y planes de contingencia incorporando el factor humano.

Considerando lo expresado, la metodología elaborada tiene como novedad científica:

El diseño de un modelo de análisis de riesgo sobre la base de la fusión teórico – conceptual de los Principios Básicos de Seguridad (PBS) con el proceso de simulaciones náuticas.

Este modelo permite que desde el desarrollo de la etapa 1 (Preparatoria) comience todo un proceso de Gestión de Riesgo que tiene como particularidad que el desarrollo tanto de la etapa 1, como la etapa 2 (Identificación de Peligros; Definición de los Escenarios) sean concebidas, como un Análisis de Seguridad, toda vez que las etapas 3 (Análisis de Riesgo) y etapa 4 (Opciones de Control de Riesgo) se conciba como una etapa donde se desarrolla la Evaluación Cuantitativa del Riesgo y se analice en paralelo los objetivos y tanto la anterior como esta se fusionen bajo la implementación de un Análisis Probabilista de Seguridad (APS) dirigido a la identificación y tratamiento de los riesgos en los Estudios Náuticos. En la figura 4 se muestra esta interrelación dialéctica.

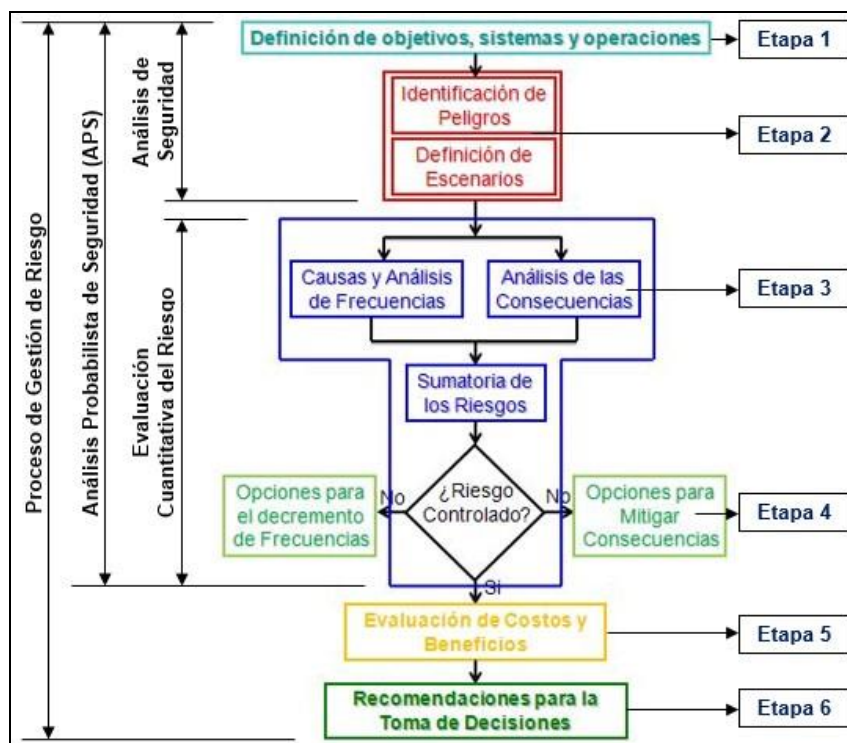


Figura 4. Proceso de Gestión de Riesgo y el Análisis Probabilista de Seguridad (APS).

Un fuerte componente de la Evaluación de Riesgo es que la misma basa su efectividad en los denominados Análisis Cuantitativo de Riesgo (ACR). Este tipo de análisis facilita el desarrollo de un perfil de riesgos presente durante los procesos y escenarios objeto de análisis e investigación y tributa a la toma de decisiones sobre las operaciones del sistema que se evalúa de una manera óptima y equilibrada.

Este análisis consta de las siguientes etapas:

Definición del sistema: donde se da información detallada sobre el emplazamiento y proyecto objeto de estudio que incluye, equipos de seguridad, parámetros esenciales, cantidades, personal de la terminal, datos de población, datos meteorológicos, criterios de aceptación de riesgos, entre otros.

Análisis de peligros: se centra en los peligros, operaciones marítimas y operaciones de las terminales marítimas, dando como resultado la lista de posibles sucesos accidentales.

Estimación del riesgo, que se divide en:

- Evaluación de la frecuencia, que expone las frecuencias de sucesos peligrosos;
- Evaluación de las consecuencias, que estima la magnitud del daño provocado por los sucesos peligrosos, e
- Integración de los riesgos, que combina la información de frecuencia y análisis de consecuencias para crear un perfil de riesgos.

Evaluación de riesgo: el proceso de comparar el riesgo evaluado con un criterio de aceptación de riesgos, para determinar si el riesgo es aceptable y bajo qué condiciones.

Mitigación de riesgos: implica la selección e implementación de medidas correctoras, aportando recomendaciones para mejorar la seguridad.

Como fue abordado, durante todo el Proceso de Gestión de Riesgo se solapa un estudio basado en la personalización de los Principios Básicos de Seguridad, lo cual significa un aporte para estos tipos de estudios a nivel internacional.

Considerando el tipo de proyecto y las características de la solicitud de la tarea técnica, se procede a la aplicación de la teoría del diseño de análisis en función de objetivos y este a su vez se deberá corresponder con los diferentes principios básicos. De acuerdo a las características de cada estudio se irán analizando cada principio, los objetivos que corresponden y se orienta el análisis. Este proceder puede ser ejecutado en cada una de las etapas. La profundidad de cada análisis estará en correspondencia a los objetivos particulares y al alcance particular de cada estudio y proyecto.

En la figura 5 se muestra, a modo de ejemplo, cómo interactúan los Principios Básicos de Seguridad (PBS) con el organigrama general de ejecución de la metodología.

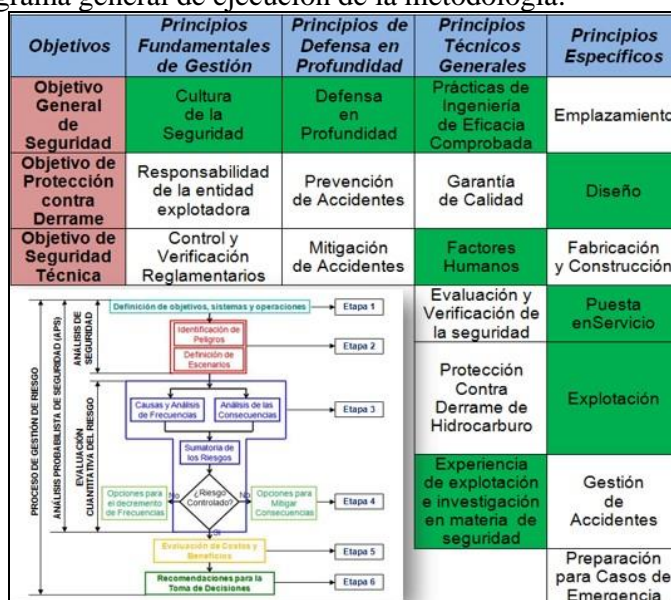


Figura 5. Los Principios Básicos de Seguridad y el Proceso de Gestión de Riesgo

POTENCIALIDADES SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTE TIPO DE ESTUDIOS EN CUBA

La Empresa GEOCUBA Estudios Marinos cuenta con el capital humano capaz de acometer estudios de esta envergadura.

Se dispone de herramientas de simulación validadas a nivel internacional:

Modelo Numérico de Maniobras de Buques con Piloto Automático “SHIPMA”, véase la Figura 6.

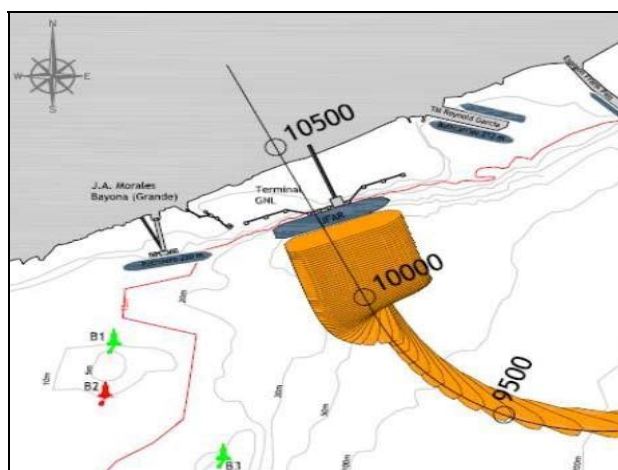


Figura 6. Modelo Numérico “SHIPMA”.

Simulador de Maniobra Avanzado Navi Trainer Professional NTPro-4000 versión 4.62, ubicado en el Centro de Simuladores Marítimos, Academia Naval “Granma”. (Véase Figura 7).



Figura 7. Simulador en Tiempo Real “NTPro-4000”, Academia Naval “Granma”.

Capacidad para definir estructuras típicas de enlace por escenarios. (Véase figura 8).

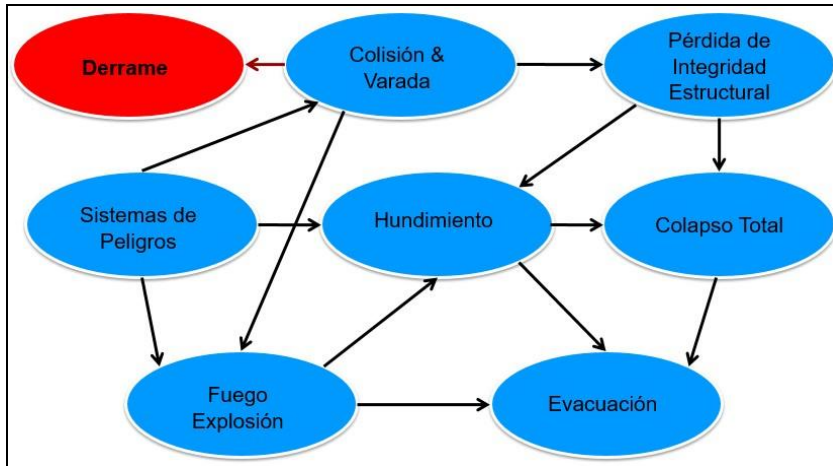


Figura 8. Estructura típica modelada de un escenario de derrame.

Herramientas para modelar secuencias accidentales, a través de la virtualización de escenarios complejos. (Véase figura 9).



Figura 9. Modelación de secuencias accidentales en un escenario marítimo

Desarrollo de configuración virtualizada de maniobras de buques, bajo similares condiciones que en la realidad. (Véase figura 10).



Figura 10. Modelación de maniobra de buques

Determinación Probabilista de Puntos Críticos de Maniobra. (Véase figura 11).

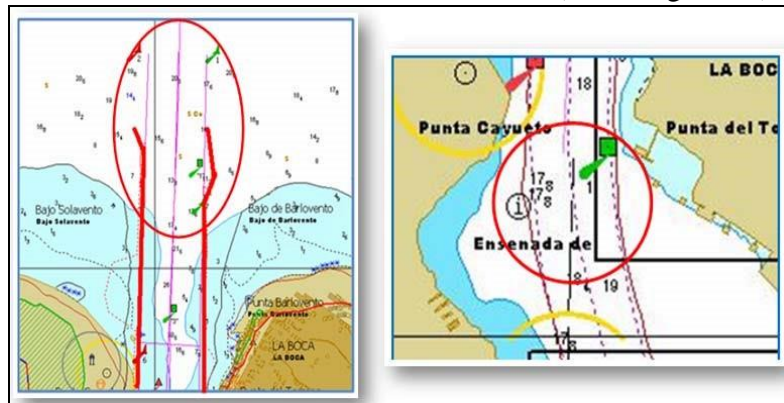


Figura 11. Puntos Críticos de Maniobra

Análisis Probabilistas de Corridos de Simulación en función de Factores de Seguridad. (Véase figura 12).

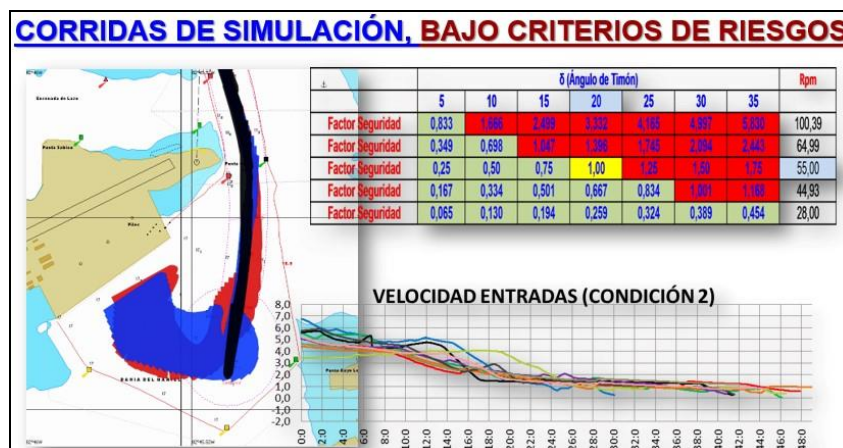


Figura 12. Análisis Probabilista Bajo Criterios de Riesgos

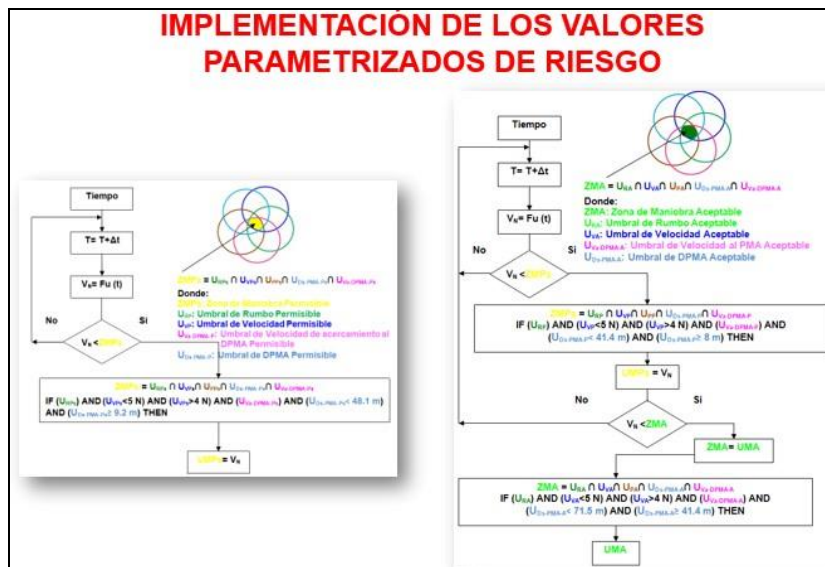


Figura 15. Análisis Parametrizado del Riesgo

Desarrollo de Análisis Probabilista de Seguridad (APS) en el dimensionamiento de áreas de navegación. (Véase figura 16).

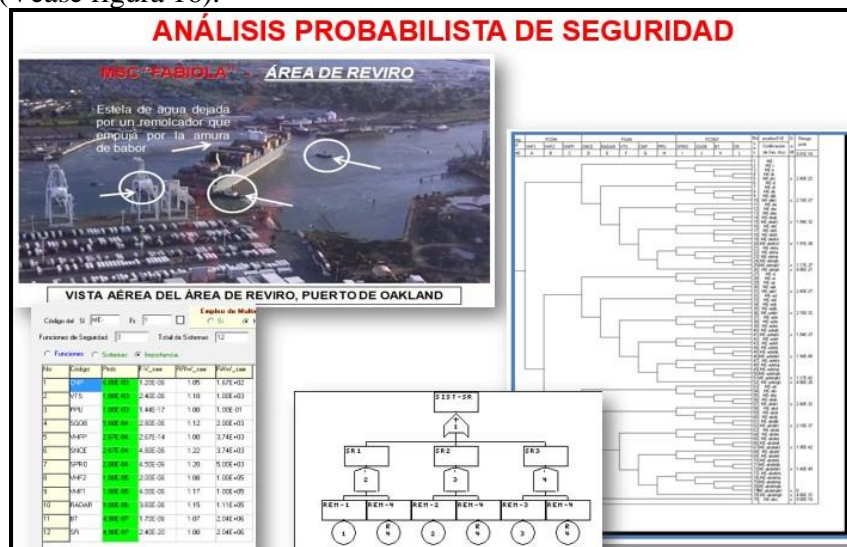


Figura 16. Análisis Probabilista de Seguridad (APS) en el dimensionamiento de áreas de navegación.

Este trabajo tiene una importante repercusión desde el punto de vista económico, debido a que la realización de un estudio de estas dimensiones en el extranjero es sumamente costoso, tal como se pone de manifiesto en la oferta presentada por la empresa de simulación marítima danesa Force technology [10] en el año 2012, dicho estudio se valoró en 74 000€, sin tener en cuenta los gastos de hospedaje ni de transportación del personal participante. El poder contar en Cuba con simuladores en tiempo rápido, tiempo real y personal debidamente capacitado en esta materia, crea grandes potencialidades para ofertar servicios de simulación en el área, combinándolos con herramientas de análisis de riesgo.

CONCLUSIONES

1. Se expusieron las potencialidades para desarrollar estudios de riesgos náuticos, aplicando una metodología de análisis probabilista de la seguridad, orientada para el análisis de riesgos náuticos en proyectos sobre estudios de maniobras en zonas portuarias, con el empleo de las potencialidades de los simuladores de navegación marítima.
2. Se dota al país de un modelo de análisis de riesgo sobre la base de la fusión teórico – conceptual de los Principios Básicos de Seguridad (PBS) con el proceso de simulaciones náuticas, que permite la ejecución de Estudios de Riesgos Náuticos al más alto nivel.
3. El desarrollo de este tipo de estudios posibilita la sustitución de exportaciones por concepto de contratación de servicios a empresas extranjeras para la ejecución de dichos estudios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PIANC 121-2014: Harbour Approach Channels Design Guidelines, PIANC Report No. 121 (121-2014) maritime navigation commission, the world association for waterborne transport infrastructure. Bruxeles. Belgique, 2014.

ROM 0.2-90: Acciones al proyectar obras marítimas portuaria; recomendaciones de obras marítimas (ROM), Puertos del Estado, Madrid, España, 1990.

ROM 3.1-99: proyecto de la configuración marítima de los puertos; canales de acceso y áreas de flotación, recomendaciones de obras marítimas (ROM), Puertos del Estado, Madrid, España, 2000.

ROM 2.0-11: recomendaciones para el proyecto y ejecución en obras de atraque y amarre, recomendaciones de obras marítimas (rom), puertos del estado, Madrid, España, 2000.

Transas Marine.: instructor manual (versión 4.62), ed. Transas marine, london, 2007.

SIPORT 21.: manual de usuario (versión 7.4.2), ed. Siport 21, madrid, 2012.

OMI. Msc/circ.1023-mepc/circ.392: directrices relativas a la evaluación formal de la seguridad (efs) en el proceso normativo de la omi. (msc/circ.1023-mepc/circ.392). Londres. 2002.

OMI. Msc-mepc.2/circ.5: enmiendas a las “directrices relativas a la evaluación formal de la seguridad (efs) en el proceso normativo de la omi, msc/circ.1023-mepc/circ.392. Msc 83/inf.2 msc-mepc.2/circ.5. Londres. 2006.

Salomón, J.; Perdomo, M.; Torres, A.: Principios básicos de seguridad. Instituto superior de tecnología y ciencias aplicadas (INSTEC). La Habana. 2012.

Force technology, propuesta no. 112-29940 estudio de simulación, terminal de contenedores de Mariel, 18 pp cuba noviembre, 2012.