

## COMUNICACIÓN BREVE / SHORT COMMUNICATION

### IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES EN UN ASTILLERO: ENFOQUE EN FUENTES DE RIESGO Y SUSTANCIAS POTENCIALMENTE PELIGROSAS

Identification and evaluation of environmental risks in a shipyard: Focus on risk sources and potentially hazardous substances

Joaquín DURÁN

Universidad Internacional de La Rioja, Av. de la Paz 137, Logroño, 26006, La Rioja, España.

Autor para correspondencia: [joaquin.duran@unir.net](mailto:joaquin.duran@unir.net)

*(Recibido: mayo de 2023; aceptado: agosto de 2023)*

Palabras clave: accidente, contaminación, gestión ambiental, desempeño ambiental, norma UNE 150008:2008, industria naval.

#### RESUMEN

Se propone el uso del análisis de riesgos ambientales acorde con la norma UNE 150008:2008 para mejorar el desempeño ambiental de un astillero y prevenir la contaminación. La metodología empleada incluye la identificación de fuentes de riesgo, sustancias potencialmente peligrosas y escenarios de causas y consecuencias. La evaluación resultante se utiliza para cuantificar y clasificar los riesgos asociados a las actividades del astillero, lo que permite priorizar los esfuerzos y establecer objetivos ambientales.

Key words: accident, pollution, environmental management, environmental performance, UNE 150008:2008 standard, naval industry.

#### ABSTRACT

According to the UNE 150008:2008 standard, the use of environmental risk analysis is proposed to improve the environmental performance of a shipyard and prevent pollution. The methodology used includes identifying risk sources, potentially hazardous substances, and cause-and-effect scenarios. The resulting evaluation is used to quantify and classify the risks associated with shipyard activities, allowing for prioritization of efforts and the establishment of environmental objectives.

---

#### INTRODUCCIÓN

La preocupación por los riesgos ambientales ha crecido en las últimas décadas debido a una mayor conciencia social y a la creciente presión legislativa para prevenir accidentes similares a los ocurridos en el pasado. Inicialmente con la aplicación de la normativa europea relativa a accidentes graves

(DOUE 1982, 1996, 2012) y de instrumentos de prevención ambiental para actividades potencialmente contaminantes (DOUE 2010). En España, la Ley 26/2007 de Responsabilidad Medioambiental de 23 de octubre, establece que las empresas deben tomar medidas para prevenir la contaminación y reparar los daños ambientales causados por sus actividades (BOE 2007).

Martín-Peña et al. (2010) analizaron la relación entre las intenciones de la alta dirección con relación a los problemas ambientales y las acciones específicas de la empresa en esta área, concluyendo que las acciones ambientales de una empresa están influenciadas por las intenciones de esa instancia. Ello determina la implantación de sistemas de gestión ambiental, como herramienta de mejora en la gestión ampliamente extendida en todos los sectores empresariales. Sin embargo, son escasas las herramientas implementadas para la mejora del desempeño en cuanto a la identificación y mitigación del riesgo de incidentes ambientales.

El concepto de riesgo como instrumento para la gestión ambiental también se ha introducido en la tramitación de autorizaciones ambientales para determinadas actividades, reguladas fundamentalmente por la Directiva IPPC de control integrado de la contaminación (Siaka 2014).

Uno de los sectores que puede tener gran impacto ambiental es el naval, en particular los astilleros. Las actividades que se llevan a cabo en un astillero pueden tener un impacto significativo en el medio ambiente, ya sea por la emisión de gases y partículas a la atmósfera, el vertido de sustancias peligrosas al agua o el suelo, o la generación de residuos sólidos y líquidos (Gutiérrez y Durán 2013).

La gestión ambiental en los astilleros es un tema de gran importancia y ha sido objeto de estudio en la literatura científica. Por ejemplo, en el ámbito de la evaluación de riesgos ambientales en astilleros, en 2019 se llevó a cabo un estudio en Indonesia para identificar riesgos potenciales durante el proceso de reparación y desarrollar una matriz de riesgos. El estudio encontró que el polvo de granallado y la pintura de barcos se clasifican como riesgos ambientales graves (Ashari et al. 2019).

Un estudio reciente examinó los resultados de las respuestas de emergencia después de los accidentes de contaminación por buques y analizó los factores que afectan una respuesta exitosa en el puerto de Zhoushan (China). Estableció un modelo de red bayesiana y propuso sugerencias para mejorar la gestión del riesgo de contaminación de buques y la protección del medio ambiente marino (Zhu et al. 2022).

La identificación y evaluación de riesgos ambientales en astilleros puede ser una herramienta efectiva para prevenir accidentes y minimizar el impacto ambiental de las actividades llevadas a cabo en esta industria. Por lo tanto, es importante realizar estudios detallados que permitan identificar las fuentes de riesgo y las sustancias potencialmente peligrosas involucradas en el proceso de construcción naval.

En este trabajo se aborda la evaluación de riesgos ambientales en un astillero, con enfoque en las fuentes de riesgo y las sustancias potencialmente peligrosas involucradas en las distintas actividades llevadas a cabo.

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Evaluar los riesgos ambientales asociados a la construcción naval en astilleros utilizando la norma UNE 150008:2008 (AENOR 2008) como herramienta para mejorar el desempeño ambiental y prevenir la contaminación causada por potenciales accidentes ambientales.

### Objetivos específicos

1. Identificar las fuentes de riesgo ambiental en las distintas actividades llevadas a cabo en un astillero.
2. Evaluar las sustancias que podrían estar implicadas en un posible accidente y los escenarios de causas y consecuencias que pueden producir un impacto ambiental.
3. Cuantificar y clasificar los riesgos de las actividades estudiadas generando un sistema de fichas de riesgo ambiental para su identificación y evaluación y para el establecimiento de medidas de prevención y mitigación de cada riesgo.
4. Priorizar el programa de objetivos ambientales de una organización en función de la clasificación de los riesgos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Un astillero de construcción y reparación naval es un entorno en el que se desarrollan actividades que pueden generar impactos ambientales significativos. Por esta razón, se ha aplicado la metodología descrita en la norma UNE 150008:2008 para llevar a cabo el análisis de riesgos ambientales, cuyo esquema se muestra en la **figura 1**.

El primer paso para realizar el análisis del riesgo es la identificación de sus distintas fuentes, que pueden asociarse a procesos productivos, a materias consumidas y/o almacenadas, y a instalaciones auxiliares.

Una vez identificados y clasificados los riesgos potenciales, se procede a la identificación de los sucesos iniciadores que puedan causar a incidentes según su evolución espacio-temporal, así como los

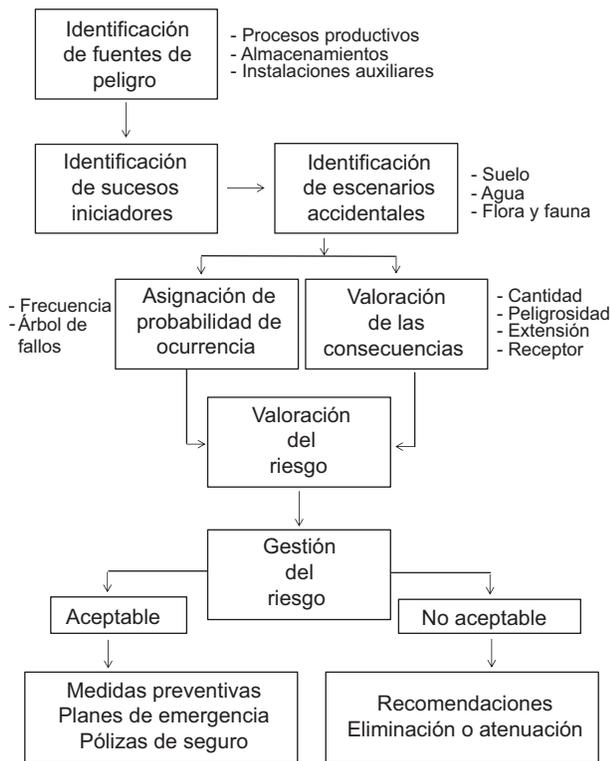


Fig. 1. Metodología para la identificación y evaluación de riesgos ambientales.

escenarios causales y consecuencias asociados. Además, también se indican las medidas preventivas y mitigadoras procedentes.

### Asignación de la probabilidad de ocurrencia

Una vez identificados los sucesos iniciadores más significativos, es necesario asignar una probabilidad de ocurrencia a cada escenario. Esto permitirá determinar la posibilidad de que ocurra un determinado suceso y, por lo tanto, evaluar el riesgo asociado con el mismo.

Para la asignación de la probabilidad de ocurrencia se pueden utilizar diferentes instrumentos, como el análisis de accidentes e incidentes registrados en el astillero, los datos históricos disponibles de acciden-

tes en el sector naval, o la información de fabricantes, proveedores o bibliografía especializada.

Una vez recopilada esta información, se procede a la asignación de una probabilidad de ocurrencia a cada suceso iniciador. Esta asignación puede realizarse de dos maneras: en primer lugar, si existe un histórico de sucesos análogos, se puede conocer la frecuencia de ocurrencia del suceso mediante la consulta de bases de datos, archivos, informes, etc.; en segundo lugar, si no existe un histórico de sucesos análogos, se puede recurrir a la utilización de un árbol de fallos que permita calcular la probabilidad asociada. En este árbol de fallos se tendrán en cuenta todas las causas que originan el suceso iniciador, así como sus consecuencias asociadas, para finalmente conocer cómo se verá afectado el medio ambiente (en este caso, el agua de mar, la flora y fauna de la zona circundante y/o el suelo).

El **cuadro I** recoge la asignación de un valor para la probabilidad en función de los casos anteriormente comentados, lo cual permite una evaluación más rigurosa y detallada del riesgo ambiental asociado con los sucesos identificados.

### Asignación de las consecuencias

Cuando se conoce la probabilidad de ocurrencia, se procede a estimar el posible daño o consecuencias que pudieran impactar al medio receptor en cada uno de los escenarios. En nuestro caso, se ha aplicado la siguiente fórmula para conocer la gravedad de dichas consecuencias:

$$\text{Consecuencias} = \text{cantidad} + 2 \times \text{peligrosidad} + \text{extensión} + \text{calidad del medio} \quad (1)$$

Así, cada una de las variables tomará un valor que variará entre 1 y 4. Para puntuar cada una de ellas se seguirán los criterios indicados en los **cuadros II, III, IV y V**.

De acuerdo con estos criterios, se obtiene la clasificación para la gravedad de las consecuencias mostrada en el **cuadro VI**.

CUADRO I. ASIGNACIÓN DE LA PROBABILIDAD.

Probabilidad o frecuencia		Puntuación
> 1 vez/mes	Muy probable	1
1 vez/mes-1 vez/año	Altamente probable	0.8
1 vez/año-1 vez/10 años	Probable	0.6
1 vez/10 años-1 vez/50 años	Posible	0.4
< 1 vez/50 años	Improbable	Árbol de fallos

**CUADRO II.** CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS EN FUNCIÓN DE LA CANTIDAD DE SUSTANCIA INVOLUCRADA.

Cantidad de sustancia involucrada		
	Cantidad (m <sup>3</sup> )	Valor asignado
Muy alta	> 10	4
Alta	De 10 a 5	3
Poca	De 5 a 1	2
Muy poca	< 1	1

**CUADRO III.** CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS EN FUNCIÓN DE LA PELIGROSIDAD DE LA SUSTANCIA.

Peligrosidad de la sustancia que interviene en el escenario		
	Peligrosidad	Valor asignado
Muy peligrosa	Muy inflamable Muy tóxica Causa efectos irreversibles inmediatos Sustancias clasificadas como peligrosas para el medio ambiente	4
Peligrosa	Explosiva Inflamable Corrosiva	3
Poco peligrosa	Combustible	2
No peligrosa	Daños leves y reversibles	1

Nota: sustancia peligrosa para el ambiente es aquella que contiene indicaciones de peligros para ambiente de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008 (DOUE 2008).

**CUADRO IV.** CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS EN FUNCIÓN DE LA EXTENSIÓN AFECTADA.

	Extensión afectada de agua		Extensión afectada de suelo	
	Extensión	Valor	Extensión (m <sup>3</sup> )	Valor
Muy extenso	Radio >1 km	4	> 20	4
Extenso	Radio < 1 km	3	10-20	3
Poco extenso	Todo el recinto	2	1-10	2
Puntual	Punto de vertido	1	< 1	1

**CUADRO V.** CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS EN FUNCIÓN DE LA CALIDAD DEL ENTORNO AFECTADO.

Calidad del entorno afectado	
Calidad	Valor asignado
Afección a Red Natura 2000 o Espacio Natural Protegido	4
Afección a especie protegida o vulnerable, o hábitat de interés comunitario	3
Afección a menos de 500 m de alguna de las categorías anteriores	2
Afección a más de 500 m de alguna de las categorías anteriores	1

Con las probabilidades de ocurrencia de los escenarios identificados y el valor asignado a las consecuencias, se procede a la estimación del riesgo para los tres entornos afectados, quedando:

$$\text{Riesgo} = \text{probabilidad} \times \text{gravedad de las consecuencias} \quad (2)$$

Por último, el riesgo se evalúa según los baremos recogidos en el **cuadro VII**.

## RESULTADOS

En el **cuadro VIII** se clasifican y relacionan las actividades/instalaciones como susceptibles de generar riesgo ambiental en condiciones de emergencia.

El análisis y evaluación de cada escenario accidental se propone realizarlo en fichas de riesgo, como la que se muestra en el **cuadro IX**, que recoge descripción de la actividad, suceso iniciador y escenario accidental. Posteriormente, se incluyen las medidas preventivas y las medidas de mitigación a tomar ante cada escenario accidental.

Estas fichas de riesgo deben formar parte del programa formativo del personal que ejecute los distintos trabajos.

Como resultado del proceso de identificación y evaluación de riesgos ambientales se obtiene un inventario de potenciales escenarios accidentales

que pueden categorizarse, cuantificando el riesgo asociado a cada escenario accidental y permitiendo efectuar una adecuada gestión del riesgo.

Por otra parte, también se sistematiza la adopción de medidas preventivas y de medidas de mitigación, materializadas estas últimas en planes de emergencia / contingencia para cada escenario accidental.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La aplicación de la norma UNE 150008:2008 para la identificación y evaluación de riesgos ambientales, pionera en un astillero, constituye una potente herramienta para introducir el pensamiento basado en riesgos en la toma de decisiones, en la línea de lo requerido por la norma UNE-EN ISO 14001:2015 de sistemas de gestión ambiental (AENOR 2015).

La programación anual de objetivos ambientales de una organización debe contemplar por tanto medidas para la minimización de los riesgos más significativos, como último paso de una adecuada gestión del riesgo (Valdés et al. 2006).

De los resultados extraídos de la identificación y evaluación de riesgos se ha concluido la necesidad de reforzar el número de barreras de contención de vertidos, así como su uso de modo preventivo rodeando buques atracados en muelle.

La gestión del riesgo tiene como objeto principal la toma de decisiones más adecuadas sobre los

**CUADRO VI. CLASIFICACIÓN DE LA GRAVEDAD DE LAS CONSECUENCIAS.**

	Valoración	Valor asignado
Crítico	De 20 a 18	5
Grave	De 17 a 15	4
Moderado	De 14 a 11	3
Leve	De 10 a 8	2
No relevante	De 7 a 5	1

**CUADRO VII. EVALUACIÓN DEL RIESGO.**

Evaluación de riesgos	
Muy alto	20-16
Alto	15-11
Medio	10-6
Moderado	5-1
Bajo	<1

**CUADRO VIII. ACTIVIDADES DE RIESGO AMBIENTAL.**

Área de trabajo	Actividades
Construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mecanizado, ensamblaje y soldadura de estructuras.</li> <li>- Montaje de equipos, maquinarias y tuberías.</li> <li>- Instalación de sistemas eléctricos y electrónicos.</li> <li>- Pintura y acabados.</li> <li>- Inspección y pruebas de equipos y sistemas.</li> </ul>
Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpieza y mantenimiento de equipos y maquinarias.</li> <li>- Inspección y pruebas de equipos y sistemas.</li> <li>- Reemplazo de componentes y piezas.</li> <li>- Mantenimiento de instalaciones eléctricas y electrónicas.</li> <li>- Mantenimiento y reparación de sistemas hidráulicos y neumáticos.</li> </ul>
Reparación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desmontaje y reparación de equipos y maquinarias.</li> <li>- Reemplazo de componentes y piezas.</li> <li>- Reparación de estructuras metálicas.</li> <li>- Reparación y mantenimiento de sistemas hidráulicos y neumáticos.</li> <li>- Inspección y pruebas de equipos y sistemas.</li> </ul>
Áreas / procesos comunes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Almacenamiento de aceites y aguas oleosas.</li> <li>- Almacenamiento de pinturas y disolventes.</li> <li>- Almacenamiento de productos químicos.</li> <li>- Almacenamiento de residuos no peligrosos y peligrosos.</li> <li>- Chorreo en cabina y dique.</li> <li>- Limpieza de tuberías y otros componentes.</li> <li>- Funcionamiento de maquinaria.</li> <li>- Limpieza de dique.</li> <li>- Pintado.</li> <li>- Proceso de mecanizado.</li> <li>- Trabajos en caliente.</li> <li>- Trabajos en muelle.</li> <li>- Transporte interno de sustancias y residuos.</li> <li>- Trasiego de combustible de cisterna y gabarra a buque.</li> <li>- Trasiego de hidrocarburos en buques.</li> <li>- Trasiego de residuos líquidos a cisterna.</li> <li>- Tratamientos superficiales.</li> <li>- Estación depuradora de aguas residuales.</li> <li>- Planta de tratamiento de aguas oleosas.</li> <li>- Gasolinera.</li> </ul>

riesgos ambientales, fundamentadas en los criterios de seguridad y eficiencia económica. En este marco, el análisis y la evaluación no es un fin en sí mismo, sino una fase inicial del proceso de gestión del riesgo.

**AGRADECIMIENTOS**

El autor agradece a su equipo del Departamento de Medio Ambiente en los distintos centros de trabajo de Navantia, su dedicación para que la protección ambiental sea una realidad en la cotidianidad de los astilleros.

**REFERENCIAS**

- AENOR (2008). Norma UNE 150008:2008. Análisis y evaluación del riesgo ambiental. Asociación Española de Normalización y Certificación, Madrid, España, 43 pp.
- AENOR (2015). Norma UNE-EN ISO 14001:2015. Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso. Asociación Española de Normalización y Certificación, Madrid, España, 48 pp.
- Ashari R., Budianto E. y Herdiansyah H. (2019). Environmental risk assessment on ship repair work at Cilegon National Shipyard Company. *Journal of Physics:*

**CUADRO IX.** INFORME DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES. FICHA DE RIESGO AMBIENTAL.

Fuente de peligro		Código		
Materias y residuos		APC-ALM-005		
Actividad				
Almacenamiento de aceites y aguas oleosas.				
Escenario accidental				
Contaminación del mar por vertido de sustancias oleosas.				
Suceso iniciador				
Derrame/vertido de la sustancia almacenada.				
Causa del accidente				
Rebose del tanque de almacenamiento o pérdida de estanqueidad con arrastre por la lluvia y presencia de arquetas próximas o vertido directo por ubicación cercana a muelle.				
Descripción del escenario				
Se produce un derrame de sustancias oleosas almacenadas en tanques móviles, de un volumen comprendido entre 5 y 10 m <sup>3</sup> , que contamina el mar, bien por vertido desde muelle, bien por alcanzar arquetas de pluviales.				
Medidas preventivas				
Uso de cubeto de retención, cierre de depósitos, mantenimiento preventivo, comprobación de las condiciones de almacenamiento en inspecciones programadas, vaciado de agua de lluvia del cubeto, en su caso.				
Medidas de mitigación				
Utilización de material absorbente y elementos de contención. Activación del plan de contingencias por contaminación marina accidental del centro.				
Medios afectados	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Calidad del medio
Agua, flora y fauna	3	4	4	2
Probabilidad	Consecuencias	Gravedad	Valoración del riesgo	Riesgo cualitativo
0.0004	17	Grave	0.0068	Bajo

Conference Series, 1363. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1363/1/012003>

BOE (2007). Ley 26/2007 de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental. Jefatura del Estado, Boletín Oficial del Estado, España, 24 de octubre.

DOUE (1982). Directiva 1982/501/CEE de 24 de junio de 1982, relativa a los riesgos de accidentes graves en determinadas actividades industriales. Diario Oficial de la Unión Europea, 5 de agosto.

DOUE (1996). Directiva 1996/82/CE de 9 de diciembre, relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas. Diario Oficial de la Unión Europea, 14 de enero.

DOUE (2008). Directiva 2008/1272/CE de 16 de diciembre, sobre clasificación, etiquetado y envasado de

sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) N° 1907/2006. Diario Oficial de la Unión Europea, 31 de diciembre.

DOUE (2010). Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 24 de noviembre de 2010, sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación). Diario Oficial de la Unión Europea, 17 de diciembre.

DOUE (2012). Directiva 2012/18/UE de 4 de julio de 2012, relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas y por la que se modifica y ulteriormente deroga la Directiva 96/82/CE. Diario Oficial de la Unión Europea, 24 de julio.

- Gutiérrez J.A. y Durán J. (2013). Aspectos ambientales de la organización. Editorial CEP, Madrid, España, 332 pp.
- Martín-Peña M.L., Díaz-Garrido E. y Sánchez-López J.M. (2010). Relation between management's behavioural intentions toward the environment and environmental actions. *Journal of Environmental Planning and Management* 53, 297-315. <https://doi.org/10.1080/09640561003612866>
- Siaka D.C. (2014). La singularidad de los daños medioambientales: un análisis a la luz de la Ley de Responsabilidad Medioambiental en España. *Revista de Derecho de la UNED* 14, 619-640. <https://doi.org/10.5944/rduned.14.2014.13295>
- Valdés J.L., Alonso M.C., Calso N. y Novo M. (2006). Guía para la aplicación de UNE-EN ISO 14001:2015. AENOR ediciones, Madrid, España, 367 pp.
- Zhu Y., Ma W., Feng H., Liu G. y Zheng P. (2022). Effects of preparedness on successful emergency response to ship accident pollution using a Bayesian network. *Journal of Marine Science and Engineering* 10 (2), 179. <https://doi.org/10.3390/jmse10020179>