

Singularities of bunkering operations with alternative fuels

22 DE ABRIL DE 2024



Marta Tomé, GHENOVA
Rafael Calderón, GHENOVA
Aki Hämäläinen, Woikoski
Juan Pablo Pérez, APBA
Igor Blanco, GHENOVA
Maria Merino, GHENOVA

**63° CONGRESO INTERNACIONAL DE
INGENIERIA NAVAL E INDUSTRIA MARITIMA**



CONTEXTO



ECOSYSTEM
KNOWLEDGE IN
STANDARDS FOR
HYDROGEN
IMPLEMENTATION
ON **P**ASSENGER **S**HIP

ESTUDIO DE BUNKERING EN EL
PUERTO DE SINGAPUR, EN
COLABORACIÓN CON EL
PUERTO DE ALGECIRAS.



JOINT STUDY FRAMEWORK for NH₃ BUNKERING SAFETY

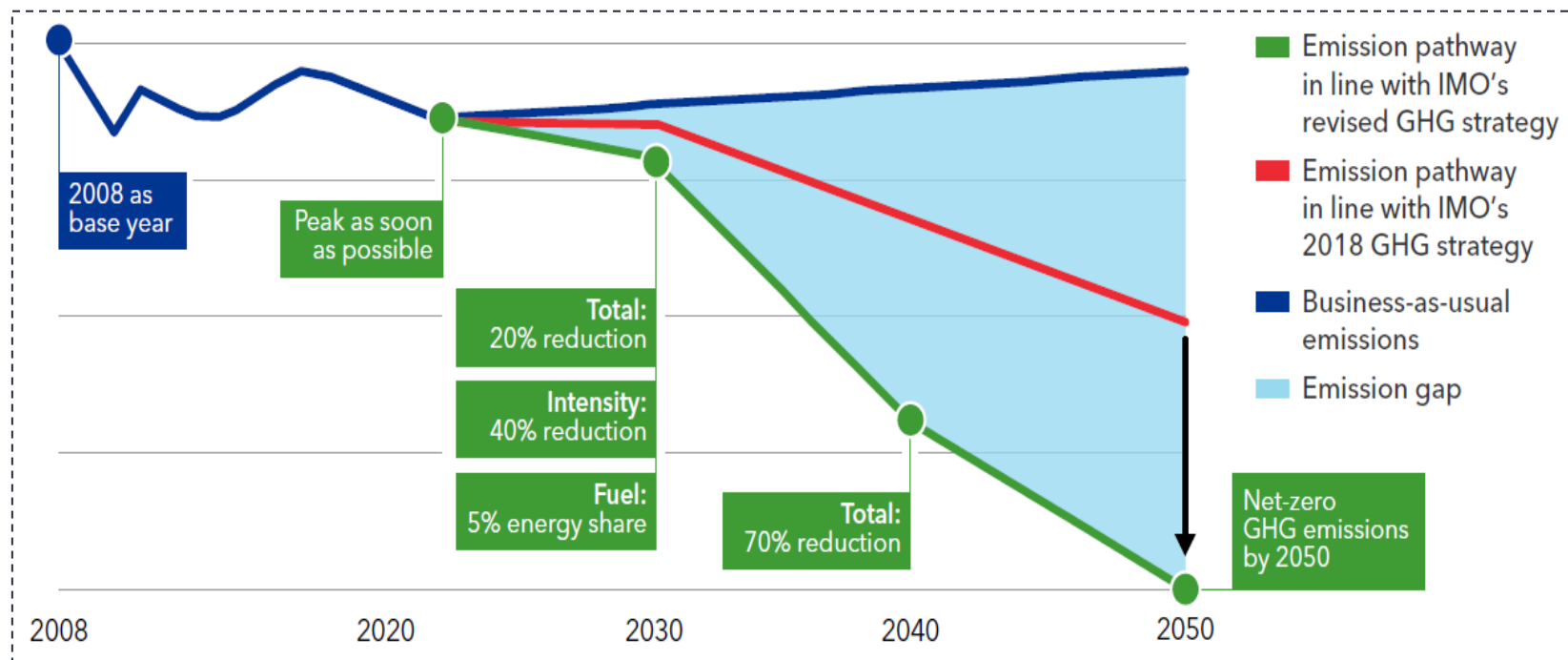
~16 companies and organizations, including port authorities, bunkering-related companies and research institutes, share issues and knowledge on the safety of ammonia bunkering and guidelines.~



e-SHIPS is a project funded by the European Union Framework Programme for Research and Innovation Horizon 2020 under GA n. 101007226



Objetivos OMI para la reducción de emisiones GHG



Fuente: Maritime Forecast to 2050. DNV



Emisiones de gases de efecto invernadero:

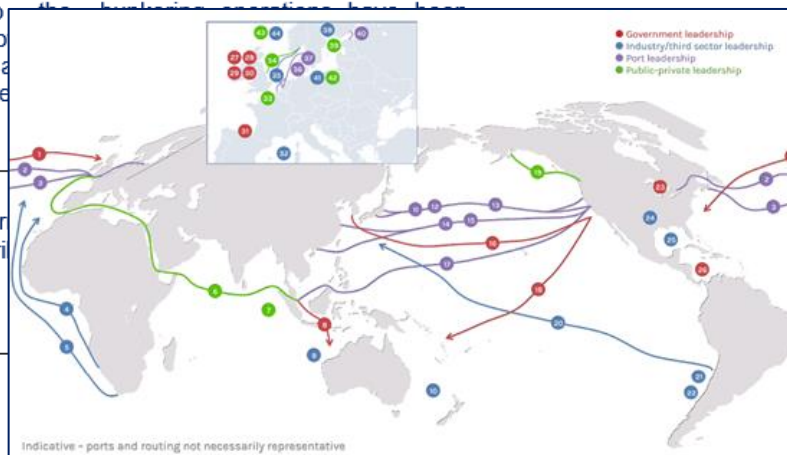
Reducir (*) al menos un 20% in 2030, un 70% en 2040 y alcanzar el 100% en 2050.

(*) en comparativa con 2008.



Tipos de combustibles alternativos

FUEL TYPE	FUEL TECHNOLOGY READINESS	SCALABILITY & TIME TO MARKET	GHG REDUCTION	DISTRIBUTION AND STORAGE	BUNKERING INFRASTRUCTURE
Biofuels	Green	Orange	Yellow	Biofuels have an established infrastructure due to use in multiple sectors, however, the high demand from multiple industries makes scaling difficult.	Some biofuels, such as Hydrotreated Vegetable Oil (HVO), can use existing infrastructure of HFO fuels.
Methanol	Green	Green	Green	Methanol is used in a multitude of sectors and can be implemented within the shipping sector with relative ease, using methanol trading/transport infrastructures. Green methanol has high production cost.	Demonstration bunkering operations have been successful, ship-to-ship bunkering proven. Partially developed bunkering infrastructure at more than 90 ports worldwide.
Ammonia	Green	Yellow	Green	Ammonia has existing production and transport infrastructure due to the agricultural industry, however, the global demand across multiple sectors and the production cost can have scalability issues.	No ammonia bunkering infrastructure exists and no bunkering operations have been demonstrated.
Hydrogen	Orange	Yellow	Green	Hydrogen production storage is costly and currently there is no distribution infrastructure.	



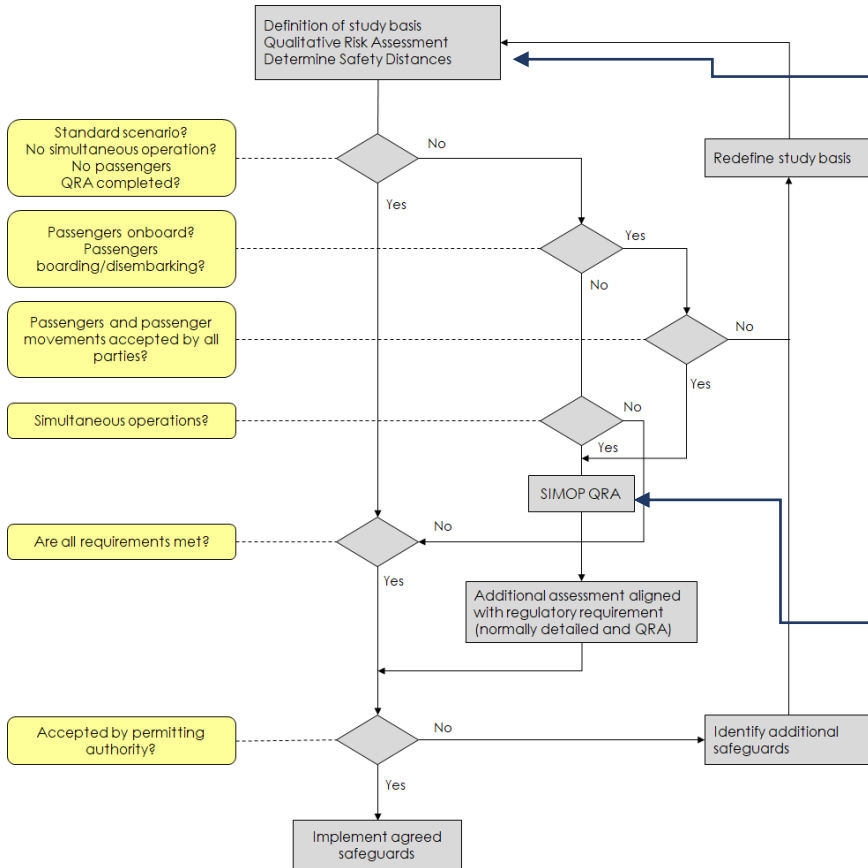
Los **PROS** y **CONTRAS** de cada combustible alternativo deben ser analizados minuciosamente con el objetivo de seleccionar la opción más ventajosa, en términos económicos y operativos, para cada proyecto.



Normativa de Seguridad



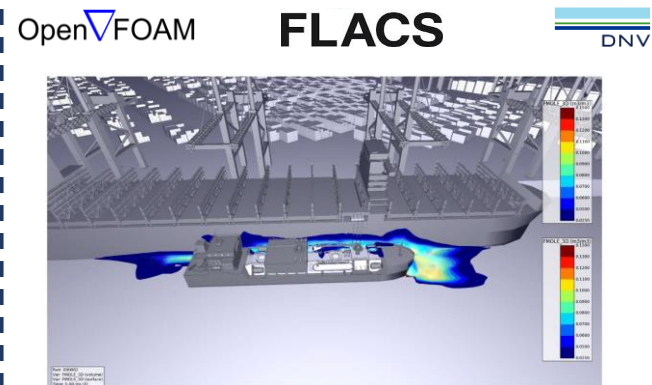
La Evaluación de Riesgos nos permite demostrar a través de distintas herramientas que el desarrollo de las operaciones de suministro de **combustibles alternativos** posee un nivel de seguridad equivalente al de las operaciones de suministro de otros combustibles como el **LNG**.



Identificación de Peligros

ISSUE ID	ISSUE NAME	LOCATION	Cause	Preventive Control Measures	Control Measures	Rehabilitative Control Measures
1	Hydroponic system	1st floor	Water leakage from system	Water leakage from system	Water leakage from system	Water leakage from system
2	Hydroponic system	1st floor	Water leakage from system	Water leakage from system	Water leakage from system	Water leakage from system
3	Hydroponic system	1st floor	Water leakage from system	Water leakage from system	Water leakage from system	Water leakage from system
4	Hydroponic system	1st floor	Water leakage from system	Water leakage from system	Water leakage from system	Water leakage from system
5	Hydroponic system	1st floor	Water leakage from system	Water leakage from system	Water leakage from system	Water leakage from system
6	Hydroponic system	1st floor	Water leakage from system	Water leakage from system	Water leakage from system	Water leakage from system
7	Hydroponic system	1st floor	Water leakage from system	Water leakage from system	Water leakage from system	Water leakage from system
8	Hydroponic system	1st floor	Water leakage from system	Water leakage from system	Water leakage from system	Water leakage from system
9	Hydroponic system	1st floor	Water leakage from system	Water leakage from system	Water leakage from system	Water leakage from system
10	Hydroponic system	1st floor	Water leakage from system	Water leakage from system	Water leakage from system	Water leakage from system

Análisis de Riesgos Cuantitativo

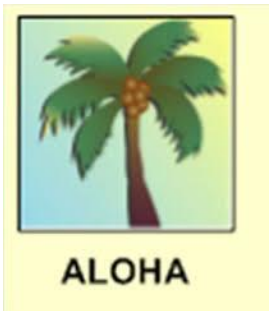


Caso de estudio. Análisis de dispersión de amoniaco. Condiciones iniciales

Puerto de Algeciras (Terminal de Endesa)



Software: ALOHA
software (EPA)



Niveles de exposición. Concentración amoniaco/tiempo y su efecto

	1 min	3 min	10 min	20 min	30 min	60 min	4 h	8 h
AEGL-1	-	-	30 ¹	-	30	30	30	30
AEGL-2	-	-	220	-	220	160	110	110
AEGL-3	-	-	2.700	-	1.600	1.100	550	390

Condiciones de la operación de suministro

	High flow rate				Low flow rate			
	Pressure (bar)	Temp (°C)	Flow rate (m3/h)	Internal hose dia. (mm)	Pressure (bar)	Temp (°C)	Flow rate (m3/h)	Internal hose dia. (mm)
STS Ammonia pressurized	8	20	1000	200	8	20	400	150

El **objetivo** de este estudio de seguridad es **comparar** cómo influyen los **parámetros operativos** y las **condiciones de contorno** en la dispersión del amoníaco y sus consecuencias, y no definir zonas peligrosas.



Caso de estudio. Análisis de dispersión de amoniaco. Condiciones meteorológicas



a) Monthly average speed (m/s) in the Port of Algeciras in 2023.



b) Wind rose in the Port of Algeciras in 2023.

- **Vientos predominantes** de entre 4 y 5 m/s. E y NW con una velocidad media
- **Temperaturas medias** entre 13 y 23,5 grados.
- **Humedad media** entre el 77 y el 80%.

Condiciones meteorológicas

Season	Average Temperature (°C)	Average Humidity (%)	Main Wind Direction	Average Wind Speed (m/s)
Winter	13,3	80%	NW	5,0
Spring	17,1	77%	E	4,3
Summer	23,5	77%	E	3,9
Fall	19,9	80%	E	4,2



Análisis de dispersión de amoníaco. Caso de Estudio (1). Resultados



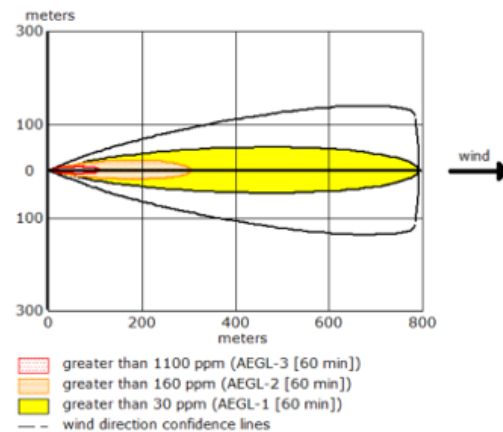
Caso de estudio 1: ruptura manguera de suministro (Q = 400 m³/h; T = 120 segundos)

Caso más **favorable** (verano):

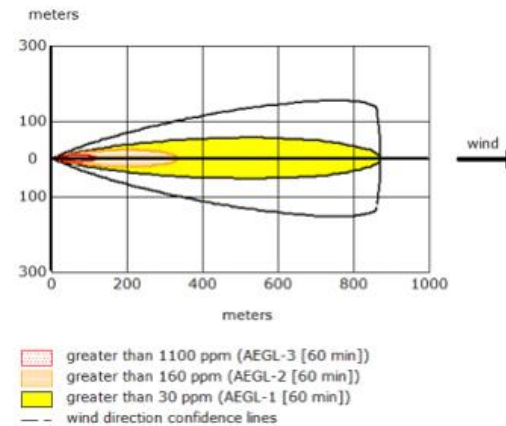
- AEGL-1 (60 min): 567 m
- AEGL-2 (60 min): 240 m
- AEGL-3 (60 min): 91 m

Caso más **desfavorable** (otoño):

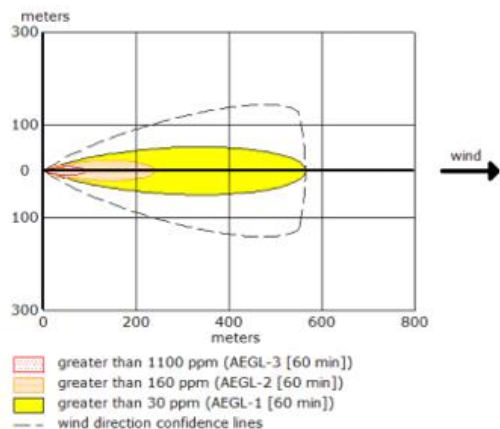
- AEGL-1 (60 min): 889 m
- AEGL-2 (60 min): 342 m
- AEGL-3 (60 min): 122 m



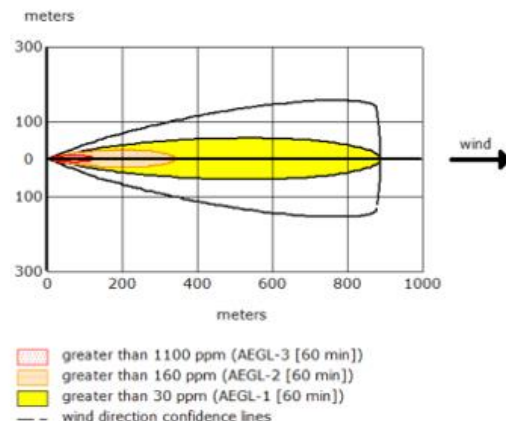
a) Toxic threat zone (Winter; Q= 400 m³/h)



b) Toxic threat zone (Spring; Q= 400 m³/h)



c) Toxic threat zone (Summer; Q= 400 m³/h)



d) Toxic threat zone (Fall; Q= 400 m³/h)



Análisis de dispersión de amoníaco. Caso de Estudio (2). Resultados



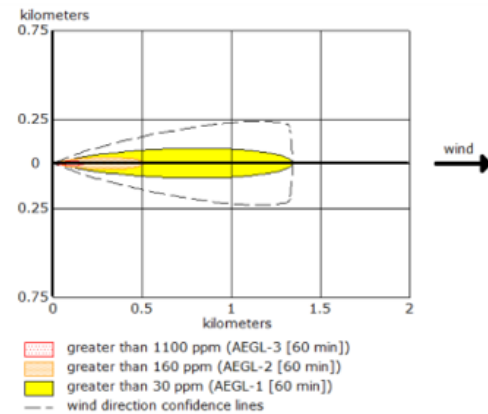
Caso de estudio 2: ruptura manguera de suministro
($Q = 1000 \text{ m}^3/\text{h}$; $T = 120$ segundos)

Caso más **favorable** (verano):

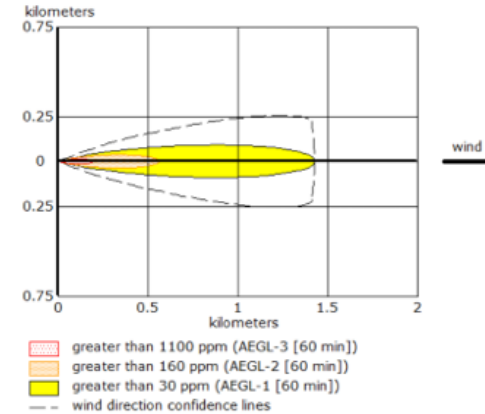
- AEGL-1 (60 min): 916 m
- AEGL-2 (60 min): 384 m
- AEGL-3 (60 min): 144 m

Caso más **desfavorable** (otoño):

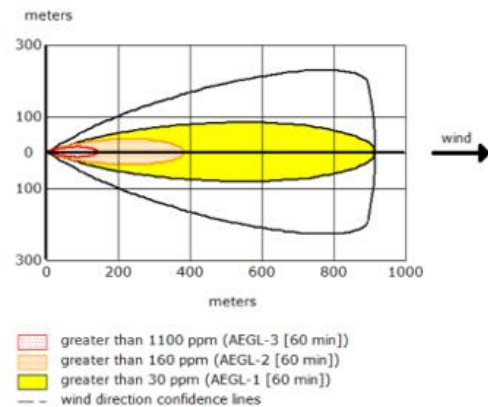
- AEGL-1 (60 min): 1400 m
- AEGL-2 (60 min): 573 m
- AEGL-3 (60 min): 198 m



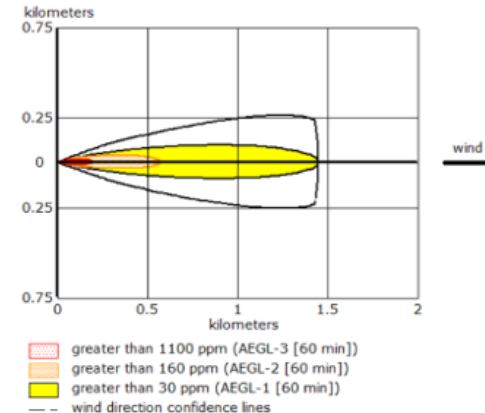
a) Toxic threat zone (Winter; $Q = 1000 \text{ m}^3/\text{h}$)



b) Toxic threat zone (Spring; $Q = 1000 \text{ m}^3/\text{h}$)



c) Toxic threat zone (Summer; $Q = 1000 \text{ m}^3/\text{h}$)



d) Toxic threat zone (Fall; $Q = 1000 \text{ m}^3/\text{h}$)



Caso de estudio. Puerto de Algeciras



a) Toxic threat zone (Fall; Q= 1000 m³/h)



b) Toxic threat zone (Winter; Q= 1000 m³/h)

En caso **más desfavorable**, en caso de desplazarse la nube de amoniaco en dirección E, solo alcanza una concentración de **30 ppm** durante un tiempo limitado e inferior a **60 min**, por lo cual se concluye que la localización seleccionada sería viable para implantación de una infraestructura de bunkering dado que no alcanzaría la población.

Toxic Level of Concern	Concentration Level	Affected distance from the source of leakage (Q= 1000 m ³ /h)			
		Winter	Spring	Summer	Fall
AEGL-1 (60 min)	30 ppm	1300 m	1400 m	916 m	1400 m
AEGL-2 (60 min)	160 ppm	512 m	562 m	384 m	573 m
AEGL-3 (60 min)	1100 ppm	178 m	194 m	144 m	198 m



Conclusiones

- La introducción de combustibles alternativos en el sector marítimo requiere un análisis exhaustivo de múltiples factores, como el precio del combustible, la escalabilidad de la producción para satisfacer la demanda del mercado o la preparación tecnológica entre otros, pero también términos de normativa de seguridad.
- Independientemente de la solución de descarbonización seleccionada, debe existir un régimen de seguridad sólido que permita abordar plenamente los riesgos que puedan surgir de la introducción de nuevas tecnologías, combustibles y estrategias operativas.
- Los softwares CFD para la evaluación de consecuencias es un herramienta útil y necesaria para la evaluación del riesgo y el establecimiento de distancias de seguridad.



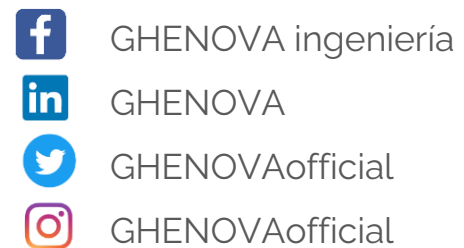
Los combustibles alternativos y las tecnologías de vanguardia son una opción viable para alcanzar los objetivos de descarbonización.

Las lagunas normativas actuales brindan una enorme oportunidad a los ingenieros navales para integrar nuevas capacidades en el sector.





RAFAEL CALDERÓN ALVAREZ
rafael.calderon@ghenova.com



Av. San Francisco Javier, 20, Planta 2, 41018 Sevilla
ghenova@ghenova.com
+34 954 990 200