



COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS

Seguridad y Reglamentación para nuevos
Combustibles

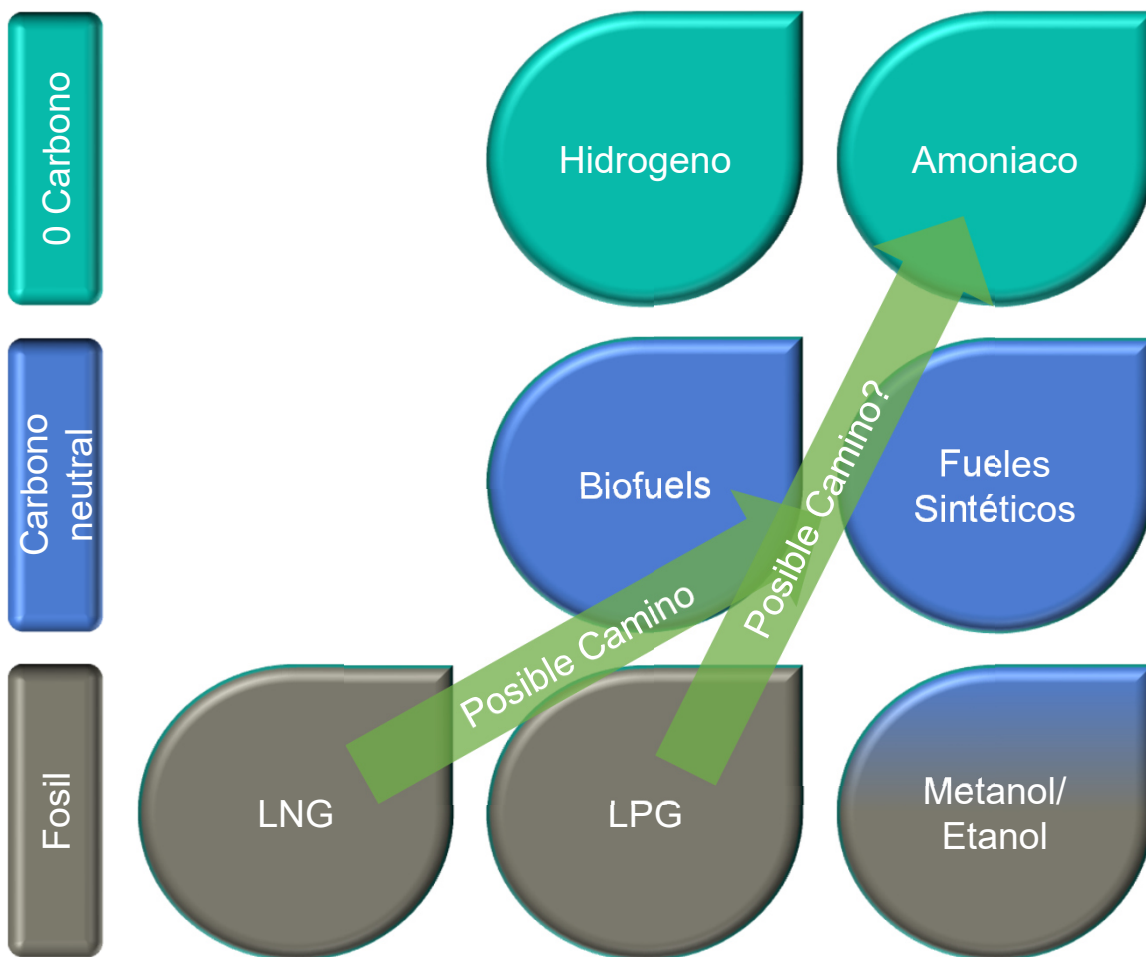
Montserrat Espín

21/11/2022



Combustibles Alternativos

Cuáles son las opciones?



Puntos a considerar

- Madurez y disponibilidad de la tecnología
- Energía específica (peso) y densidad (volumen)
- Consideraciones de seguridad (inflamabilidad, toxicidad)
- Marco normativo
- Disponibilidad global de combustible (red de terminales)
- Disponibilidad de instalaciones de bunkering
- Sostenibilidad (Aspectos Ambientales, Sociales y de Gobernanza/Responsabilidad Social Corporativa)
- Económicos: CAPEX
- Económicos: OPEX
- Flexibilidad para una adaptación futura





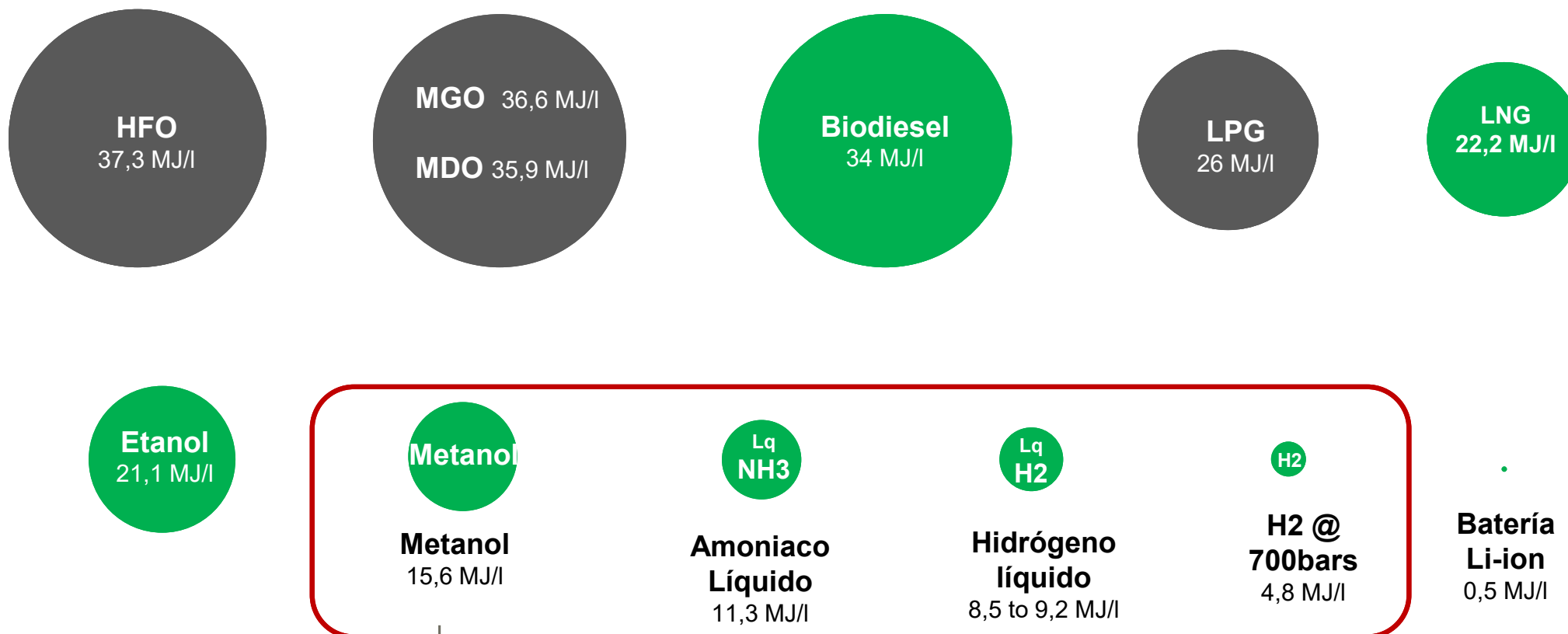
1

Aspectos Técnicos

Combustibles Alternativos – Requerimientos de Espacio



→ Densidad de Energía



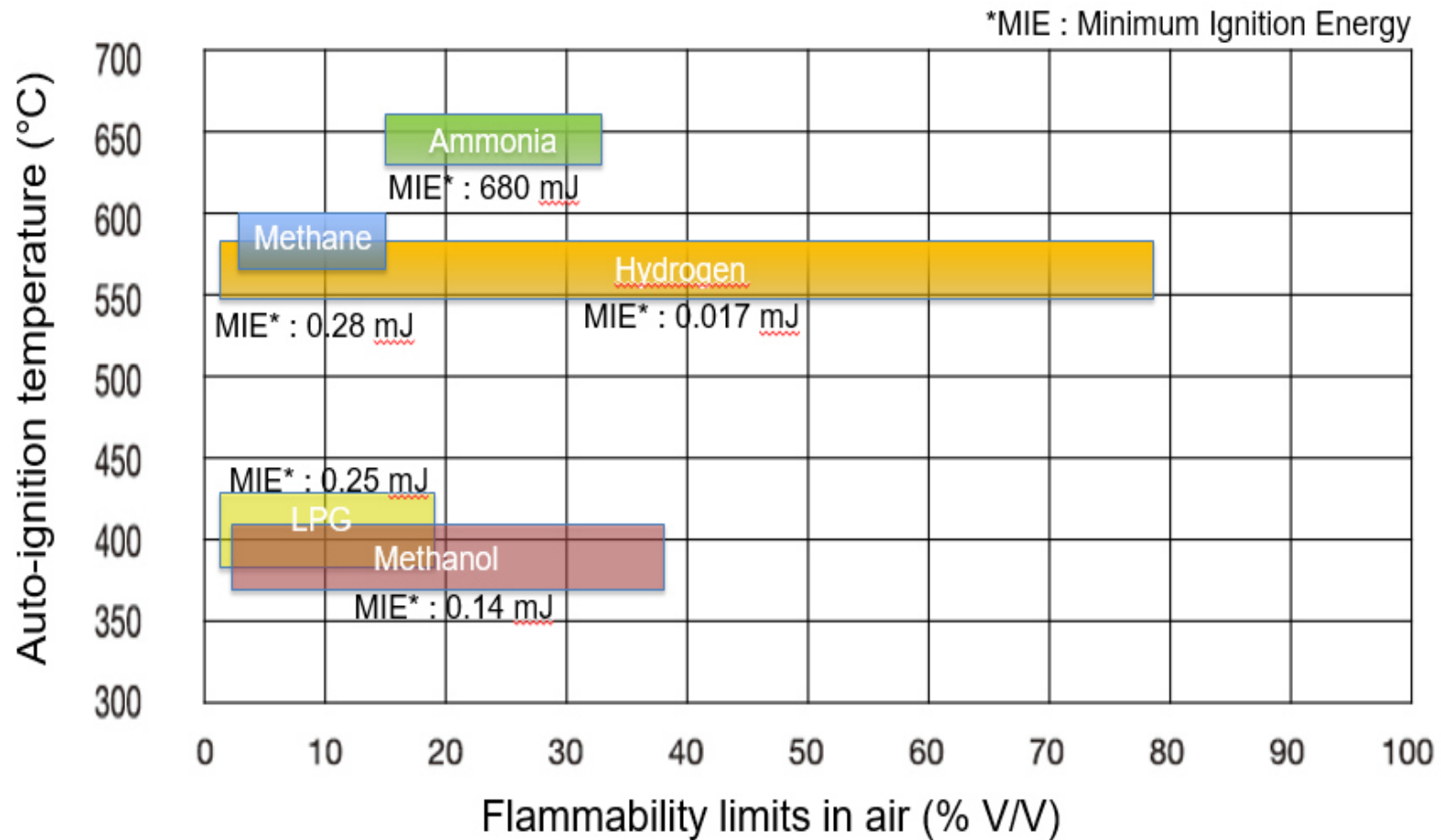
Combustibles Alternativos – Requerimientos de Espacio



→ Densidad de Energía

Fuel Type	Mass Energy density LHV [MJ/kg]	Volumetric Energy Density LHV (GJ/m ³)	Storage Pressure [bar]	Storage Temperature [°C]	Relative Tank Volumen (without insulation)
Marine Gas Oil (reference)	41,8	36,6	1	20	1
Liquid Methane LNG	50	23,4	1	-162	1,6
Ethanol	26,7	21,1	1	20	1,7
Methanol	19,9	15,8	1	20	1,7
Liquid Propane	50,3	26,7	1 7	-42 20	1,4
Liquid Ammonia	18,6	12,7	1 10 18	-34 20 45	2,9
Liquid Hydrogen	120	8,5	1	-253	4,3
Compressed Hydrogen	120	7,5	700	20	4,9

Límites de Inflamabilidad





2

Características y Aspectos de Seguridad para los combustibles alternativos

LNG como fuel Marino (biometano)

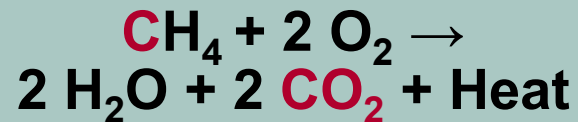


Seguridad

- Explosivo: equipos Ex.
- Detección de fugas.
- Doble pared tuberías ...

Técnica

- Muy bien conocido, ya que se utiliza a día de hoy.
- Normalmente utilizado en motores duales.
- Requiere combustible piloto.
- Densidad de energía=> Requerimientos de almacenamiento



Ambientales

- Emisiones reducidas comparados con el LFO:
 - CO₂: y fugas de Metano no quemado
 - NOx: 0 %
 - Biometano

Equipos

Se necesita enfriamiento para mantenerlo por debajo de -163°C, o bien con tanques presurizados.

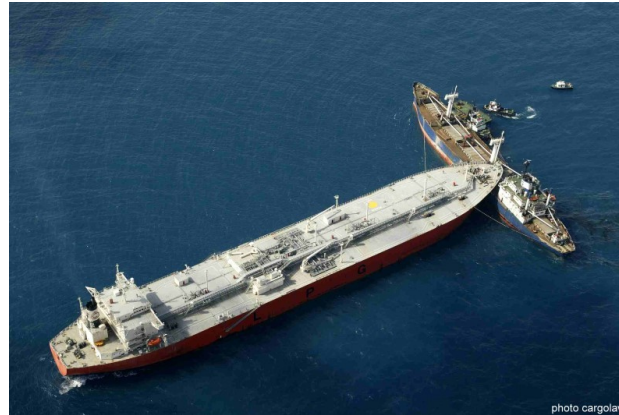
LNG como fuel Marino

■ **Compatibilidad de Materiales**

- Riesgo de fragilización de los materiales por trabajar a bajas temperaturas.;

■ **Restricciones en GA**

- Principio de Segregación: mantener lo más separados posibles los espacios seguros de los peligrosos.
- Cámaras de máquinas ESD o tipo seguro
- Disposición de tanques de modo que se evite daños en caso de varada o accidente; Medidas mínimas al costado y al fondo.
- Zonas peligrosas.



Metanol como fuel Marino

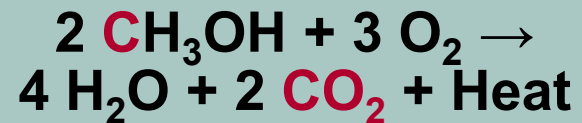


Seguridad

- Tóxico
- Explosivo
- Altamente miscible en agua
- Incoloro
- Quema con llama casi invisible

Técnica

- Fácil de manejar como fuel líquido
- Densidad de energía=> Requerimientos de almacenamiento (2,5 veces volumen Fuel)
- Motores disponibles (número limitado)
- Bajo contenido energético



Ambientales

- Emisiones reducidas comparados con el LFO:
 - CO₂: -80% (metanol verde)
 - NOx: -50%
- Biodegradable

Equipos

Se necesita enfriamiento para mantenerlo por debajo de 64°C

Detectores especiales para detectar incendios.

Amplio rango inflamabilidad y baja energía de ignición.

Metanol como fuel Marino - Seguridades

■ **Análisis de riesgos**

- Se llevará a cabo análisis de riesgos de modo que se estudien los efectos de la toxicidad a personas, y como afecta a la estructura e integridad del buque.
- Se realizará un análisis de explosión para todos los espacios peligrosos que puedan contener metanol.

■ **Compatibilidad de Materiales**

■ **Restricciones en GA**

- Se requieren coferdams alrededor de los tanques de combustible, los tanques de combustible pueden estar en el costado del barco debajo de la cubierta;
- Los coferdams podrán purgarse o llenarse con agua con un sistema no permanente. El vaciado será a través de un sistema de sentinas separado.
- Tanque de drenaje dedicado
- Zonas peligrosas, basadas en la IEC 60092-502 zonas extendidas tendido a 6m+4m alrededor de las salidas de las válvulas PV del tanque
- Otros requerimientos generales
- Evitar atmósferas inflamables o explosivas: tubería de doble pared + **inertización del tanque**
- Limite las fuentes de ignición (certificación/shut-off).

Biocombustibles como fuel Marino

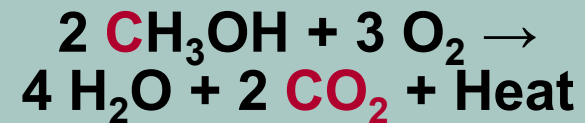


Seguridad

- La misma que la aplicada a los combustibles marinos de base fósil.
- FP >60°C

Técnica

- Solución de transición para buques existentes
- Compatibles con motores marinos modernos.
- Control del biocombustible (tiempo máximo de almacenamiento, degradación, ...).



Ambientales

- Emisiones reducidas comparados con el LFO (carbono neutro).

Equipos

Mínima inversión.
Dependiendo del biocombustible, pueden requerir aditivos antioxidantes.

Amoníaco como combustible marino

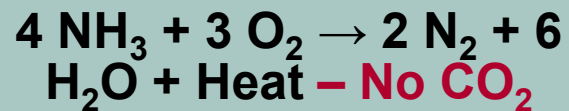


Seguridad

- Muy tóxico
- El vapor puede estancarse en el medio ambiente marino
- Corrosivo
- Olor muy penetrante y molesto.
- Más ligero que el aire, pero amoníaco Vapor, más pesado.

Técnicos

- Requiere espacio de almacenamiento (3 veces fuel)
- No existen disponibles motores de amoníaco.
- Límites explosividad pequeños (14%-28%).
- Alta energía de ignición
- Se espera prototipo motor en 2024 (piloto?)



Medioambientales

- Cero, si se produce a partir de energías renovables.
- Tóxico para la vida acuática
- Posibles subproductos de la combustión = NOx, N₂O (potente gas de efecto invernadero) y amoníaco sin quemar. → SOFC no emite N₂O

Equipos

- Materiales en contacto con amoníaco serán resistentes a la corrosión (tanques, tuberías)
- Equipos necesarios para el tratamiento de los vapores de amoníaco (scrubbers, oxidantes, etc.)

Amoniaco como fuel - Seguridades

■ **Análisis de Riesgos**

- Se llevará acabo análisis de riesgos.

■ **Filosofía “Cero fugas” (toxicidad)**

- Doble pared incluso en cubierta abierta,
- Sistema de tratamiento de vapor de amoníaco (contención de los vapores).
- Gestión de fugas de líquido (tanque de drenaje dedicado)
- Detección de concentración
- Materiales compatibilidad (corrosión).

■ **Requisitos de almacenamiento según la tecnología (tanque tipo A o tipo C)**

■ **Otros requerimientos generales**

- Prevenir atmósferas inflamables o explosivas (Diseño / Ventilación o inertización)
- Limite las fuentes de ignición (certificación/shut-off)

Hidrógeno como combustible Marino

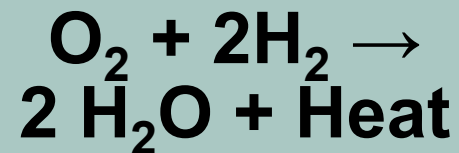


Seguridad

- No tóxico
- In general, presencia de hidrógeno (inflamabilidad/explosividad, fugas, fragilización)
- Pueden funcionar a altas T^a
- Llama invisible

Técnicos

- Hidrógeno abundante: verde.
- Alto espacio almacenamiento (6/10 veces fuel)
- Variedad de tecnología y combustible asociado
- Asociado a baterías
- Motores de combustión en desarrollo



Medioambientales

Ø Si el hidrógeno es verde

Equipos

- BOP basado en elementos clásicos (bombas, intercambiador de calor, secadores...)
- Módulo de celdas de combustible basado en el estándar de la industria IEC 62282 y marinizado

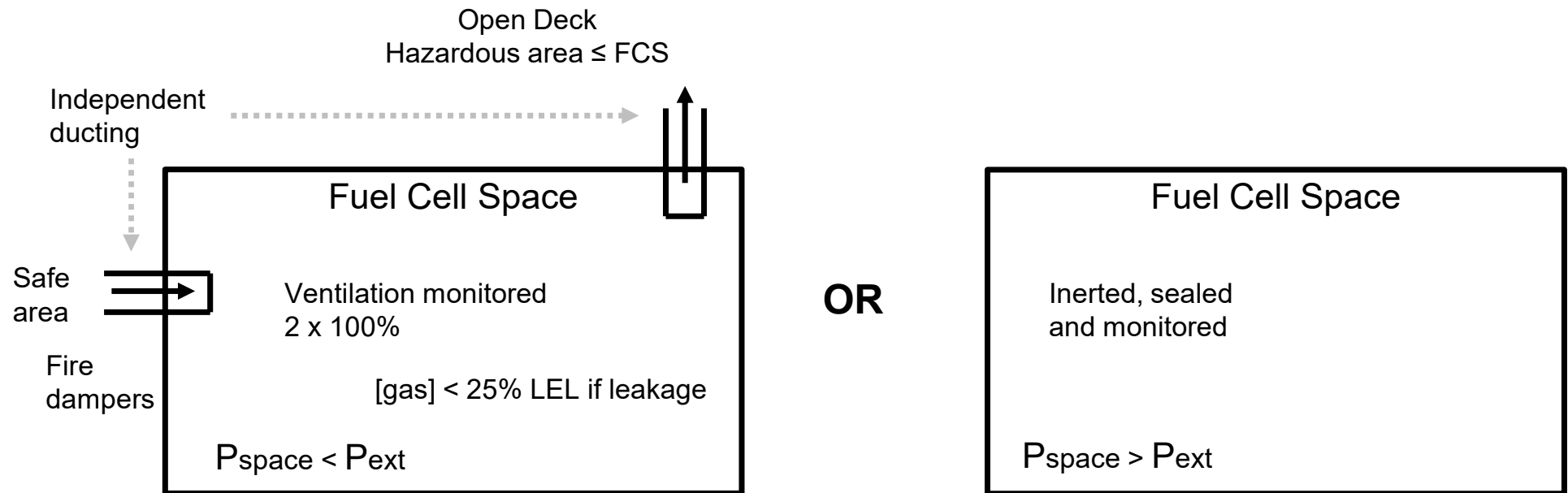
Hidrógeno – Seguridades (Células de Combustible)

- **Análisis de Riesgos**
 - Se llevará a cabo análisis de riesgos.
- **Compatibilidad de Materiales (fragilización)**
- **Instalación de alimentación de pila de combustible compatible con series IEC 62282**
 - Tubería con recinto secundario o completamente soldada
 - Exhaustaciones de aire y gas independientes
- **Seguridad contra incendios equivalente al espacio de máquinas del cat.A**
 - Detectores adecuados para los gases potenciales (humo insuficiente)
- **Sistemas eléctricos (certificados/shut-off)**
- **Monitorización & acciones de seguridad**

NR 547 Células de Combustible

■ Disposiciones a bordo

- 2 opciones para los espacios de células de combustible (fuel cell spaces, FCS): ventilación or inertización

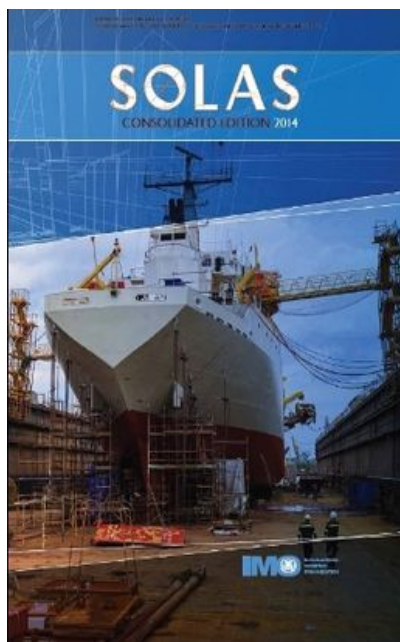




3

Reglamentación IMO & BV

Contexto regulatorio IMO

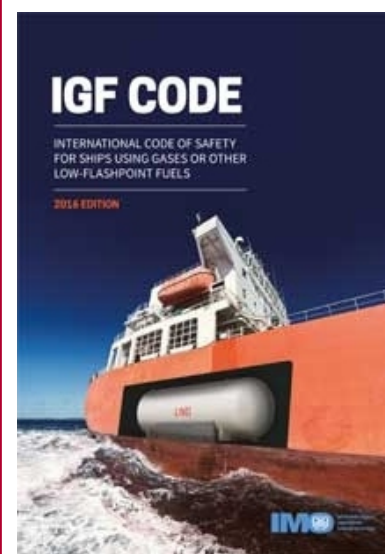


Combustible con flash-point $< 60^{\circ}\text{C}$:

- No en línea con SOLAS II-2/4.2.1.1
- SOLAS II-1/56 y 57, refieren al código IGF

Código IGC Ch.16 para gaseros que usan la carga como combustible u otros combustibles de bajo flash point

Nota: no se permiten cargas tóxicas como combustible



- MSC.391(95) en vigor en Junio 2015, obligatoria a partir de 01/01/2017
- El subcomité CCC de la OMI lleva a cabo más desarrollos, informando al Comité MSC de la OMI.

IMO - IGF Code



	LNG / CNG	Fuel Cells	Methanol	LPG	Ammonia	Hydrogen
Functional requirements, goals and principles (Ship design, construction and operation)	<p>IGF Code Part A</p> <ul style="list-style-type: none"> - Detailed risk analysis - Alternative design approach if no detailed requirements available in IGF Code 					
Detailed requirements related to Ship design, construction and operation	<p>IGF Code Parts A-1, B-1, C-1</p>	<p>MSC.1/Circ.1647</p> <ul style="list-style-type: none"> • Draft finalized by CCC7 (09/2021) • Approved by MSC105 (04/2022) 	<p>MSC.1/Circ.1621</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interim guidelines for the safety of ships using methyl/ethyl alcohol as fuel • Approved by MSC102 in November 2020 	<p>Guideline under development</p> <ul style="list-style-type: none"> • Work started at CCC6 (2019) • Draft to be finalized at CCC9 (2022) • To be approved by MSC107 (2023) ? 	<p>IMO work item under discussion</p> <ul style="list-style-type: none"> • CCC CG is gathering safety information • Decision by MSC105 (04/2022) to develop guidelines 	<p>Guideline to be initiated</p> <p>Development initiated by the CCC correspondence group dedicated to IGF Code-related matters</p>
Functional requirements and goals related to training	<p>IGF Code Part D</p>					

Bureau Veritas Reglas para la Clasificación



	LNG / CNG	Fuel Cells	Methanol	LPG	Ammonia	Hydrogen
General principles	BV NR529 General part – Requirement for a risk assessment					
Detailed requirements related to Ship design and construction	BV NR529 <ul style="list-style-type: none"> Revised January 2020 Update Q4 2021 	BV NR547 <ul style="list-style-type: none"> Issued in January 2022 Previously NI547:2009 	BV NR670 <ul style="list-style-type: none"> Issued in 07/2021 Based on IMO MSC.1/ Circ.1621 	BV NI647 Issued in 2018	BV NR671 <ul style="list-style-type: none"> Issued in 07/2021 Covers the use of ammonia as fuel based on BV experience 	BV NR529 Pt A <ul style="list-style-type: none"> Applies to hydrogen as fuel Rule development under progress – Target 2022 as NR 678
Gas-fuelled gas carriers	BV NR467 Pt D, Ch 9, sec 16					
	Bonus BV NR620 – LNG bunkering ships BV NI618 – Guidelines on LNG bunkering					

ENERGÍA A BORDO - COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS PARA PROYECTOS INDUSTRIALES



- Sin barreras por reglamentaciones, vía de innovación y diseño alternativo
- Marco Regulatorio
 - Local (Navegación Interior), nacional (Navegación costera), internacional (SOLAS)
 - Código IGF como base, Part A
 - SOLAS diseños alternativos
 - Reglas de Clasificación
- Administración de Bandera participación temprana
 - Bandera Francesa « Guide des bonnes pratiques pour l’approbation et la certification des navires utilisant l’hydrogène comme combustible »
- Análisis de Riesgos como un paso clave.





4 Algunos Proyectos

PROYECTOS

Inland vessel

- Ship in construction
- Hydrogen main propulsion
 - Shipowner: **SOGESTRAN**
 - Delivery date: **2023**
 - **Inland pusher**
 - **Ballard Fuel cell**
 - Power : **2 x 200kW**
 - Storage: **300bar compressed H2**
 - Applicable Rules : **NR547 + French Flag requirements**



PROYECTOS

Sea-going dredger

- Ship in construction
- Hydrogen auxiliary power generation
 - Shipowner: **Region Occitanie**
 - Delivery date: **2023**
 - **Sea-going Dredger**
 - **Helion Fuel cell**
 - Power : **200kW**
 - Storage: **compressed H2**
 - Applicable Rules : **NR547 + French Flag requirements**



PROYECTOS

- Ship in construction
- Hydrogen main propulsion
 - Shipowner: **Maritime School of Bastia**
 - Delivery date: **2024**
 - **Fishing vessel** for training purpose
 - **EODev Fuel cell**
 - Power : **2 x 70kW**
 - Storage: **compressed H2**
 - Applicable Rules : **NR547**
+ French Flag requirements



PROYECTOS

Roro vessel

- Ship in construction
- Hydrogen auxiliary power generation
 - Shipowner: **Penguin International**
 - Delivery date: **2023**
 - Technology **Demonstration** Project
 - **Vinssen** Fuel cell
 - Power : **60kW**
 - Storage: **compressed H2**
 - Applicable Rules : **NR547**





**BUREAU
VERITAS**

SHAPING A WORLD OF TRUST

WWW.BUREAUVERITAS.COM

