

Jornada sobre **ENERGÍAS RENOVABLES** ~ ~ **EN PUERTOS**

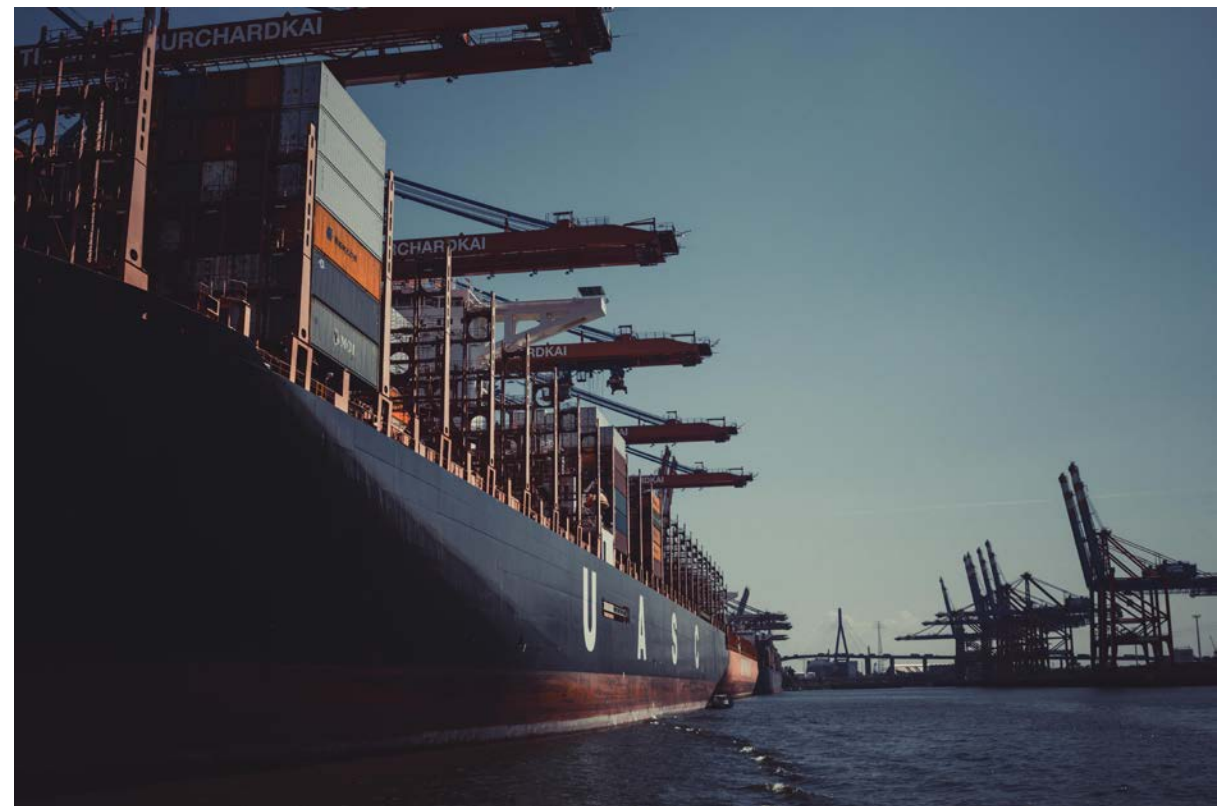
6 de junio de 2022
de 9:30 a 14:30h

Hoja de ruta para la descarbonización del sector portuario: Integración de EERR

Noemi González Cobos



Instituto Tecnológico de la Energía



Contexto actual



Marco internacional



Acuerdo de Paris



Paquete UE Energía Limpia



Agenda 2030 para el
Desarrollo Sostenible



Pacto Verde Europeo



Fit For 55



Estrategia nacional



Normativa a nivel
nacional

RD
244/2019

LCCTE

RDL
23/2020

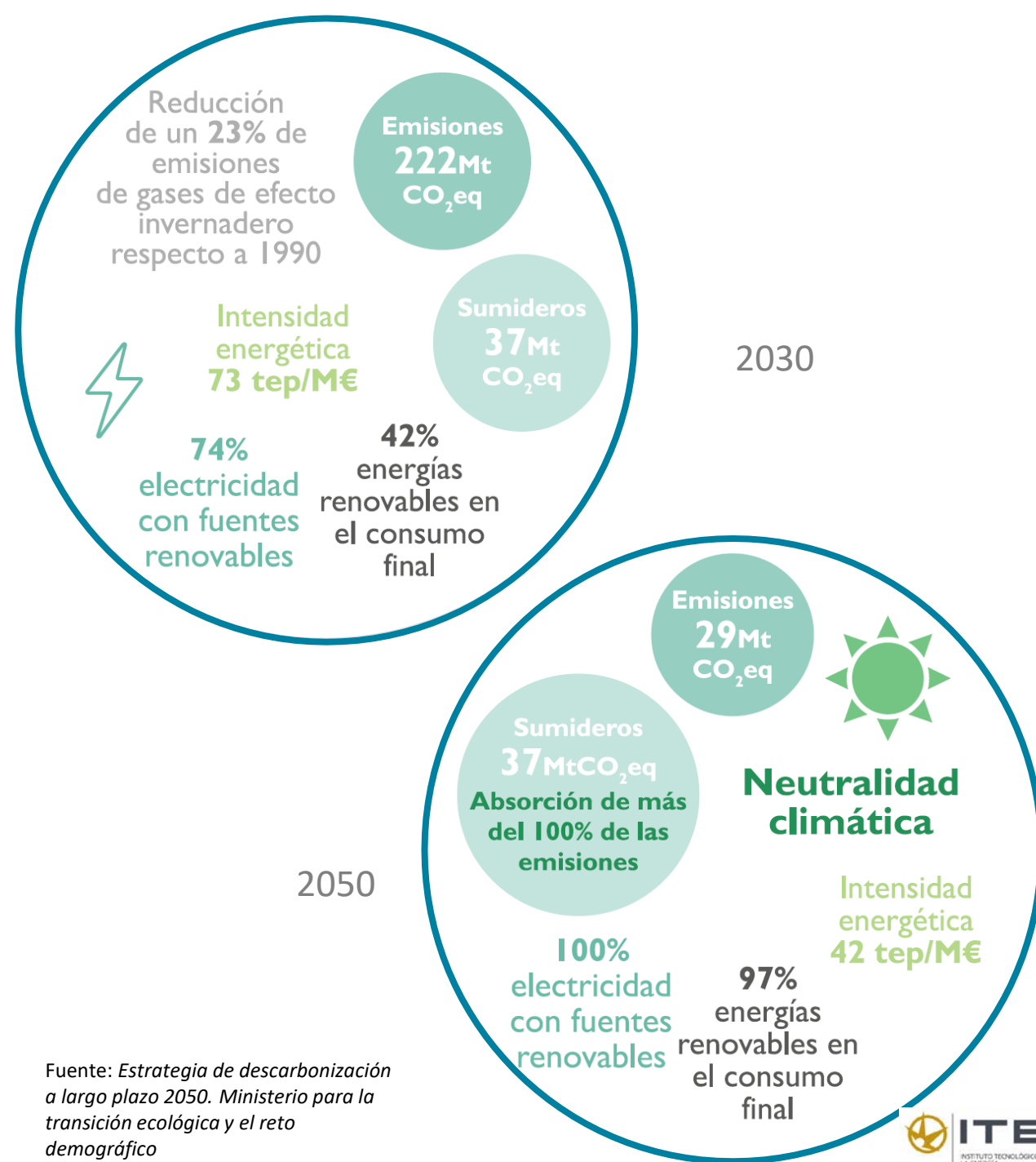
RDL
6/2022

Contexto actual

❖ Objetivos mínimos nacionales a 2030

- ✓ Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero del 23% respecto a 1990
- ✓ 42% de energías renovables en el consumo final
- ✓ 74% electricidad renovable
- ✓ Disminución del consumo de energía primaria en un 39.5%

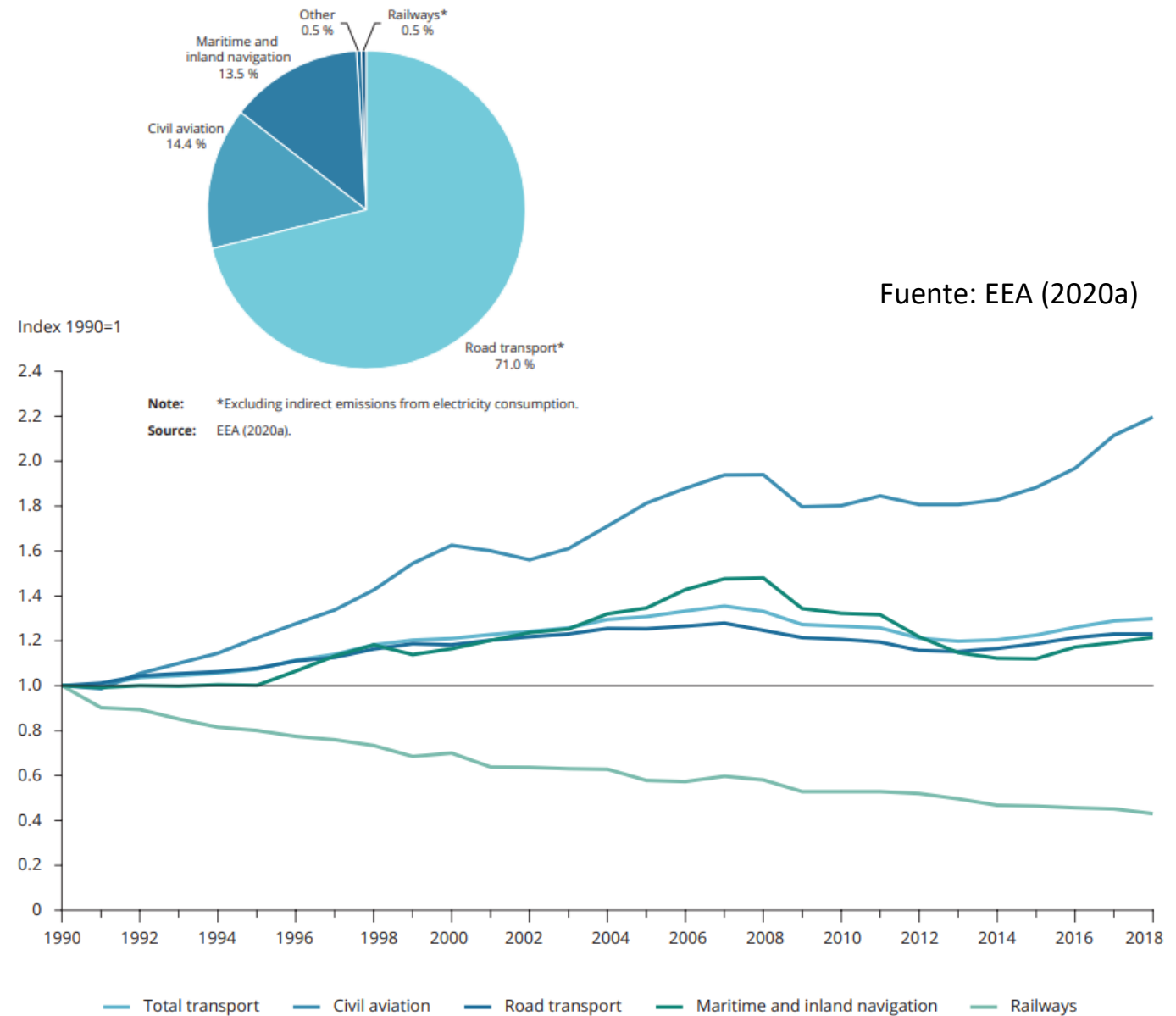
❖ Antes de 2050: Alcanzar la neutralidad climática



Fuente: Estrategia de descarbonización a largo plazo 2050. Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico

Contexto actual

- o El transporte marítimo genera el 13% de las emisiones de GEI del transporte de la Unión Europea
- o Infraestructura portuarias nacionales: Alto consumo energético
- o La mayoría de puertos se encuentran cerca de ciudades muy pobladas



La ley 7/2021 de cambio climático y transición energética recoge el objetivo de que los puertos competencia del Estado sean de cero emisiones directas en 2050 (Artículo 16)

Hacia la descarbonización de entornos portuarios

Electrificación de la
demanda
energética

Integración de fuentes de
generación renovables

Mejora de las
infraestructuras eléctricas

Implementación de
tecnologías
transversales

Integración de recursos
flexibles

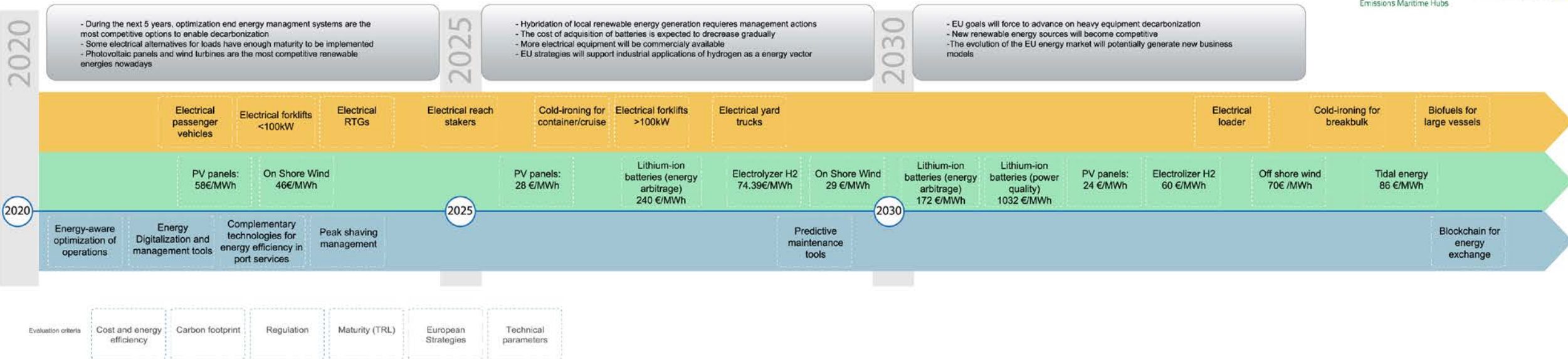


Proyecto SupEnergiN

Soporte y Co-diseño para la innovación y co-diseño para la innovación energética y la descarbonización del sector marítimo

Multi-level of change timeline for energy transition in the maritime sector

Deep Demonstration
Resilient, Net-Zero-
Emissions Maritime Hubs



Hacia la descarbonización de entornos portuarios



METODOLOGÍA



- 1  Análisis de estudios previos y fase de intención
 -  Identificación de **demandas** potencialmente electrificables
 -  Identificación de tecnologías para el **suministro** de energía de bajas emisiones y **almacenamiento** energético
 -  Identificación de **tecnologías transversales**
- 2  Análisis y priorización de actuaciones: Cálculo de KPIs

Hacia la descarbonización de entornos portuarios

Principales demandas energéticas:

Transporte terrestre

- Carretillas elevadoras para el manejo de contenedores
- Tractores de terminal
- Vehículos
- Cargadores
- Apiladores telescópicos

Transporte marítimo

- Buques petroleros
- Buques graneleros
- Buque de carga general
- Buques de carga rodante, RO-RO
- Buques de transporte de mercancías y pasajeros, RO-PAX
- Buques portacontenedores
- Otros

Equipamiento para elevación y traslado

- Grúa portico de muelle
- Grúa móvil
- Grúa portuaria
- Transtainers o grúas RTG

Servicios auxiliares

- Alumbrado
- Puntos de alimentación de contenedores de refrigeración
- “Onshore power supply” o “Cold ironing”
- Cámaras de refrigeración

Edificios, garajes, almacenes

Hacia la descarbonización de entornos portuarios

Portafolio de soluciones para la electrificación de la demanda

DEMANDAS	FUENTES DE ENERGÍA MÁS FRECUENTES	OPCIONES DE ELECTRIFICACIÓN		OTRAS OPCIONES
		Eléctricos	Híbridos	
Transporte Rodante				
Carretillas elevadoras para el manejo de contenedores vacíos	Diesel	X (M)	X (M)	-
Carretillas elevadoras para el manejo de contenedores cargados	Diesel/Gasolina/Electricidad	X (M)	X (M)	Hidrógeno (M)
Cabezas tractoras para terminales	Diesel	X (M)	-	Hidrógeno (D) LNG (D)
Vehículos de pasajeros	Diesel/Gasolina/Electricidad	X (M)	X (M)	LNG (M)
Cargadores	Diesel	X (D)	X (M)	-
Apiladores telescópicos	Diesel	X (D)	X (M)	Hidrógeno (D)
Transporte marítimo				
Buques petroleros	Fuel-oil/Diesel	-	X (D)	Hidrógeno (D) LPG (D) LNG (D) eFuels(D)
Buques graneleros	Fuel-oil/Diesel	-	X (D)	eFuels(D)
Buques de carga general	Fuel-oil/Diesel	X (D)	X (D)	eFuels(D)
Buques de carga rodante, RO-RO	Fuel-oil/Diesel	X (D)	X (M)	eFuels(D)
Buques de transporte de mercancías y pasajeros, RO-PAX	Fuel-oil/Diesel/LNG	X (D)	X (M)	LNG (M) Hidrógeno (D) eFuels(D)
Cruceros	Fuel-oil/Diesel/MGO/LNG	-	X (D)	LNG (M) eFuels(D)
Buques portacontenedores	Fuel-oil/Marine oil	-	-	LNG (M) eFuels(D)
Remolcadores	Diesel	X (D)	X (M)	LNG (M) eFuels(D)
Equipos “fijos” de movilidad y de elevación				
Grúa portico de muelle	Diesel/Electricidad	X (M)	X (M)	Hidrógeno (D)
Grúa movil	Diesel/Electricidad	X (M)	X (M)	Hidrógeno (D)
Transtainers (RTG)	Diesel/Electricidad	X (M)	X (M)	Hidrógeno (D)

M: Existente en el mercado
D: En desarrollo

Hacia la descarbonización de entornos portuarios

M: Existente en el mercado
D: En desarrollo

Portfolio de soluciones para la electrificación de la demanda

DEMANDAS	FUENTES DE ENERGÍA MÁS FRECUENTES	OPCIONES DE ELECTRIFICACIÓN		OTRAS OPCIONES	
		Eléctricos	Híbridos		
Transporte Rodante					
Carretillas elevadoras para el manejo de contenedores vacíos		Diesel	X (M)	X (M)	-
Carretillas elevadoras para el manejo de contenedores cargados		Diesel/Gasolina/Electricidad	X (M)	X (M)	Hidrógeno (M)
Cabezas tractoras para terminales		Diesel	X (M)	-	Hidrógeno (D) LNG (D)
Vehículos de pasajeros		Diesel/Gasolina/Electricidad	X (M)	X (M)	LNG (M)
Cargadores		Diesel	X (D)	X (M)	-
Apiladores telescópicos		Diesel	X (D)	X (M)	Hidrógeno (D)

Hacia la descarbonización de entornos portuarios

M: Existente en el mercado
D: En desarrollo

Portfolio de soluciones para la electrificación de la demanda

DEMANDAS		FUENTES DE ENERGÍA MÁS FRECUENTES	OPCIONES DE ELECTRIFICACIÓN		OTRAS OPCIONES
			Eléctricos	Híbridos	
Transporte marítimo					
Buques petroleros		Fuel-oil/Diesel	-	X (D)	Hidrógeno (D) LPG (D) LNG (D) eFuels(D)
Buques graneleros		Fuel-oil/Diesel	-	X (D)	eFuels(D)
Buques de carga general		Fuel-oil/Diesel	X (D)	X (D)	eFuels(D)
Buques de carga rodante, RO-RO		Fuel-oil/Diesel	X (D)	X (M)	eFuels(D)
Buques de transporte de mercancías y pasajeros RO-PAX		Fuel-oil/Diesel/LNG	X (D)	X (M)	LNG (M) Hidrógeno (D) eFuels(D)
Cruceros		Fueloil/Diesel/MGO/ LNG	-	X (D)	LNG (M) eFuels(D)
Buques portacontenedores		Fuel-oil/Marine oil	-	-	LNG (M) eFuels(D)
Remolcadores		Diesel	X (D)	X (M)	LNG (M) eFuels(D)

Hacia la descarbonización de entornos portuarios

M: Existente en el mercado
D: En desarrollo

Portfolio de soluciones para la electrificación de la demanda

DEMANDAS	FUENTES DE ENERGÍA MÁS FRECUENTES	OPCIONES DE ELECTRIFICACIÓN		OTRAS OPCIONES
		Eléctricos	Híbridos	
Equipos “fijos” de movilidad y de elevación				
Grúa portico de muelle	Diesel/Electricidad	X (M)	X (M)	Hidrógeno (D)
Grúa movil	Diesel/Electricidad	X (M)	X (M)	Hidrógeno (D)
Grúas RTGs	Diesel/Electricidad	X (M)	X (M)	Hidrógeno (D)

Hacia la descarbonización de entornos portuarios

🔹 Portfolio de soluciones para el suministro de energía de bajas emisiones

TECNOLOGÍA	CASOS DE ÉXITO	ADOPCIÓN EN PUERTOS MEDITERRANEOS
Paneles solar (onshore, offshore)	- Puerto de Amsterdam 11GWh/año  - Puerto de Vigo 125kWp, 62,3 MWh/año - ... - Puerto de Rotterdam 750MWh/año  - Puerto de Hamburgo 500MWh/año 100MW paneles flotantes	✓
Colectores solares	Puerto de Gijón Instalación solar térmica- 6 colectores, 48kWth para ACS	✓

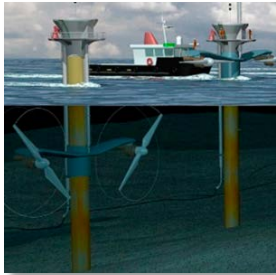
Hacia la descarbonización de entornos portuarios

💧 Portfolio de soluciones para el suministro de energía de bajas emisiones

TECNOLOGÍA	CASOS DE ÉXITO	ADOPCIÓN EN PUERTOS MEDITERRANEOS
Aerogeneradores on-shore	- Puerto de Bilbao 5 turbinas 10MW – 17GWh/año (11 millones €) - Puerto de Rotterdam 200MW - ... 	✓
Aerogeneradores off-shore	Puerto de Oostende Turbina de 100kW, 260MWh/año 	✓ (Implica altos costes de Mantenimiento, instalación y operación, dificultad en áreas con alta densidad de tráfico marítimo)

Hacia la descarbonización de entornos portuarios

🔹 Portfolio de soluciones para el suministro de energía de bajas emisiones

TECNOLOGÍA	CASOS DE ÉXITO	ADOPCIÓN EN PUERTOS MEDITERRANEOS
Energía mareomotriz	Puerto de Dover Pro-Tide project Piloto, 2017 	Tecnologías todavía en desarrollo. El potencial de la costa mediterránea es mucho menor que la costa atlántica
Generador undimotriz	Puerto de Naples. OBREC system 12,6 MWh/año Puerto de Civitavecchia. ENEPLAN Project, 2017 Port of Heraklion. BMWi-Funded Project, 2018 Puertos de Leixões y las Palmas. SEAPORTS Project, 2019	

Hacia la descarbonización de entornos portuarios

💧 Portfolio de soluciones para el suministro de energía de bajas emisiones

TECNOLOGÍA	CASOS DE ÉXITO	ADOPCIÓN EN PUERTOS MEDITERRANEOS
Electrolizador + Pila de combustible	Puerto de Valencia: H2Ports Project Uso de pila de combustible para: - Apilador telescópico - Cabeza tractora para terminal Hydroports: Hydrogen cluster (Groningen Seaports, Puerto de Amsterdam, y Puerto de Den Helder) Puerto de Rotterdam. Proyectada la mayor planta de generación de hidrógeno verde (200MW alimentada parque eólico de 759MW)	Sí, independientemente de su localización

Hacia la descarbonización de entornos portuarios

Portfolio de soluciones para el suministro de energía de bajas emisiones

	Capacity Factor			Levelized Cost of Energy (€/MWh)			TRL	Carbon Footprint (tCO2/MWh)
	2020	2025	2030	2020	2025	2030		
PHOTOVOLTAIC	0,18	0,30	-	58,5	28,2	24,0	9	0,045
ON SHORE WIND	0,36	0,40	0,43	45,6	29,3	29,0	9	0,012
GEOTHERMAL	0,79	0,91	0,93	62,8	36,4	35,3	9	0,027
BIOMASS / BIOFUEL	0,70	0,70	0,70	56,8	56,8	56,8	9	0,045
HYDROGEN	0,95	0,95	0,95	88,6	74,4	60,2	9	0,071
OFF SHORE WIND	0,44	0,45	0,47	100,0	90,0	50,0	9	0,009
TIDAL ENERGY	0,33	0,38	0,40	344,0	154,8	86,0	8	0,011
WAVE ENERGY	0,25	0,30	-	481,6	172,0	154,8	8	0,032

(*) Datos de 2020

Hacia la descarbonización de entornos portuarios

💧 Portfolio de soluciones para el suministro de energía de bajas emisiones

TECNOLOGÍA	CASOS DE ÉXITO	ADOPCIÓN EN PUERTOS MEDITERRANEOS
Baterías	Portsmouth International Port: Port Energy Systems Optimization (PESO) decarbonization Project. Baterías ion-litio, y plomo acido. Capaz de suministrar 100 KW (cuatro vehículos cargándose al mismo tiempo) Puerto de Ámsterdam: Batería de 630 KWh para suministro de buques en atraque (OPS and cold-ironing), lo que equivale a 12 horas de suministro en tierra 	No depende de la localización

Hacia la descarbonización de entornos portuarios



Portfolio de tecnologías transversales

La Digitalización promueve la creación de **nuevos modelos de negocio**, permite que la **industria sea más productiva**, brindan a los trabajadores **nuevas habilidades** y **apoyan la descarbonización** de nuestra economía.

- Soluciones para planificar y optimizar las operaciones y procesos portuarios
- Sistemas de Monitorización y Gestión Energética
- Tecnologías complementarias que mejoran la eficiencia de los servicios portuarios

Hacia la descarbonización de entornos portuarios

💧 Portfolio de tecnologías transversales

La Digitalización promueve la creación de **nuevos modelos de negocio**, permite que la **industria sea más productiva**, brindan a los trabajadores **nuevas habilidades** y **apoyan la descarbonización** de nuestra economía.

0 Soluciones para planificar y optimizar las operaciones y procesos portuarios

- Predicción y optimización de la entrada y salida de buques de puerto
- Optimización de los procesos de carga y descarga
- Optimización de rutas terrestres
- ...



- ✓ Reducción de tiempos de espera
- ✓ Mejora de la movilidad en el puerto y reducción de cuellos de botella
- ✓ **Disminución de las emisiones de dióxido de carbono**



Operativas de una terminal marítima de contenedores. Fuente: j. Muñuzuri, C. A. Cortés, P. Cortés "Operativa de transferencia y programación de grúas en la terminal de contenedores del Puerto de Sevilla"

Hacia la descarbonización de entornos portuarios

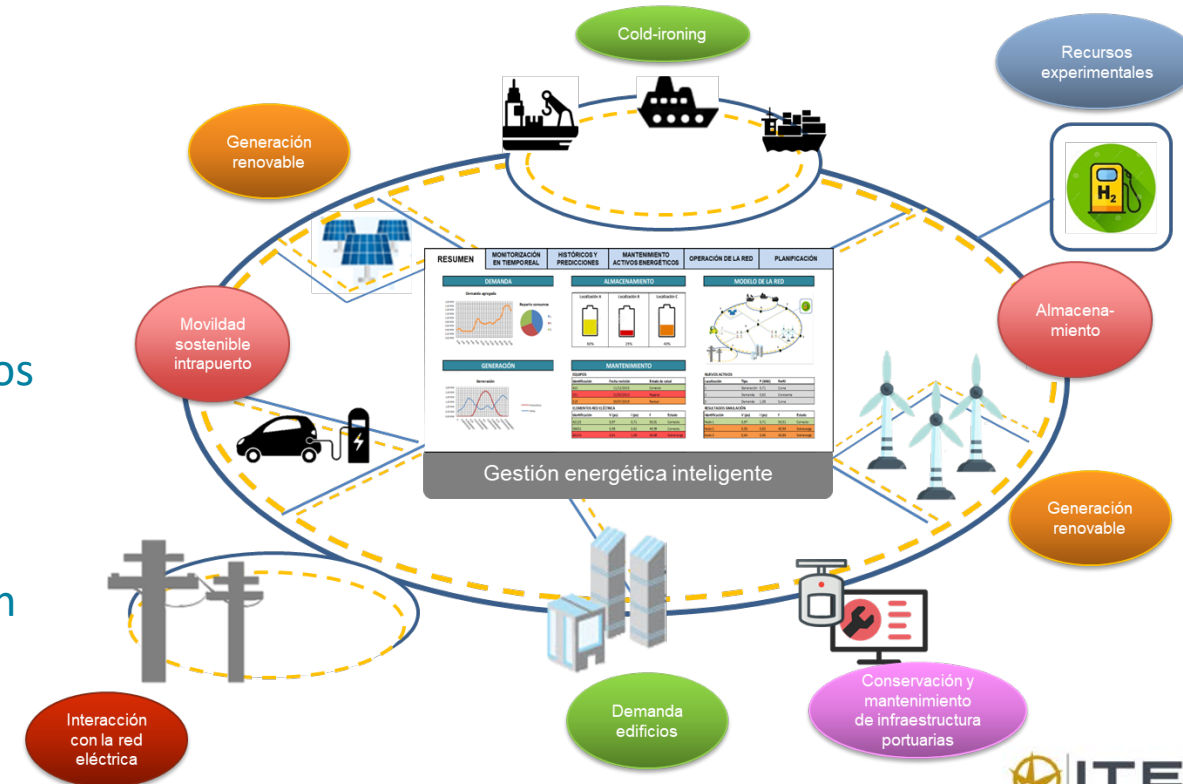
💧 Portfolio de tecnologías transversales

La Digitalización promueve la creación de **nuevos modelos de negocio**, permite que la **industria sea más productiva**, brindan a los trabajadores **nuevas habilidades** y **apoyan la descarbonización** de nuestra economía.

0 Sistemas de Monitorización y Gestión Energética

- Cálculo de KPI relevantes (control de emisiones, detección de picos de demanda, desvíos)
- Optimización de la operación de los recursos energéticos (estrategias de peak shaving, de arbitraje de energía, maximización del uso de generación renovable)
- Monitorización de la operación de la red de distribución
- Optimizar el **intercambio de energía**

➡ Comunidad energética



Hacia la descarbonización de entornos portuarios



Portfolio de tecnologías transversales

La Digitalización promueve la creación de **nuevos modelos de negocio**, permite que la **industria sea más productiva**, brindan a los trabajadores **nuevas habilidades** y **apoyan la descarbonización** de nuestra economía.

○ Tecnologías complementarias que mejoran la eficiencia de los servicios portuarios

○ Automatización de la maquinaria de los puertos

○ Adaptación a sistemas LED, con regulación en función del nivel de actividad, de los viales públicos y edificios



La iluminación consume del 3-5% de la energía en entornos portuarios

○ Mejora del aislamiento de los edificios y optimizar el área de los contenedores de refrigerado

○ Uso de tecnologías como los sistemas start-stop



Pueden reducir hasta en un 10-15% el uso de combustibles

Hacia la descarbonización de entornos portuarios

2

Análisis y priorización de actuaciones: Cálculo de KPIs

ELECTRIFICACIÓN DE LA DEMANDA

- Huella de carbono (tCO₂eq)
- Coste incremental (%)
- Madurez tecnológica (TRL)
- Grado de complejidad (1-3)
- ¿Capacidad para operar durante 8 horas?

TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN

- Huella de carbono (tCO₂eq)
- Madurez tecnológica (TRL)
- Factor de capacidad
- LCOE (€/MWh)

ALMACENAMIENTO

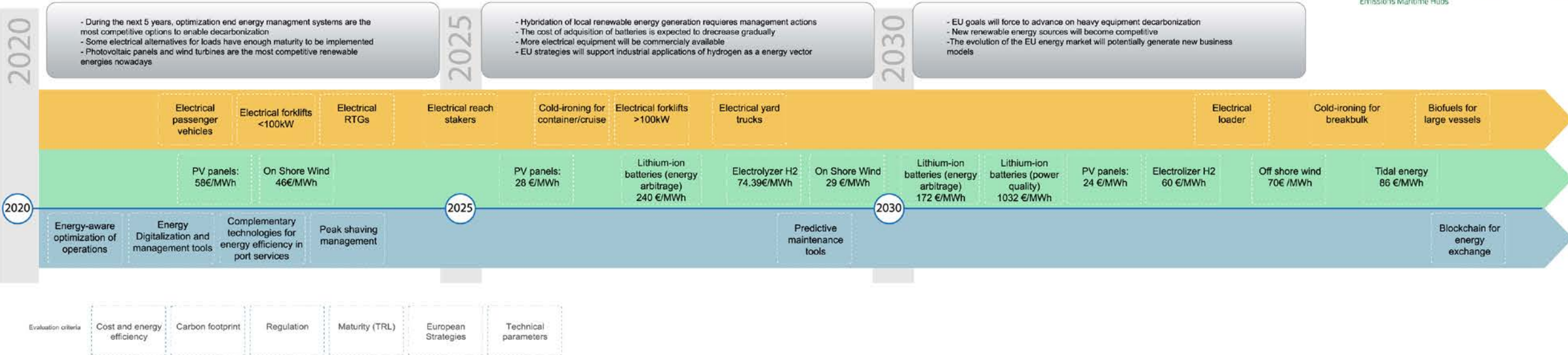
- Madurez tecnológica (TRL)
- Factor de capacidad
- LCOS (€/MWh)
- Eficiencia (%)

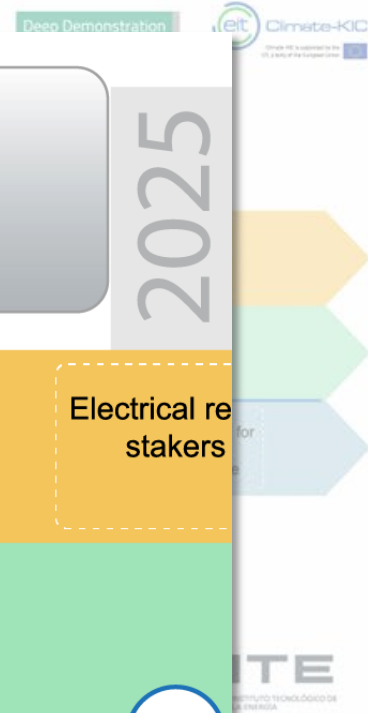
Otros factores: convocatorias de apoyo a la inversión, estrategias nacionales y europeas....

Conclusiones- Hoja de Ruta

Multi-level of change timeline for energy transition in the maritime sector

Deep Demonstration
Resilient Net-Zero-
Emissions Maritime Hubs

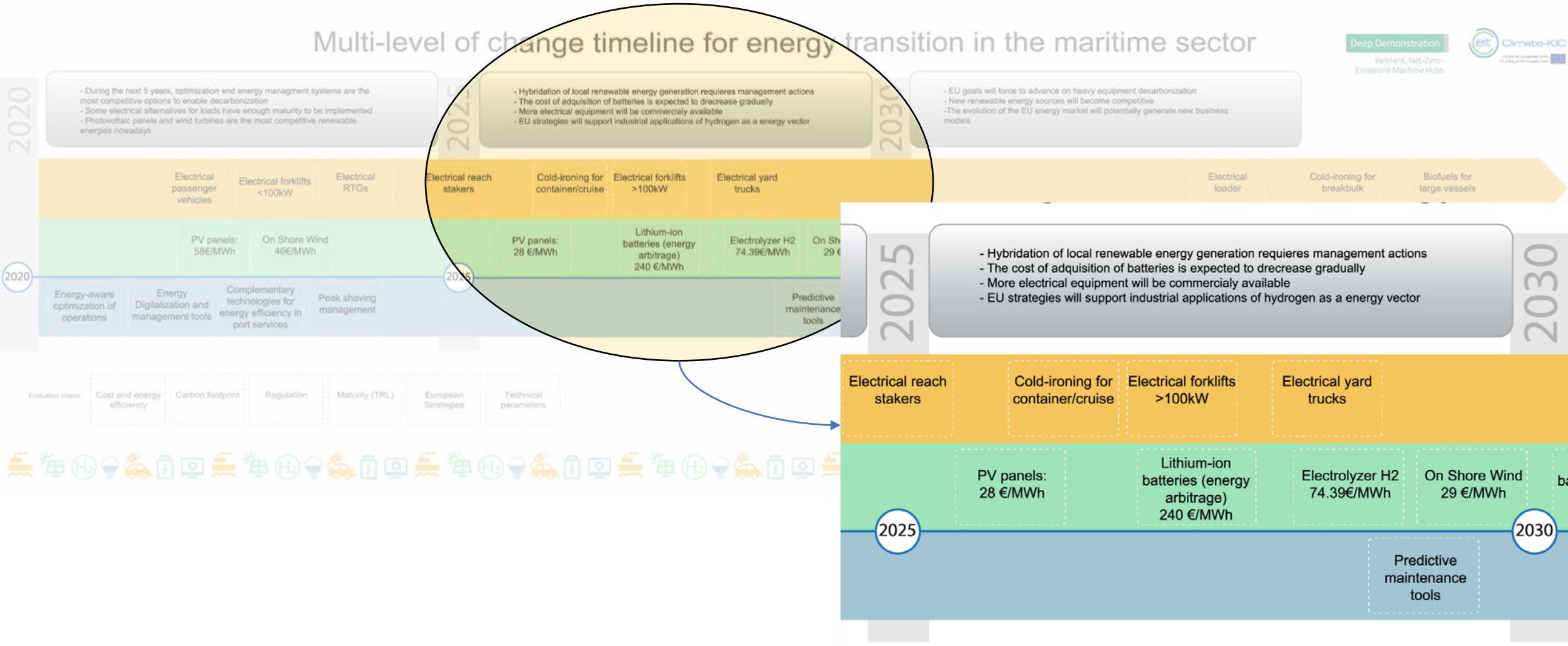




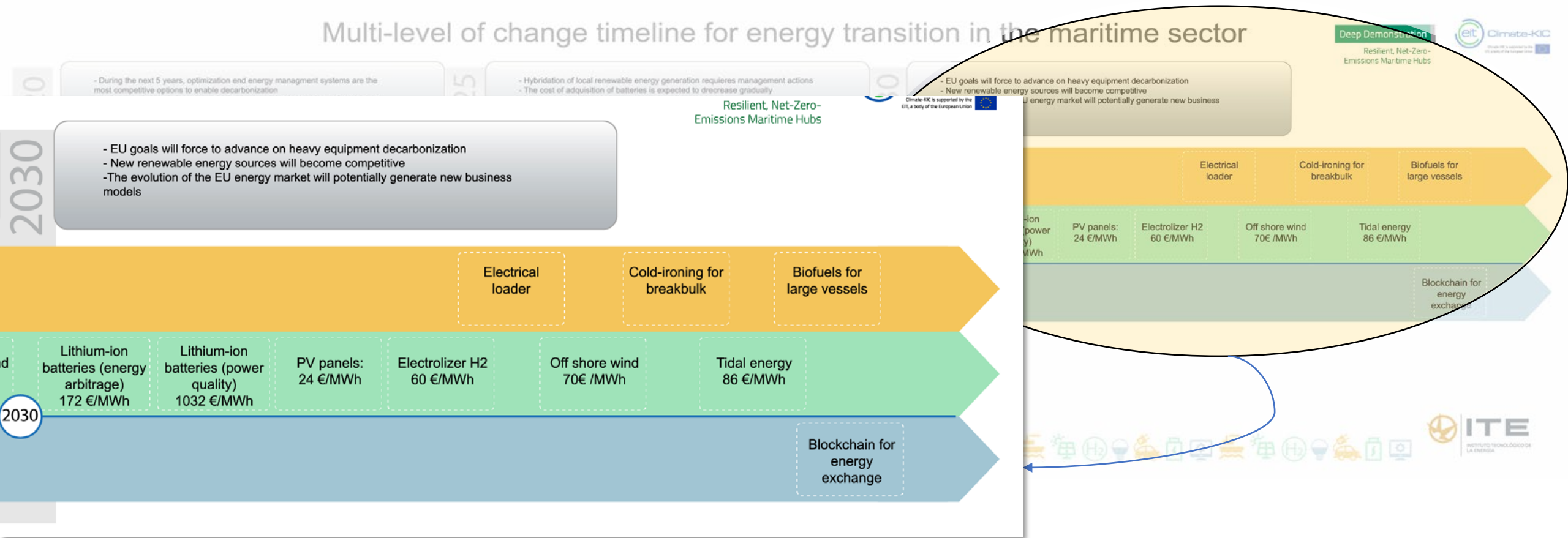
Conclusiones- Hoja de Ruta

Multi-level of change timeline for energy transition in the maritime sector

Deep Demonstration
Resilient, Net-Zero-
Emissions Maritime Hubs



Conclusiones- Hoja de Ruta



Empresas participantes:

