



EXCELENCIA • INNOVACIÓN • COMPROMISO

CEPAL - Estudio de Prefactibilidad de H2 verde en puerto de Montevideo

Setiembre - 2026

Objetivo de la consultoría

- **Fase 1: Relevamiento y Análisis**

- **Dimensión técnica:** Evaluación del estado del arte en tecnologías de propulsión de equipos portuarios cero emisiones (eléctricos enchufables, eléctricos a batería y H2) y su infraestructura necesaria.

- **Dimensión económica y financiera:**

- Estimación de CAPEX, OPEX y Costo Total de Propiedad (TCO)
- Análisis de modelos de financiamiento
- Evaluación de la viabilidad de inversión bajo distintos horizontes temporales.

- **Dimensión ambiental y normativas asociadas**

- **Consideraciones sociales**

- **Fase 2: Consulta a Actores Claves**

Marco del proyecto

CEPAL
GEF PNUMA
MIEM ANP



Ministerio
de Industria,
Energía y Minería

Dirección Nacional
de Energía

Montevideo, 13 de julio de 2026

Estimados/as,

Nos dirigimos a ustedes para informarles que el Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM) y la Administración Nacional de Puertos se encuentran impulsando el desarrollo del Estudio de Prefactibilidad para la Descarbonización de las Operaciones del Puerto de Montevideo, una iniciativa que será ejecutada por CSI Ingeniería y gestionada por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

El objetivo del estudio es analizar alternativas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a las operaciones portuarias, identificando oportunidades para sustituir equipos que actualmente utilizan combustibles fósiles por tecnologías limpias, tales como equipos eléctricos o impulsados por hidrógeno verde, cuando ello resulte técnica y económicamente viable.

En el marco de este trabajo, el equipo consultor de CSI Ingeniería se pondrá en contacto con los distintos operadores portuarios para solicitar información sobre los equipos utilizados en sus operaciones, sus características técnicas, condiciones de operación y otros antecedentes necesarios para realizar el relevamiento y evaluar el potencial de sustitución tecnológica.

Agradecemos desde ya la colaboración que puedan brindar durante este proceso. Entendemos que este estudio representa una valiosa oportunidad para generar información técnica que permita identificar alternativas de descarbonización adaptadas a la realidad del Puerto de Montevideo, constituyendo un insumo de utilidad tanto para los operadores como para las instituciones públicas involucradas.

Asimismo, los resultados obtenidos podrán servir como base para explorar, en una etapa posterior, mecanismos de cooperación técnica y de financiamiento que faciliten la implementación de aquellas medidas de sustitución tecnológica que resulten técnicas, económicas y ambientalmente viables.

Por este motivo, solicitamos muy especialmente su apoyo y disposición para colaborar con el equipo consultor, proporcionando la información requerida en la medida de sus posibilidades.

Agradecemos de antemano su colaboración y quedamos a disposición ante cualquier consulta.

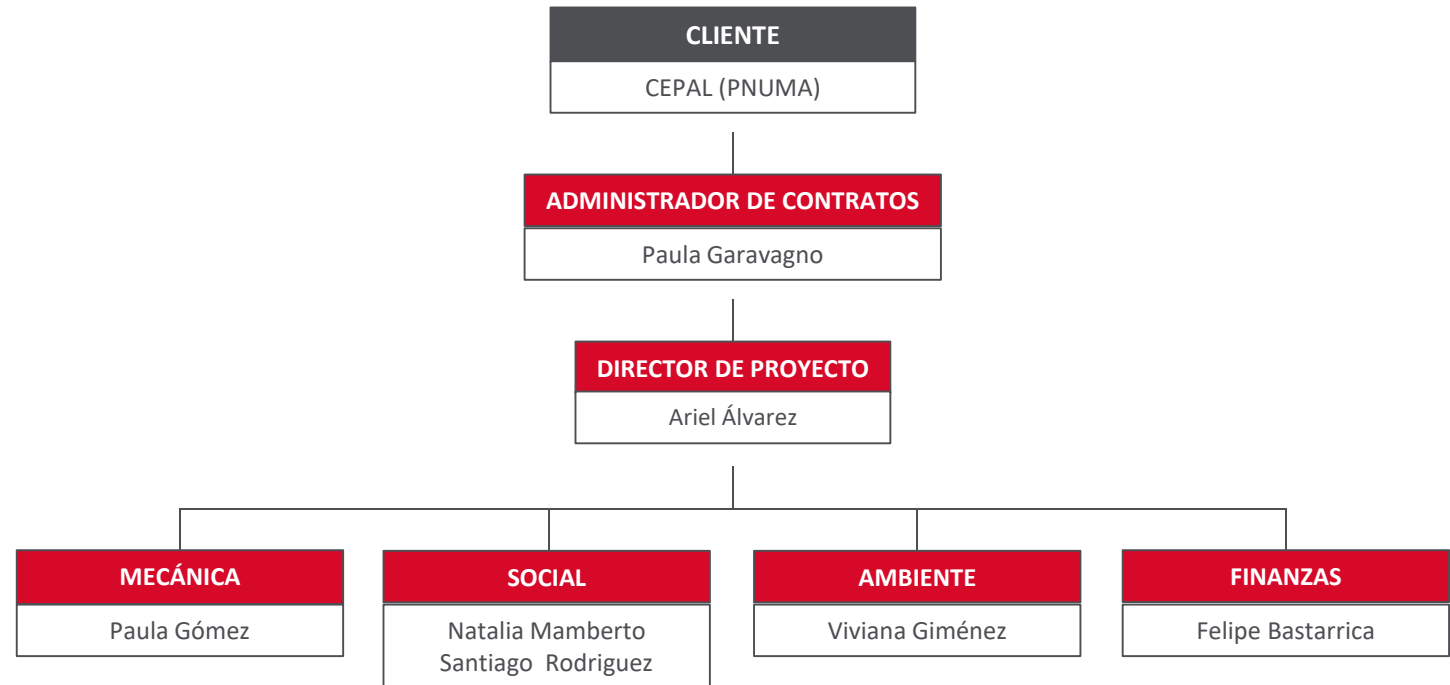
Atentamente,

Arianna Spinelli

Directora Nacional de Energía

Ministerio de Industria, Energía y Minería - Dirección Nacional de Energía
secretaria.dne@miem.gub.uy
Tel (+598) 2840 1234 Internos 8851 y 8828
Rincón 719, entrepiso
Montevideo, Uruguay

Organigrama



Cronograma

CRONOGRAMA – CONSULTORÍA H2V PUERTO DE MONTEVIDEO																	
Kick-off: 16/06/2026 Duración: 16 semanas Cierre estimado: 05/10/2026																	
Actividad / Fase	Entregable / Pago	S1 16/06	S2 23/06	S3 30/06	S4 07/07	S5 14/07	S6 21/07	S7 28/07	S8 04/08	S9 11/08	S10 18/08	S11 25/08	S12 01/09	S13 08/09	S14 15/09	S15 22/09	S16 29/09
KICK-OFF	Reunión de inicio																
Fase 1 – Diagnóstico técnico-económico, ambiental y social Línea de base, marco regulatorio, CAPEX/OPEX/TCO, escenarios tecnológicos, análisis de sensibilidad	Informe preliminar																
Fase 2 – Consultas con actores clave Mapeo de stakeholders, 2 talleres, sistematización de aportes	Minutas de reuniones																
Fase 3 – Consolidación del reporte final Eval. ambiental y social, modelo de negocio, gobernanza, estrategia de salida	Reporte final																

Relevamiento de Equipos portuarios

Formulario de relevamiento de equipos portuarios

Empresa:													
Actividad en puerto:													
Tipo de Equipo	Aspectos técnicos						Consumo basado en km (distancia)			Factor de uso		Consumo real por día o por semana (especificar) L/unidad de tiempo	Precio de compra a nuevo
	Especificacion	Vida útil	Combustible	Cantidad	Potencia nominal	Factor de carga	km/día	km/mensuales	Rendimiento (l/km)	horas/día	Actividad (horas/mensuales)		
Clasificación tecnológica	Marca, modelo, año, tipo de motor	Vida útil remanente estimada de los equipos	Tipo de combustible (diésel, gasoil, gasolina, GLP, electricidad)	Flota de equipos por tipo	kW o HP	Demanda real del motor							
Camión de patio portuario (Yard Truck)													
Apilador de alcance (ReachStacker)													
Omnibus (CUTCSA)													
Montacarga (Forklift)													
Carretilla pórtico (Straddle carrier)													
Manipulador de contenedores (container handler)													
Otro/s													

Selección de equipos a ser Analizados

Camión de patio portuario

Apilador de alcance (Reach stacker)

Grúa pórtico con neumáticos de goma (RTG)

Montacarga (Forklift)

Carretilla pórtico (Straddle Carrier)

Manipulador de contenedores (Container handler)

Ómnibus

Remolcador



Nota: A partir de las respuestas obtenidas con la ANP/MIEM se validan los tipos de equipos a ser analizados para su sustitución por eléctricos. A estos se agregaron para su análisis los GMS (Manipulador de graneles minerales semi-mecanizado)

Análisis ambiental

Objetivo

Evaluar comparativamente el desempeño ambiental y los condicionantes regulatorios de alternativas para desfosilizar equipos y operaciones del Puerto de Montevideo.

Alcance

- Caracterización de la línea de base de equipos, consumos y emisiones.
- Cuantificación de **GEI con enfoque WTW** y contaminantes atmosféricos locales **TTW**.
- Evaluación de alternativas:
 - electrificación directa;
 - equipos eléctricos a batería — BEV;
 - hidrógeno, mediante celda de combustible o combustión;
 - diferentes alternativas de suministro energético.
- Identificación de beneficios, impactos y riesgos ambientales.
- Análisis del marco normativo y de las rutas preliminares de autorización.
- Definición de indicadores para comparar escenarios y orientar etapas posteriores.

Factores ambientales regulados

ORDENAMIENTO TERRITORIAL — Ley 18.308

CALIDAD DEL AIRE — Dec. 135/021

AGUA Y EFLUENTES — Código de Aguas; Dec. 226/025

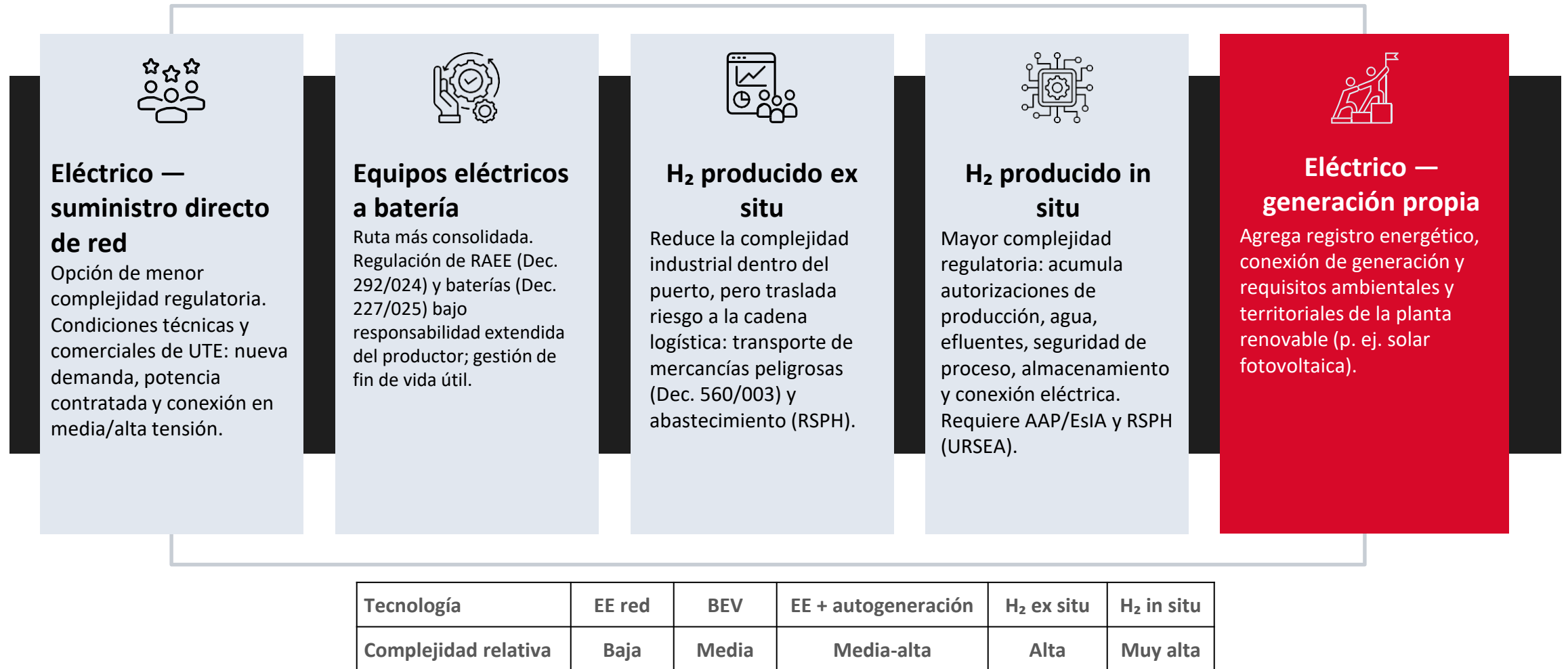


GESTIÓN DE RESIDUOS — Ley 19.829; Dec.182/013; Dec.292/024(RAEE), otros

**MARCO PORTUARIO — Ley 16.246; ANP
NORMATIVA DEPARTAMENTAL**

RUIDO Y VIBRACIONES — Ley 17.852; GESTA Ruido

Matriz de permisos por escenario tecnológico



Implicancias Ambientales

01	Electrificación directa	• Máxima eficiencia energética; • Muy bajas emisiones WTW con la matriz eléctrica uruguaya; • Menor complejidad regulatoria relativa.
02	BEV	• Elimina emisiones locales de combustión; • Requiere compatibilizar autonomía, ciclos de trabajo y ventanas de carga; • Gestión de baterías usadas (pasivo ambiental)
03	Hidrógeno	• Interés para equipos de alta utilización, autonomía o múltiples turnos; • Mayor infraestructura y complejidad regulatoria; • Viabilidad de producción/suministro • Estudios de seguridad y localización.

Componente social: qué estamos analizando y para qué?

La descarbonización portuaria como una transformación tecnológica, institucional y social

Preguntas generales

¿Qué cambios sociales puede generar la transición?

¿Qué capacidades, instituciones y mecanismos de gobernanza se necesitan?

¿Cómo anticipar riesgos y ampliar oportunidades?

Ejes de análisis:

1

Transición justa

2

Desarrollo de capacidades

3

Participación y gobernanza

4

Género e inclusión

5

Salud, seguridad y bienestar

6

Monitoreo y evaluación social

“La transición energética y ambiental de los puertos requiere no solo innovación tecnológica, sino también cambios organizacionales, participación y nuevas formas de gobernanza”.

Componente social: Principales acciones desarrolladas

1. Construcción del marco analítico

- Adaptación de marcos internacionales al contexto portuario.
- Definición de 6 ejes estratégicos para ordenar el análisis y orientar el diseño del piloto.
- Identificación de instrumentos: transición justa, capacidades, participación, género, seguridad y KPIs sociales.

6

ejes de análisis

2. Revisión de experiencias

- Casos internacionales: Rotterdam, Los Ángeles, Valencia y Shanghái.
- Revisión de la experiencia uruguaya de transición energética y tecnológica.
- Identificación de aprendizajes, brechas y prácticas potencialmente transferibles.

4

puertos internacionales analizados

23

operadores invitados a la encuesta

3. Consulta a actores

- Encuesta a operadores portuarios.
- Entrevistas a actores públicos, privados, académicos e internacionales.
- Avance del mapa de actores y de las dinámicas de gobernanza.

6

empresas respondieron hasta el momento

9

actores clave entrevistados

Hallazgos preliminares: una base común sobre la cual construir

Capacidades y empleo

- Existe una base de capacitación y gestión sobre la cual construir.
- Se requiere anticipar los cambios en ocupaciones, perfiles y competencias.
- Prioridad: mapa ocupacional y plan de desarrollo de capacidades.

Seguridad, género y sostenibilidad

- Hay protocolos existentes, pero deberán adaptarse a nuevos riesgos tecnológicos.
- La fuerza laboral relevada presenta una fuerte masculinización y segregación ocupacional.
- La sostenibilidad empresarial y el monitoreo social muestran distinto grado de desarrollo.

Gobernanza y apropiación

- Hay disposición a participar en nuevas instancias de consulta, capacitación y diálogo.
- La transición necesita mayor información, comunicación y apropiación transversal.
- La articulación multiactor emerge como una condición de implementación.

“Es necesario trabajar para que la transformación no sea solo importación de tecnología sino desarrollo de capacidades”

“Debemos aprovechar estos cambios como oportunidades para mayor inclusión”

“Ser ágiles para hacerse de oportunidades”
“Poner a todos los actores relevantes alrededor de la mesa”

Fase 2

Consultas con Actores Clave

Presentación de primeros resultados

Sistematización de aportes y ajuste del análisis



¡MUCHAS GRACIAS!

Soriano 1180
11100 Montevideo

Tel.: +598 2902 1066

csi@csi-ing.com

www.csiglobal.com

EXCELENCIA

INNOVACIÓN

COMPROMISO