



TRESCA

ENGINEERING SOLUTIONS



KAPSARC
مركز الملك عبدالعزيز للدراسات والبحوث البترولية
King Abdullah Petroleum Studies and Research Center

PRESENTA SU INFORME

EL COSTE DE LA PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO VERDE EN ARABIA SAUDÍ Y ALEMANIA: UN ENFOQUE BASADO EN MODELOS



Descarga el informe completo



Desliza para saber más

1. OBJETIVO Y CONTEXTO

La transición energética global hacia emisiones netas cero ha intensificado el interés en el hidrógeno verde, especialmente en sectores de difícil descarbonización como acero y cemento. Este estudio, elaborado por KAPSARC, evalúa la **competitividad del H₂ verde producido en Arabia Saudita y Alemania** usando un modelo de optimización energética en PLEXOS

"EL MODELO OPTIMIZA LA COMBINACIÓN TECNOLÓGICA DE ELECTRÓLISIS, EL MIX DE ENERGÍA RENOVABLE Y LAS INVERSIONES NECESARIAS PARA PRODUCIR 600 TONELADAS DIARIAS DE H₂ EN 2030"

2. METODOLOGÍA

Se utilizaron **perfiles horarios de generación de energía renovable** y se modelaron **3 tecnologías de electrólisis**: alcalina, PEM y de óxido sólido. Se analizaron **8 escenarios por país**, variando eficiencia de electrólisis, perfil de recursos renovables y niveles mínimos operativos.

Suposición sobre energía fotovoltaica, eólica, termosolar y baterías

Parámetro	Tecnología				
	FV	Eólica	CSP	Batería de 1 hora	Batería de 4 horas
CAPEX en 2030 (\$/kW)	555	992	3,159	340	1,360
Cargo por O&M (\$/Kw/año)	10	40	30	20	80
WACC (%)	5	5	5	5	5
Vida económica(año)	25	25	25	10	10
Tasa de interrupciones forzadas (%)	15	50	15	-	-

"LA MODELACIÓN INCLUYÓ TANTO COSTOS DE CAPITAL, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO, COMO ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL COSTO DE CAPITAL"

3. SUPOSICIONES CLAVE

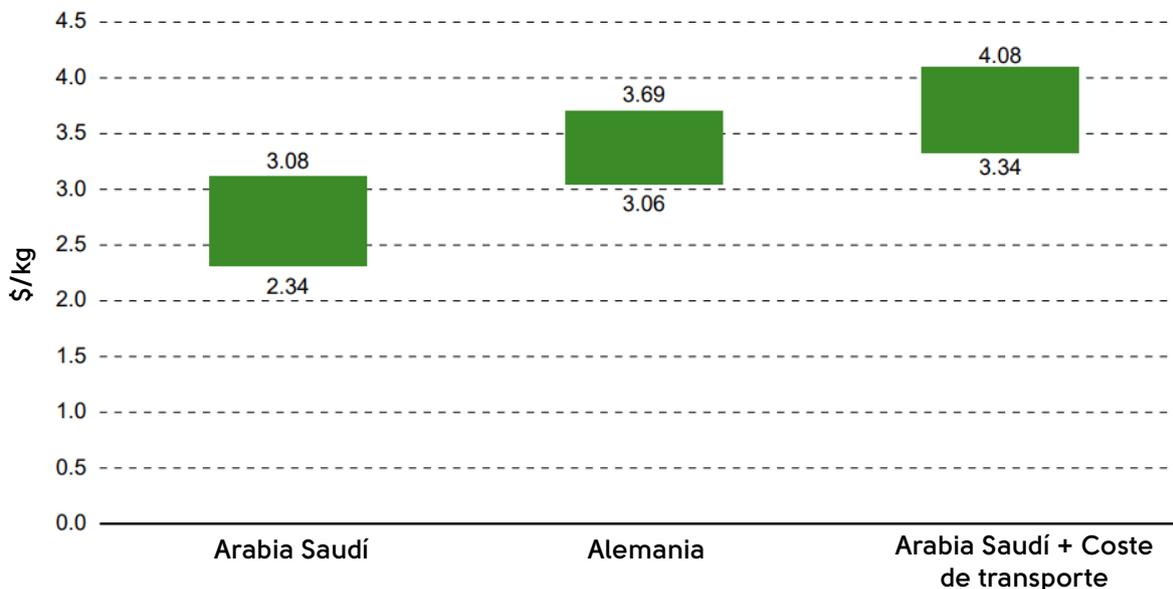
- **CAPEX proyectado para 2030:** \$700/kW (alcalino), \$1,450/kW (PEM), \$3,000/kW (SOEC)
- **Consumo de agua:** 9 litros por kg de H₂
- **Tamaño máximo por unidad:** 10 MW (alcalino), 20 MW (PEM), 4 MW (SOEC)

- **Eficiencias:** 65%-75% (alcalino), 80%-85% (PEM), 84%-90% (SOEC)
- **Nivel mínimo de operación (MSL):** 12%-15% (alcalino y SOEC), 8%-10% (PEM)

4. PRINCIPALES RESULTADOS

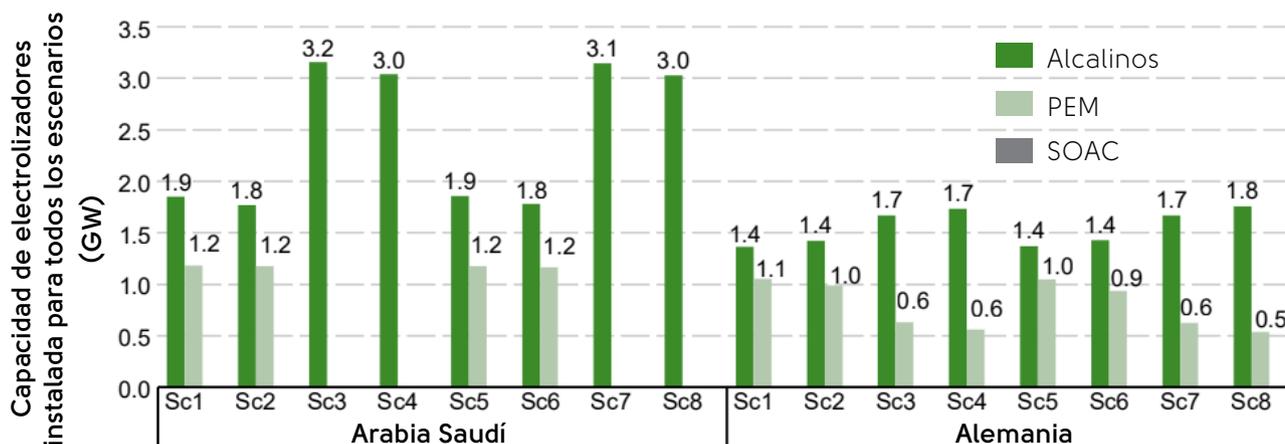
- **Inversión Total:** Las inversiones en Arabia Saudita fueron en promedio un 25% menores que en Alemania (\$6.2–8.16 mil millones vs. \$8.11–9.79 mil millones), debido principalmente a la abundancia y bajo costo de la energía solar
- **Costo Nivelado del Hidrógeno (LCOH):** En Arabia Saudita varía entre \$2.34 y \$3.08/kg, mientras que en Alemania está entre \$3.06 y \$3.69/kg. Incluso incluyendo \$1/kg por transporte en forma de amoníaco, el H₂ saudí sigue siendo competitivo

El costo nivelado del hidrógeno (\$/kg) en Arabia Saudita, Alemania y el costo del transporte desde Arabia Saudita a Alemania



- **Tecnología de Electrólisis:** Aunque SOEC tiene mayor eficiencia, el modelo favorece electrólisis alcalina por su menor CAPEX

La capacidad instalada de electrolizadores en Arabia Saudita y Alemania



- **Almacenamiento de Energía:** No se construyen baterías; el modelo prefiere desechar (curtail) el exceso de energía
- **Sensibilidad al WACC:** Con una diferencia de 2 puntos porcentuales a favor de Arabia Saudita en la tasa de descuento, el país es competitivo en todos los escenarios frente a Alemania
- **Impacto de la eficiencia:** Mejoras en eficiencia de electrólisis reducen el LCOH en hasta \$0.60/kg en Arabia Saudita y \$0.40/kg en Alemania

5. CONCLUSIONES

Arabia Saudí puede posicionarse como un **productor competitivo** de H₂ verde **para exportación**, incluso compitiendo con la producción local alemana. Su ventaja radica en costos bajos de generación solar, tecnologías de electrólisis más económicas (aunque menos eficientes) y mejores condiciones de financiamiento