

¿Por qué H₂ Verde en Uruguay?

Oportunidades de Inversión
La Visión de un desarrollador privado

Acad. Ing. Oscar Ferreño

Situación actual de los mercados energéticos



- Hay evidencia científica que indica que hay que eliminar emisiones de CO₂.
- A nivel global, el mercado eléctrico es el responsable del 50% de las emisiones.
- El otro 50 % se reparte entre el transporte y la industria.
- Para descarbonizar el sistema eléctrico recurrimos a las ERNC donde la eólica y a la solar fotovoltaica se destacaron por su potencial y por sus costos competitivos.
- Ambas no son gestionables, por lo que requieren almacenamiento.
- Uruguay tuvo una experiencia muy exitosa en la eliminación de los fósiles en su matriz eléctrica porque utilizó las represas como baterías.
- Los embalses de Uruguay almacenan el equivalente a 45 días de demanda.

Situación actual de los mercados energéticos



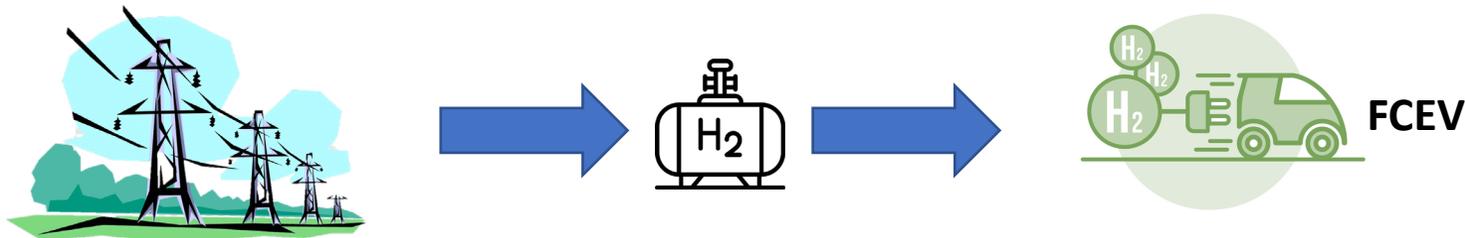
- Para continuar con la descarbonización en el caso de Uruguay habría que pensar en sustituir las importaciones de petróleo que alcanzan aproximadamente a 2:500.000 toneladas/año.
- En terminos energéticos esto equivale a unos 30.000 GWh/año para lo que sería necesario quintuplicar la actual potencia instalada de renovables.
- Esto es 2.500 GWh/mes u 83 GWh/día.
- Esta energía equivale a la producción de 8.000 MW eólicos, 16.000 MW FV o una combinación de ambas tecnologías.

¿Cómo electrificar el resto de la matriz energética?

- Hay una discusión sobre cómo lograr la electrificación, si usando baterías o usando hidrógeno.
- En principio pasar de energía eléctrica a almacenamiento en baterías y luego a fuerza motriz tiene una eficiencia del orden del 80%.



- Pasar de energía eléctrica a H₂ y luego a fuerza motriz, tiene una eficiencia del 40%.



¿Cómo electrificar el resto de la matriz energética?

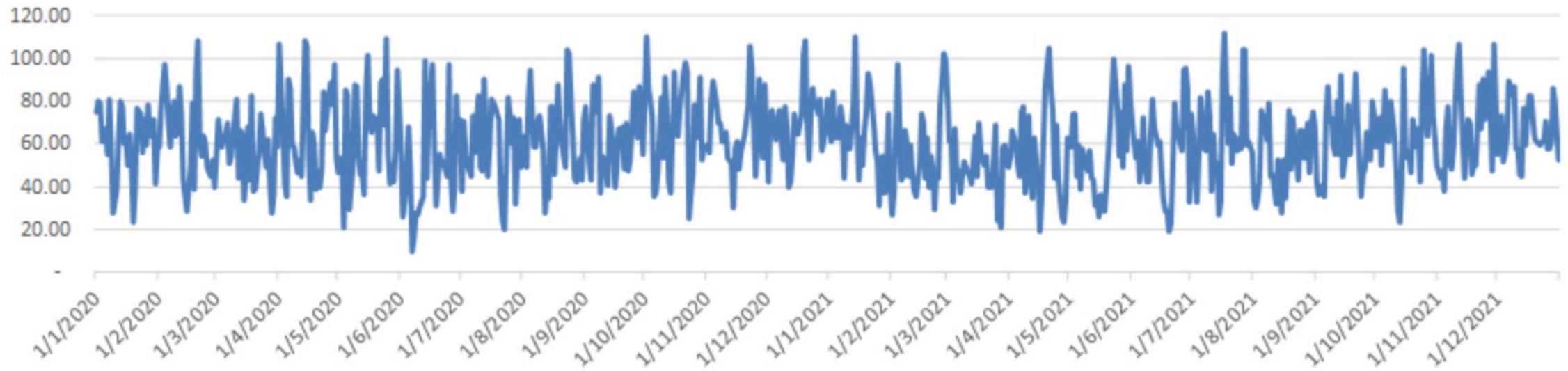
- Pero esto es cierto si partimos de la energía eléctrica, pero que ocurre en el caso de Uruguay si partimos de la eólica y la solar fotovoltaica.
- Ambas se complementan muy bien. La eólica produce más de noche que de día y más en invierno que en verano, mientras que la solar tiene su mayor producción en los días de verano donde hay una mayor cantidad de horas diurnas.



Factor de capacidad diario conjunto de Eólica y FV para los años 2020 y 2021

1 día

Factor de Utilización: FV + Eo _ 1 día

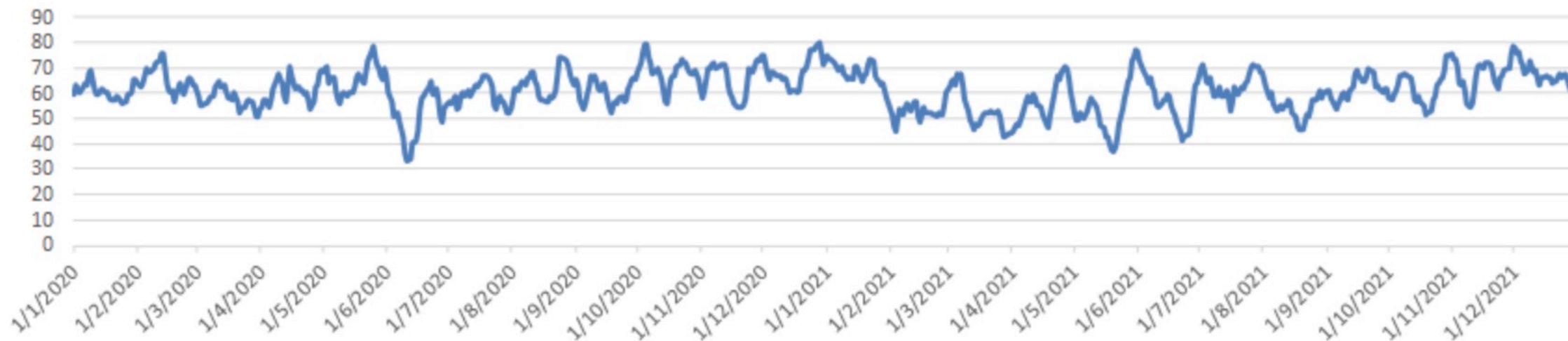


| | |
|---------------|-------|
| Maximo | 112 |
| Mínimo | 10 |
| Promedio | 61 |
| Desv.estándar | 19.17 |

Factor de capacidad en 10 días conjunto de Eólica y FV para los años 2020 y 2021

10 días

Factor de Utilización: FV + Eo _ 10 días

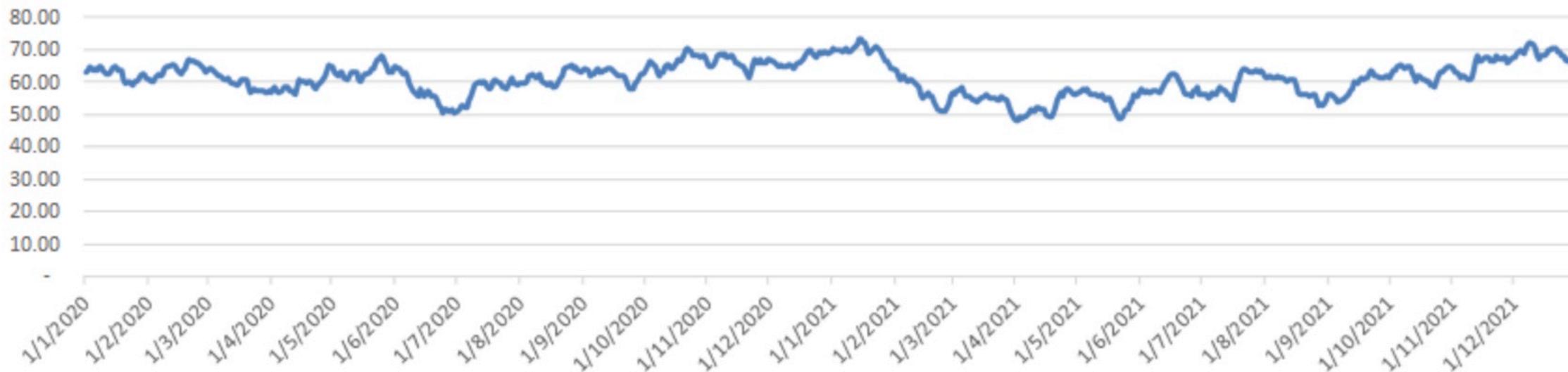


| | |
|---------------|------|
| Maximo | 80 |
| Mínimo | 33 |
| Promedio | 61 |
| Desv.estándar | 7.99 |

Factor de capacidad en 30 días conjunto de Eólica y FV para los años 2020 y 2021

30 días

Factor de Utilización: FV + Eo _ 30 días

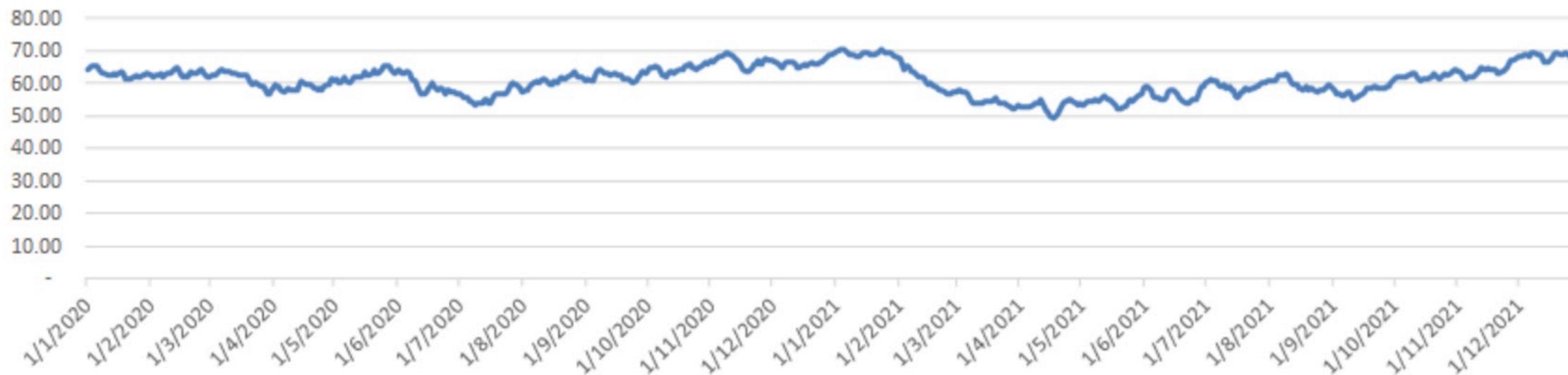


| | |
|---------------|------|
| Maximo | 73 |
| Mínimo | 48 |
| Promedio | 61 |
| Desv.estándar | 5.20 |

Factor de capacidad en 45 días conjunto de Eólica y FV para los años 2020 y 2021.

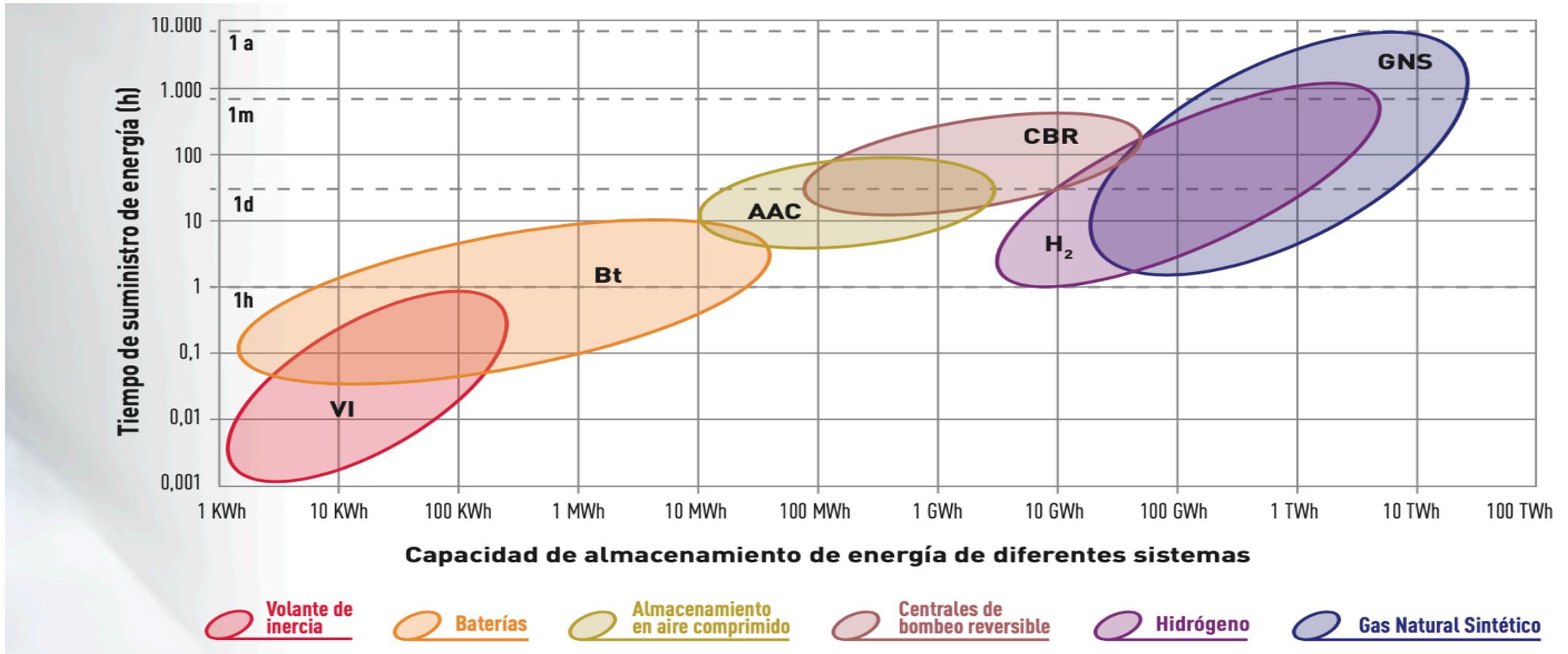
45 días

Factor de Utilización: FV + Eo _ 45 días



| | |
|---------------|------|
| Maximo | 71 |
| Mínimo | 49 |
| Promedio | 61 |
| Desv.estándar | 4.57 |

Tipos de almacenamiento de energía



Un almacenamiento de 10 días requiere una capacidad de 800 GWh, por lo que debemos recurrir necesariamente al H₂ o Gas Natural Sintético obtenido del H₂

¿Cómo electrificar el resto de la matriz energética?

- El hidrógeno puede desempeñar un papel fundamental, al permitirnos almacenar de manera útil el exceso de generación renovable cuando la producción renovable es alta y no hay disponibles alternativas más baratas para el almacenamiento a largo plazo.
- El uso de hidrógeno para el almacenamiento es un elemento importante de una estrategia general de electrificación.
- En el caso de Uruguay, partiendo de eólica y fotovoltaica parecería que necesariamente tenemos que pasar primero por el H₂ o un derivado de este para luego llegar a la energía eléctrica.

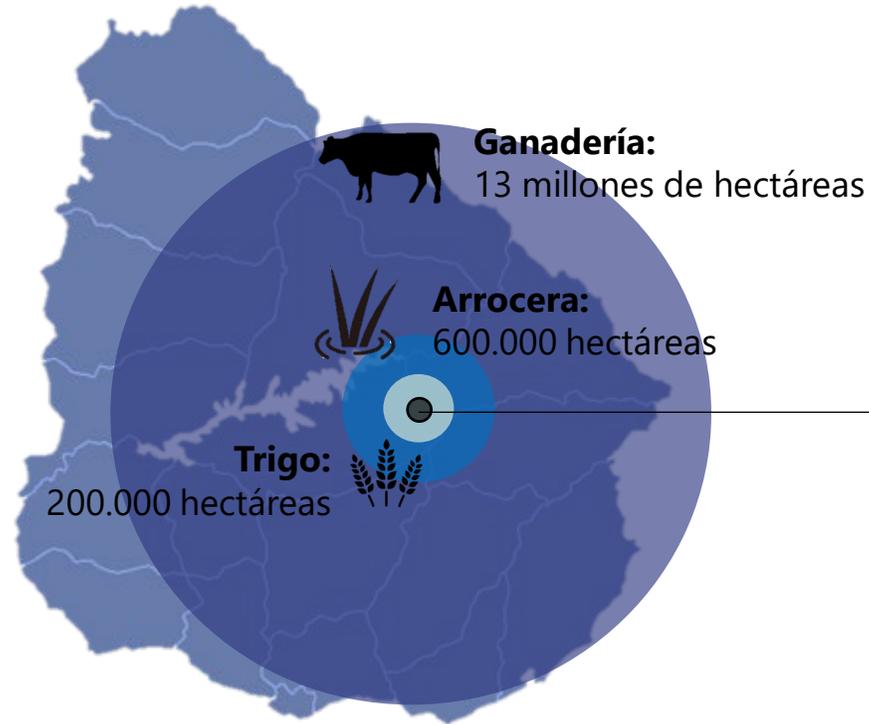


¿Cómo electrificar el resto de la matriz energética?

- Por lo anterior la eficiencia global de la ERNC a la fuerza motriz es semejante si utilizamos baterías o H₂, por lo que son totalmente complementarios.
- La producción con ERNC de 30.000 GWh/año, con un factor de capacidad de 61%, requerirá la instalación de 5.600 MW eólicos y 5600 MW fotovoltaicos.



¿Es posible instalar esa cantidad de ERNC?



Energía Eólica Actuales:

- 45.000 hectáreas para 1.500 MW.
- 1 MW eólico **abarca** 20 hectáreas.
- 1 MW solar **ocupa** 2 hectáreas.

110.000 hectáreas para 5.600 MW eólicos
11.000 hectáreas para 5600 MW FV.

La producción de H2 Verde puede catalogarse como una producción agropecuaria más.

ACTUALIDAD

URUGUAY



1.500 MW
176.215 km²

ESPAÑA



30.000 MW
505.990 km²

Análisis comparativo del poder calorífico de diferentes combustibles

| | Densidad Másica | Densidad Volumétrica |
|-----------------------|-----------------|---|
| H2 | 28.662 kCal/kg | 1 bar 0,25 kCal/l 200 bar 500 kCal/l 350 bar 692 kCal/l 700 bar 1.146 kCal/l Licuado 2.000 kCal/l |
| Gasoil | 10.000 kCal/kg | 8.500 kCal/l |
| Gas Natural | 12.600 kCal/kg | 200 bar 1.860 kCal/l Licuado 5.450 kCal/l |
| Carbón Mineral | 7.200 kCal/kg | 16.300 kCal/l |
| Amoníaco | 5.300 kCal/kg | 1 bar 3,86 kCal/l Licuado (12 bar) 3.500 kCal/l |

La gran desventaja de la utilización de Hidrógeno frente a los hidrocarburos es la baja densidad energética en relación al volumen que ocupa.

El amoníaco es un compuesto de H₂ que no tiene carbón y que mejora sustancialmente estos valores.

La utilización de hidrocarburos sintéticos con carbono capturado es una muy buena alternativa para eliminar estas desventajas.

El H₂ es la modalidad más económica para almacenar energía por largos períodos

VENTUS
NOS IMPORTA EL FUTURO

Academia Nacional de Ingeniería
Uruguay



- La incorporación exitosa de la matriz eléctrica, se logró gracias a la existencia de los embalses de las centrales hidroeléctricas. Estos embalses son capaces de almacenar más de 1.500 GWh, pero ocupan más de 200.000 Hectáreas valiosas.
- Esta energía podría almacenarse en 750.000 metros cúbicos de tanques de hidrógeno líquido, en un predio de unas 28 ó 30 hectáreas.
- Estos 1.500 GWh son 20 días de producción de los 11.200 MW de ERNC necesarios
- Para incorporar más ERNC será necesario recurrir a este tipo de almacenamiento.
- Almacenar energía con H₂ es hasta 10 veces más barato que con baterías eléctricas.

El H2 es la modalidad más económica para transportar energía



- Transportar energía a través de ductos en forma de H2, es en el orden de hasta 10 veces más barato que transmitirlos por líneas de alta tensión eléctricas.
- En un futuro próximo, podría pensarse en plantas de generación para producir hidrógeno, y transportarlo a los centros de Consumo.

Un nuevo Mercado Energético libre de Emisiones

VENTUS
NOS IMPORTA EL FUTURO

Academia Nacional de Ingeniería
Uruguay

- El H2 Verde se produciría mediante Energía Renovable No Convencional con plantas de Generación conectadas y dedicadas a electrolizadores que se ubican al pie de esas plantas.
- El H2 se transportaría en ductos dedicados a lugares de almacenamiento y se interconecta con el sistema eléctrico tradicional a través de plantas de generación o celdas de combustible alimentadas por H2 Verde, que brindan energía a la red eléctrica tradicional, o se lo utiliza directamente en usos no fácilmente electrificables.



El H2, ¿es competitivo?



- Con los costos de capital y O&M actuales, en Uruguay se obtendría un valor de USD 5,5 por kg de H2.
- El poder calorífico del H2 es 3 veces superior al del gasoil.
- El rendimiento motriz es un 50% superior al del gasoil cuando se utilizan celdas de combustible.
- Por lo tanto, sería equivalente a un costo de gasoil de USD 1,3 por kg (USD 1,13 por litro) .
- Aún no es competitivo. Sin embargo, se está acercando rápidamente a la paridad.
- Ya el Mercado eléctrico Europeo cobra por emitir CO2, a razón de 50 U\$S/MWh, lo que equivale 0,15 U\$S/kg diesel.
- A medida que avance la tecnología y se tome conciencia de la necesidad de impuesto a la emisión de CO2, el H2 Verde se hará más competitivo.

Muchas gracias