

# Vertimiento de energía de centrales eólicas y solares fotovoltaicas del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) en Chile durante 2022.

Julius von Papp<sup>1, 2</sup>, Francisco Moraga<sup>1</sup> y Alvaro Henríquez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fraunhofer Chile Research – Centro Tecnologías para Energía Solar, General del Canto 421, Oficina 402 Providencia, Santiago, Chile.

<sup>2</sup> B.Sc., Physics, +56 947848928, julius.vonpapp@fraunhofer.cl

## Introducción

Ante la creciente presión por reducir sustancialmente las emisiones de carbono y debido a su alto potencial de generación eléctrica con energías renovables, Chile ha experimentado en los últimos doce años un período de crecimiento de la capacidad instalada de energías renovables no convencionales (ERNC) sin precedentes, impulsada casi en su totalidad por las plantas de energía solar fotovoltaica y eólicas. Según cifras de la Comisión Nacional de Energía (CNE), a febrero de 2023, los sistemas eléctricos que componen el mercado eléctrico chileno suman una capacidad instalada neta de 30,55 GW (sin considerar los proyectos con periodo de puesta en servicio), donde un 20,44 % corresponde a centrales de energía solar fotovoltaica y un 12,51 % a centrales eólicas [1]. Sin embargo, el rápido crecimiento de la capacidad de energía renovable variable en el país genera también una serie de desafíos, entre los que destaca el hecho de que el desarrollo de proyectos de generación de energía avanza mucho más rápido que la capacidad de transmisión y almacenamiento disponible para la energía que producen. El vertimiento (curtailment en inglés), es la reducción de la producción proyectada, debido a que la red de transporte no es capaz de soportar la producción del total de la generación renovable. En otras palabras, el curtailment supone una pérdida de energía potencialmente útil y, eventualmente, la caída de los precios de inyección, llevándolos a cero. Este documento tiene por objetivo analizar el vertimiento solar y eólico reportado el 2022 por el CEN de Chile para el SEN.

## Metodología y datos

Los datos analizados fueron obtenidos de la página web del Coordinador Eléctrico Nacional (CEN) de Chile [2]. En particular, los datos disponibles corresponden al vertimiento de energía de 53 plantas solares y 38 plantas eólicas durante cada hora del año, resultando en 8760 registros por planta. Adicionalmente, se analizaron los datos de generación de energía neta por central del año 2022, que también se encuentran a disposición pública en la página web del CEN. En relación a esto último, el Ministerio de Energía de Chile define la generación neta de una central eléctrica como la generación bruta de una central eléctrica menos su consumo propio empleado para su funcionamiento, es decir, la energía que es efectivamente inyectada al sistema eléctrico [3]. Para facilitar su evaluación y visualización se reorganizaron los valores de vertimientos renovables según la central y la hora del año, permitiendo un acceso directo a cada valor, mediante Python y sus principales librerías. De los datos de generación de energía se obtuvo el total mensual de la energía generada por cada central, con el fin de comparar directamente los vertimientos de una planta determinada con su generación de cada mes.

## Discusión y resultados

La Figura 1 muestra el vertimiento combinado de todas las centrales analizadas para cada mes del año, así como el cociente de estos valores entre su generación eléctrica. El mayor vertimiento se alcanza con 272,50 GWh en octubre, que resulta ser un 15,79 % de la energía generada en este mes, mientras que en el mes de junio solo se produjeron 4,23 GWh de vertimientos, que representa solo un 0.003 % de la generación. La gran diferencia se debe por un lado a la diferencia en vertimientos, y por otro lado a que también la generación en octubre fue mayor a la de junio, por 448,69 GWh. Nuestra tesis es que el incremento de vertimientos en los tres últimos meses del año se debe a la elevada producción solar durante el verano.

La Figura 2 da una idea del tamaño que alcanzan los vertimientos en las centrales solares y eólicas analizadas. En ella se ilustran las 5 centrales con los mayores valores de vertimientos totales durante el año 2022. Siguiendo la distribución del apartado anterior, en junio las centrales pierden poca energía a causa del vertimiento, y este aumenta bastante en septiembre, octubre, noviembre y diciembre. Hay que destacar que las reducciones afectan a todas las centrales conectadas a la red, no es sólo un problema de plantas solares, pero posiblemente es principalmente causado por estas, y que el vertimiento de las plantas eólicas durante el día tiene como causa la alta generación simultánea de las plantas fotovoltaicas.

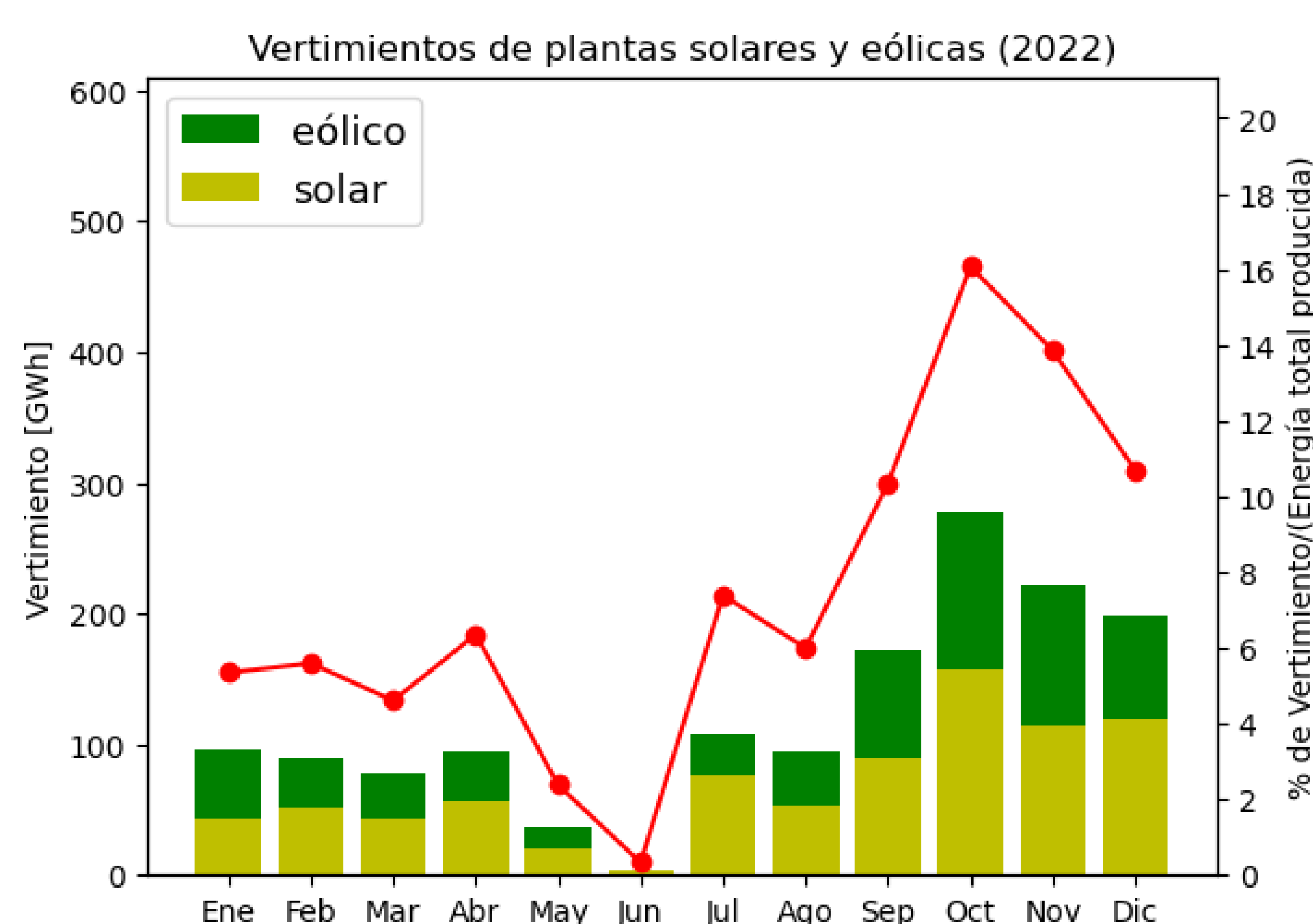


Figura 1: Vertimientos mensuales en GWh de las centrales solares y eólicas analizadas, y vertimientos relativos en % con respecto a la generación neta del conjunto de plantas consideradas.

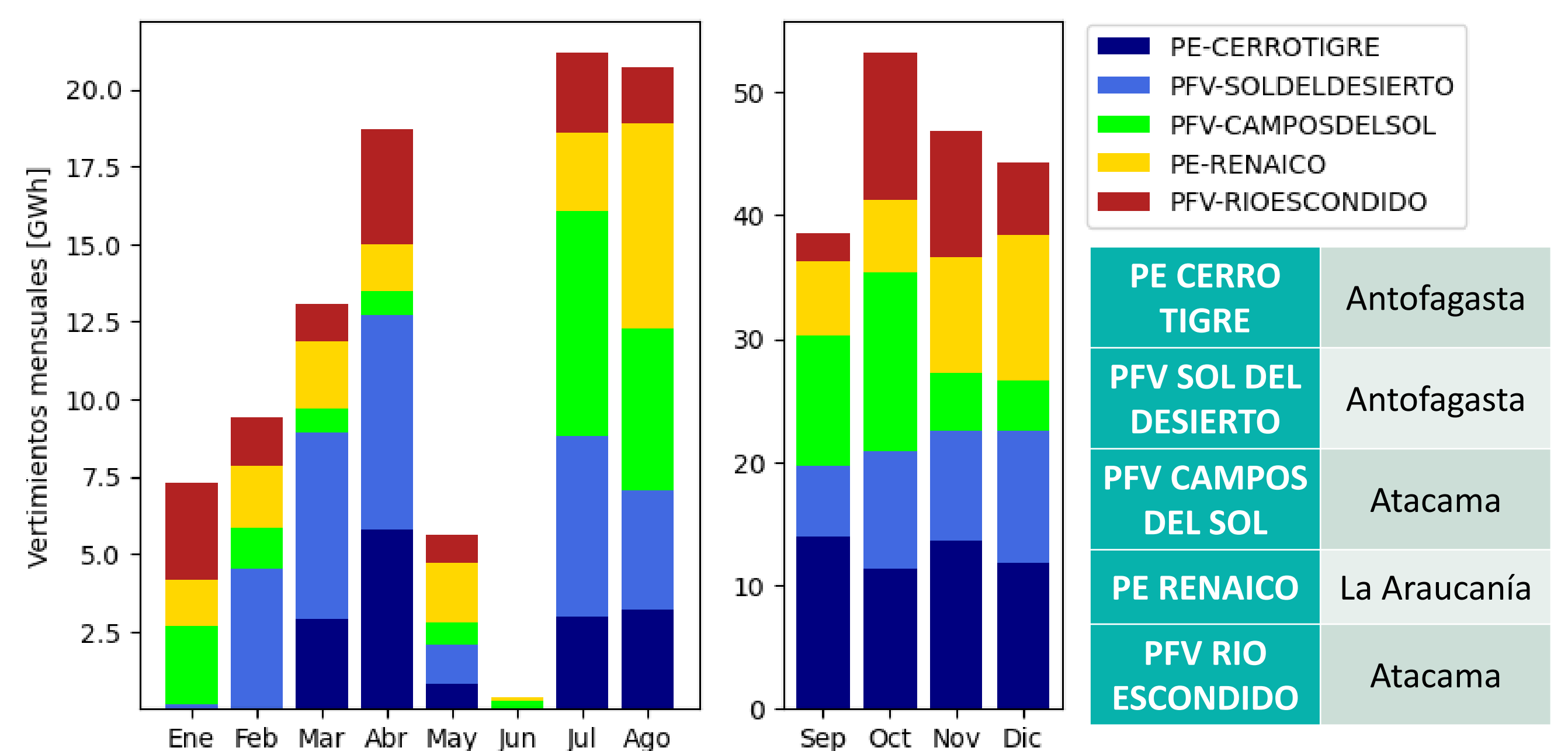


Figura 2: Vertimiento mensual en GWh de las cinco centrales con mayor vertimiento anual.

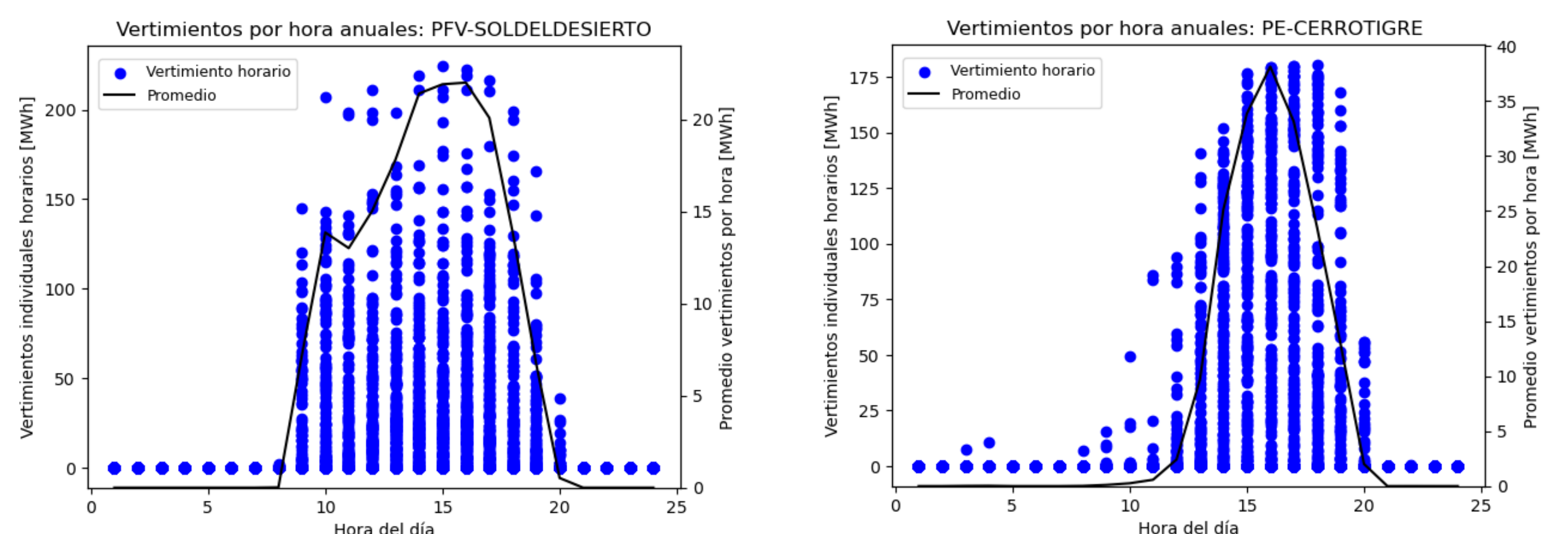


Figura 3: Distribución horaria durante el año 2022 de los vertimientos de la planta solar Sol del Desierto (izquierda) y la planta eólica Cerro Tigre (derecha) y promedio de los vertimientos que ocurrieron durante la misma hora.

En la Figura 3 se puede observar la distribución horaria de los vertimientos de una determinada central solar o eólica. Se muestran los vertimientos individuales (precisión a la hora), y el promedio de todos los vertimientos que ocurrieron durante la misma hora a lo largo del año. Analizar este último en centrales específicas podría ayudar a dar con las razones individuales de cada central, por ejemplo, un alto vertimiento durante la noche en una central eólica podría ocurrir si esta está sobredimensionada. En general, los vertimientos durante la noche suelen ser bajos para centrales eólicas, ya que no tienen que compartir la red con centrales solares. Durante el día, el promedio en general alcanza su máximo entre las 14h y 17h. En la Figura 4 se visualizan los promedios horarios de las 5 centrales con mayores vertimientos a lo largo del año. La planta eólica Cerro-Tigre muestra un claro máximo, mientras que las centrales solares tienen altos vertimientos durante todo su tiempo de generación, con un máximo entre las 15 y 16 horas. La planta eólica Renaico presenta mucho vertimiento incluso durante la noche.

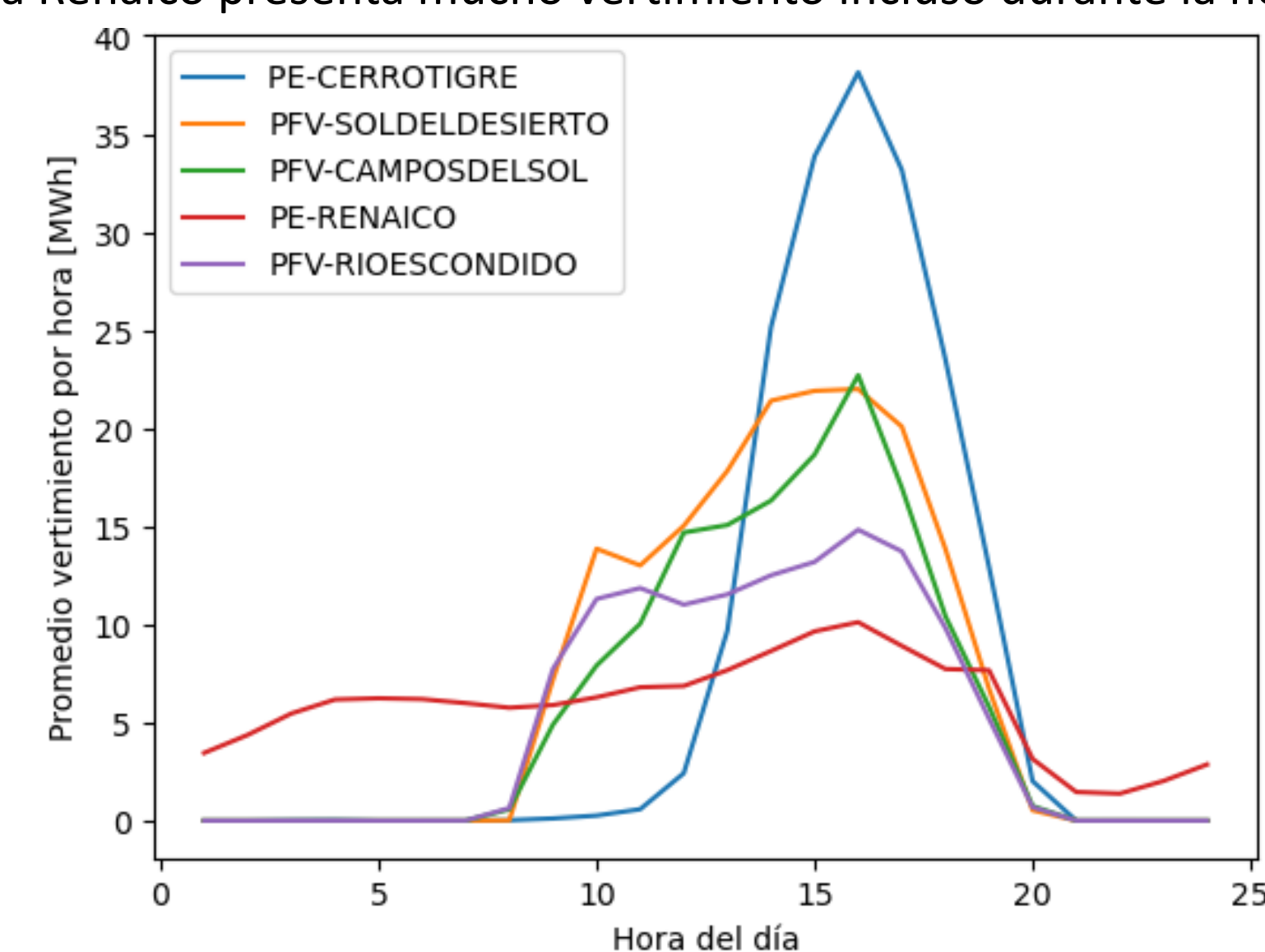


Figura 4: Promedios de los vertimientos horarios de las cinco centrales con mayor vertimiento anual.

## Conclusión

Los resultados revelan que los vertimientos o recortes renovables en las centrales analizadas alcanzan los 1.47 TWh durante el año 2022, es decir, el triple respecto de los valores (453 GWh) reportados en 2021. Este valor es un 7.63 % de su generación de 2022, un porcentaje que ha estado incrementando constantemente durante los últimos años. Si los vertimientos energéticos siguen creciendo de esta manera, presentarán un verdadero problema para los operadores de plantas renovables, que en efecto están perdiendo su producto. Es muy importante encontrar una forma de solucionar esto, tanto a corto como a largo plazo. Soluciones podrían ser la instalación de almacenamientos eléctricos en las centrales o usar la energía no inyectada para la producción de hidrógeno verde. Finalmente, es preciso destacar que de acuerdo con lo establecido en la Ley N°20.936 de 2016, el Coordinador Eléctrico Nacional ya publicó su propuesta de expansión para el sistema de transmisión eléctrico correspondiente al año 2023, propuesta que incluye 23 proyectos e involucra una inversión total de 279 millones de dólares americanos [4].

[1] "Electricidad - Comisión Nacional de Energía." <https://www.cne.cl/normativas/electrica/consulta-publica/electricidad/> (accessed Mar. 27, 2023).

[2] "Coordinador Eléctrico Nacional (CEN)." <https://www.coordinador.cl/> (accessed Mar. 27, 2023).

[3] "Glosario | MIENERGIA.cl." <https://www.mienergia.cl/oportunidades-y-beneficios/glosario> (accessed Mar. 27, 2023).

[4] "Coordinador Eléctrico Nacional publica propuesta de expansión del Sistema de Transmisión del año 2023 por US\$ 279 millones | Coordinador Eléctrico Nacional." <https://www.coordinador.cl/novedades/coordinador-electrico-nacional-publica-propuesta-de-expansion-del-sistema-de-transmision-del-ano-2023-por-us-279-millones/> (accessed Mar. 27, 2023).