



ORGANIZACIÓN | LATIN AMERICAN | ORGANIZAÇÃO | ORGANISATION
LATINOAMERICANA | ENERGY | LATINO-AMERICANA | LATINO-AMERICAINE
DE ENERGÍA | ORGANIZATION | DE ENERGIA | D'ENERGIE

VI Reunión Plenaria del Foro Técnico Regional de Planificadores de Energía – FOREPLEN

Planificación eléctrica con inclusión de los efectos del Cambio Climático

Medardo Cadena
Director de Estudios, Proyectos e Información
OLADE

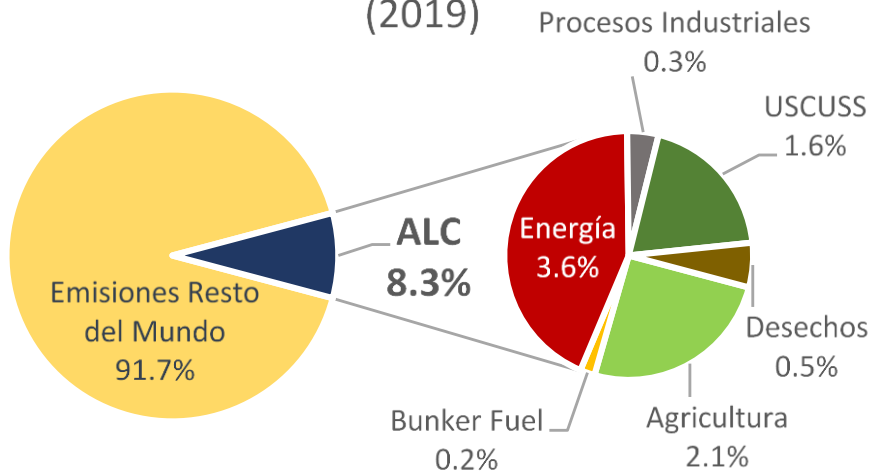
Diciembre de 2022

Nos une la **energía**
Energy joins us.

A decorative graphic in the bottom right corner consisting of a grid of blue dots that forms a wave-like shape, transitioning from light blue to a darker blue.

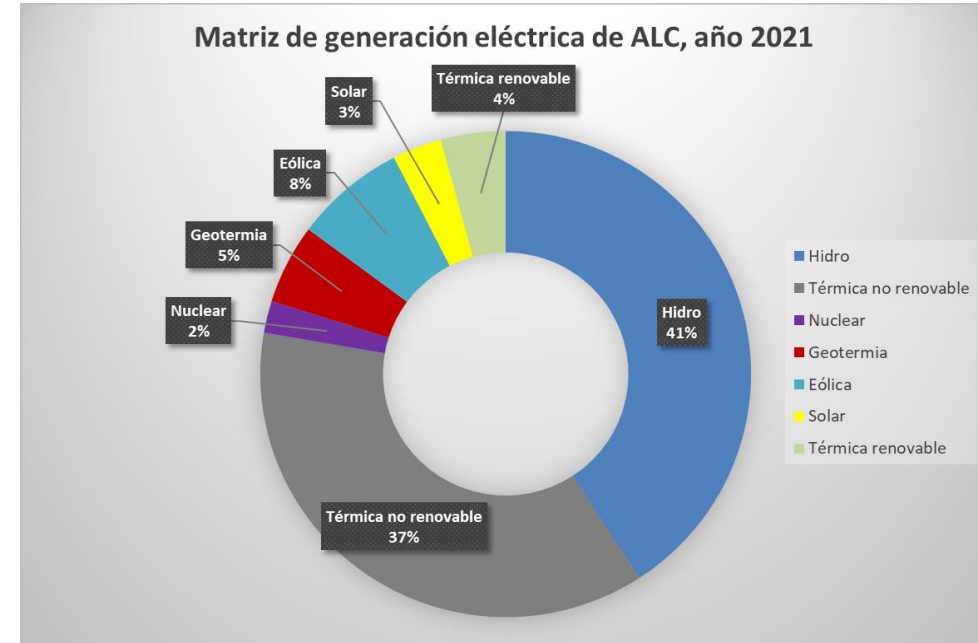
Importancia del cambio climático en la planificación eléctrica en ALC

Emisiones mundiales vs. emisiones ALC (2019)



Total Emisiones Mundiales: 49,758.23 Mt de CO₂e

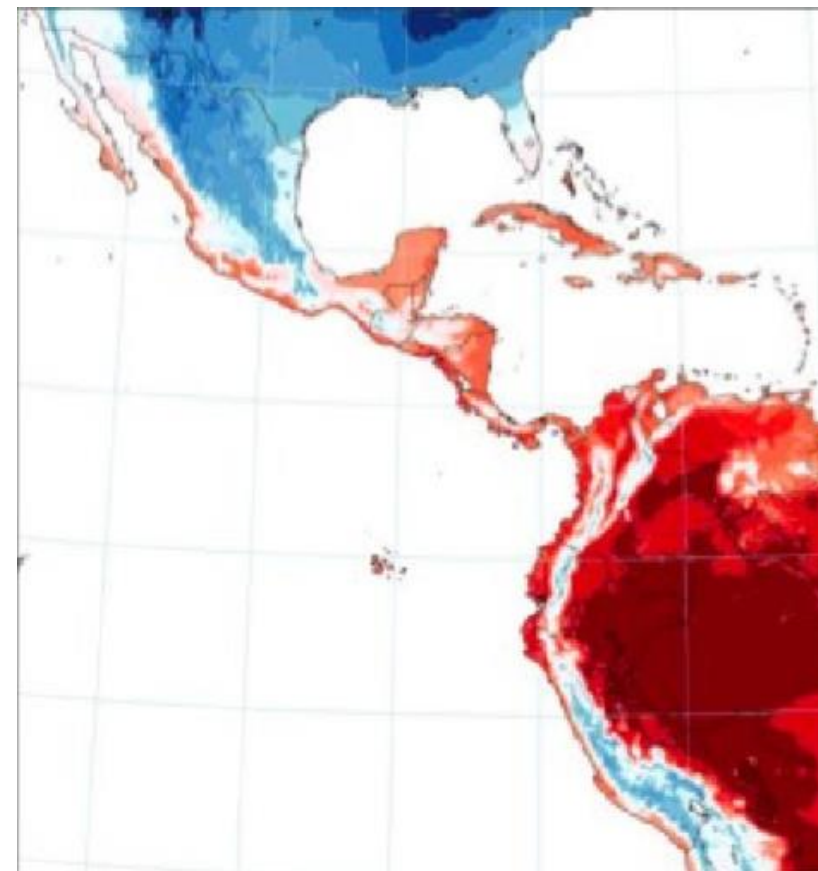
Total Emisiones ALC: 4,117 Mt de CO₂e



- Gran dependencia de fuentes de energía directa: hidro, eólica y solar
- Alta vulnerabilidad a los efectos del cambio climático:
 - Disponibilidad fuertemente condicionada a variables climáticas: temperatura, precipitaciones, velocidad del viento e irradiación solar.
 - Posible afectación a la integridad de la infraestructura energética en función de la magnitud y frecuencia de eventos climáticos extremos.

Estudios regionales de energía y cambio climático en que ha participado OLADE

- Vulnerabilidad al cambio climático de los sistemas de producción hidroeléctrica en Centroamérica y sus opciones de adaptación (2012-2014), OLADE-BID-AEA.
- Potenciales Impactos y Adaptación al Cambio Climático en la Infraestructura del Sistema de Transporte de Electricidad de América Central (2015), OLADE-CANADA
- Vulnerabilidad al cambio climático y medidas de adaptación de sistemas hidroeléctricos en países andinos (2016-2019), OLADE-BID.
- ***Incidencia del cambio climático en la planificación energética: screening para la evaluación global de la vulnerabilidad y los riesgos climáticos del sistema energético de América Latina y el Caribe - Screen-ALC (2019-2021), OLADE-AECID***
- ***Evaluación del impacto del cambio climático en la generación eléctrica de países del Cono-Sur (2021-2022), OLADE-WBG***



Escenarios de CC, Rutas Representativas de Concentración (RCP)

- Quinto Informe IPCC: 4 nuevos escenarios de emisión RCP (Trayectorias de Concentración Representativas).
- Las RCP se caracterizan por su **Forzamiento Radiativo** (FR) total para el año 2100.
- Forzamiento radiactivo: **diferencia entre la insolación absorbida** por la Tierra **y la irradiada** de vuelta al espacio.
 - Positivo: calentamiento de la superficie
 - Negativo: enfriamiento
- De los 340 w/m² de energía solar que cae sobre la Tierra, el **48% se absorbe en la superficie**.

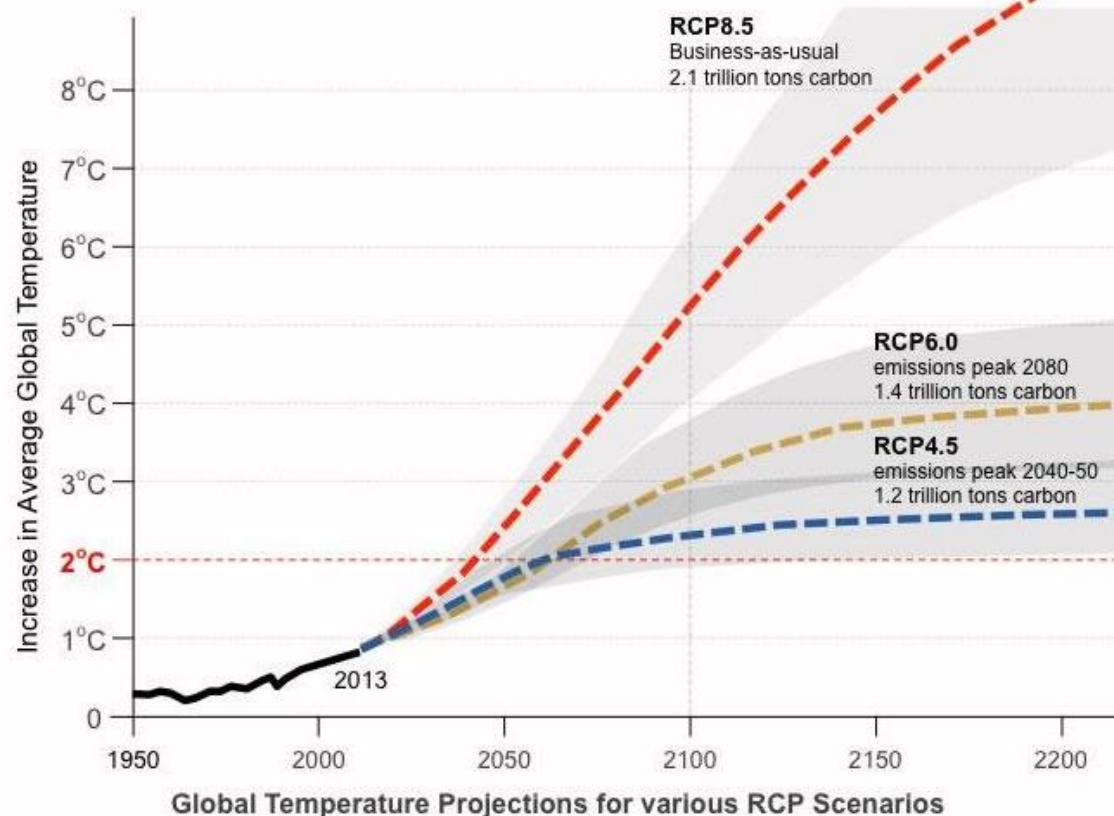
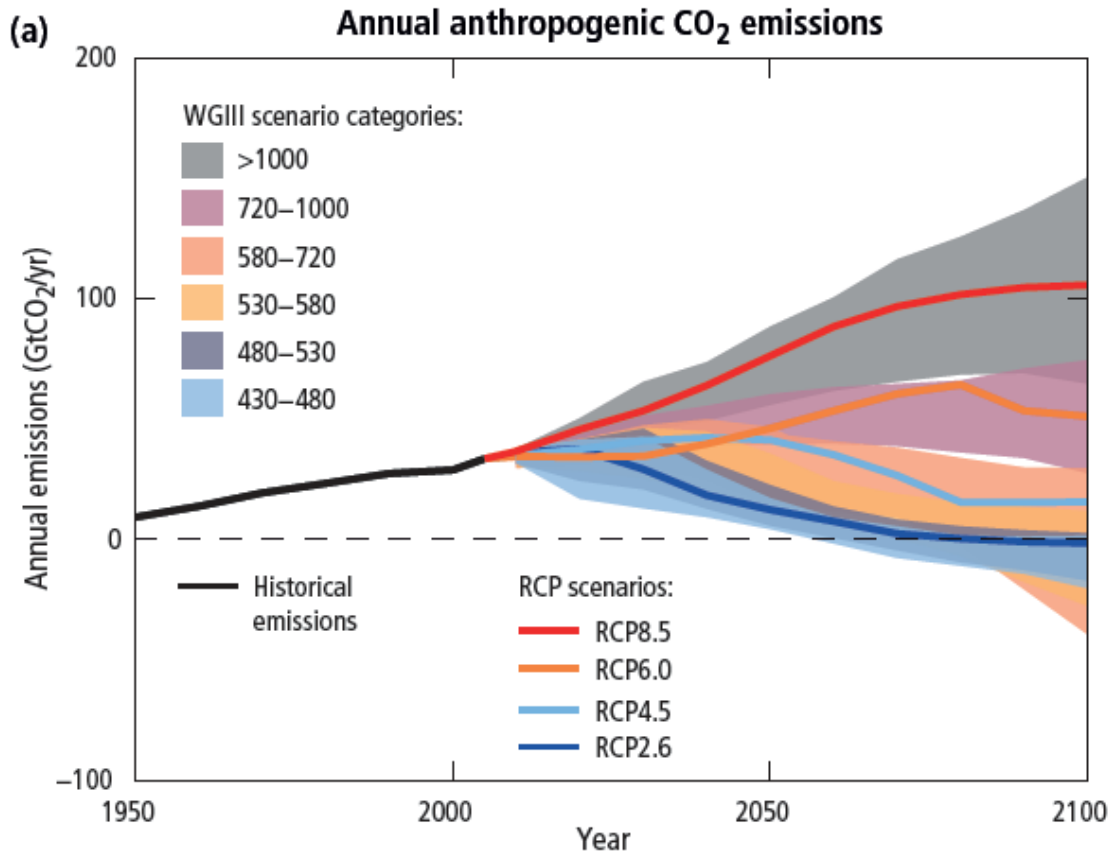
Escenarios de Trayectorias de Concentración Representativas RCP

	Forzamiento Radiativo (FR)	Tendencia del FR	CO ₂ en 2100
RCP2.6	2,6 W/m ²	decreciente en 2100	421 ppm
RCP4.5	4,5 W/m ²	estable en 2100	538 ppm
RCP6.0	6,0 W/m ²	creciente	670 ppm
RCP8.5	8.5 W/m ²	creciente	936 ppm

Fuente: Guía resumida del quinto informe de evaluación del IPCC. "Cambio Climático: Bases Físicas", 2013.

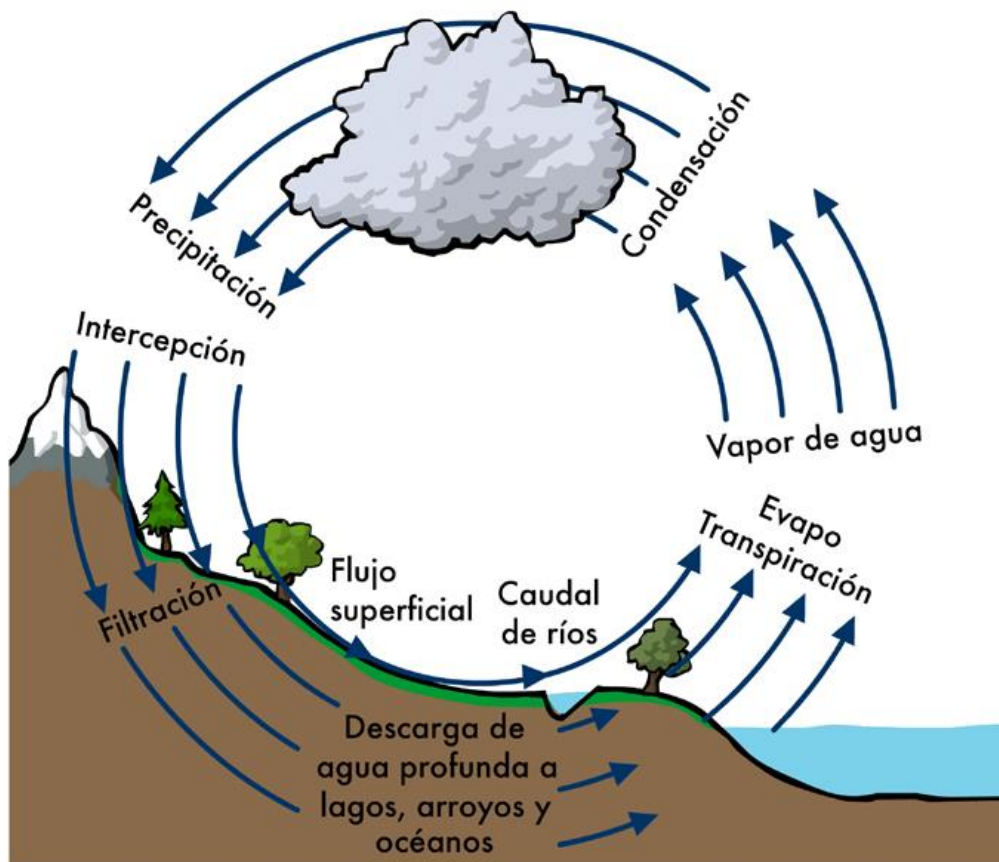


Escenarios de CC, Rutas Representativas de Concentración (RCP)



Fuente: Fuente: http://sedac.ipcc-data.org/ddc/ar5_scenario_process/RCPs.html

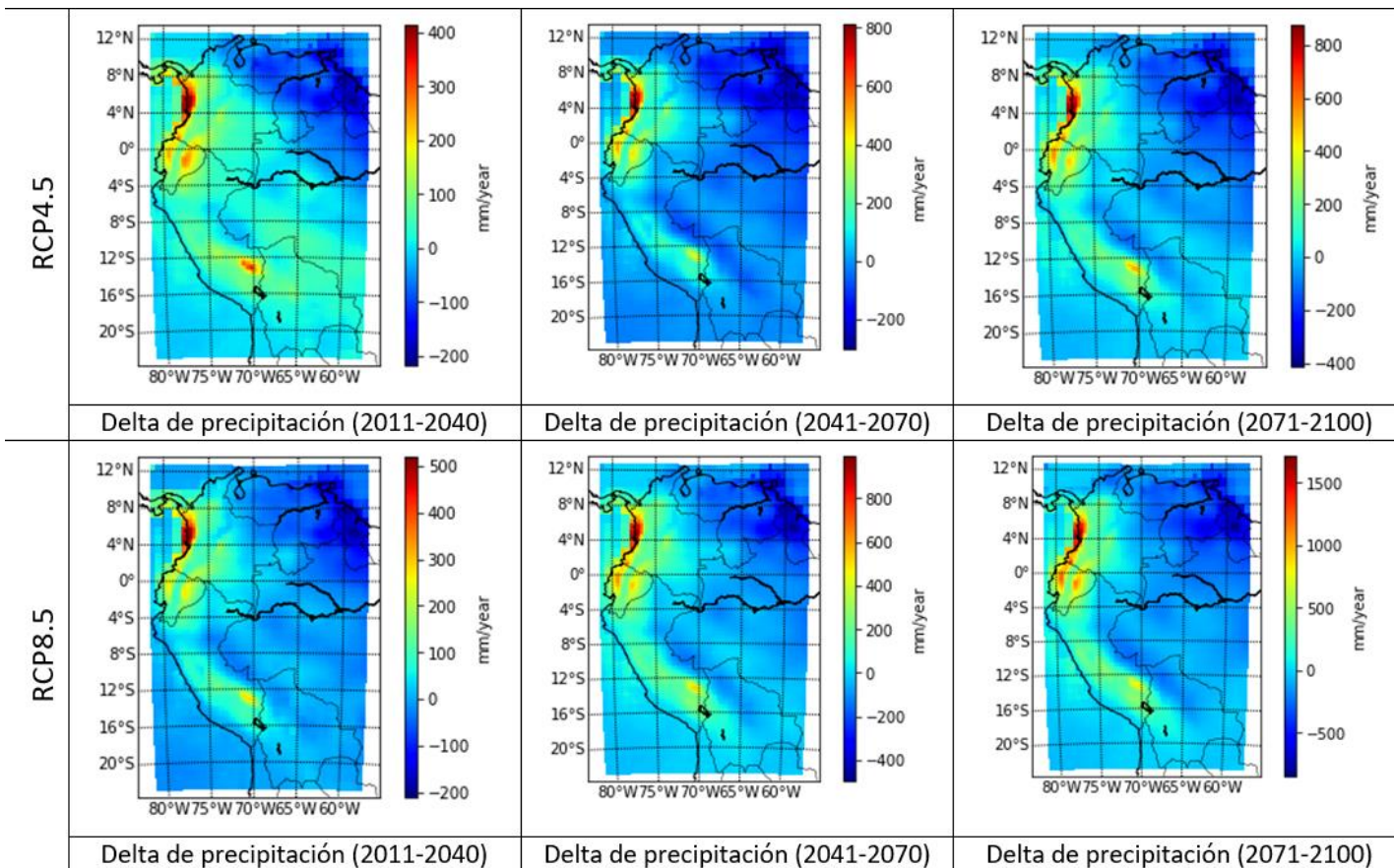
Efecto de la temperatura ambiente en la generación de las centrales hidroeléctricas



- Variaciones en la temperatura ambiente pueden **alterar el ciclo hidrológico** y la disponibilidad de energía cinética en los caudales de los ríos.
- Estas alteraciones pueden traducirse en **incrementos o disminución de caudal** respecto al régimen estacional normal de las cuencas.
- Pueden incidir en **variaciones de magnitud y frecuencia de eventos extremos** como avenidas (inundaciones) y sequías.

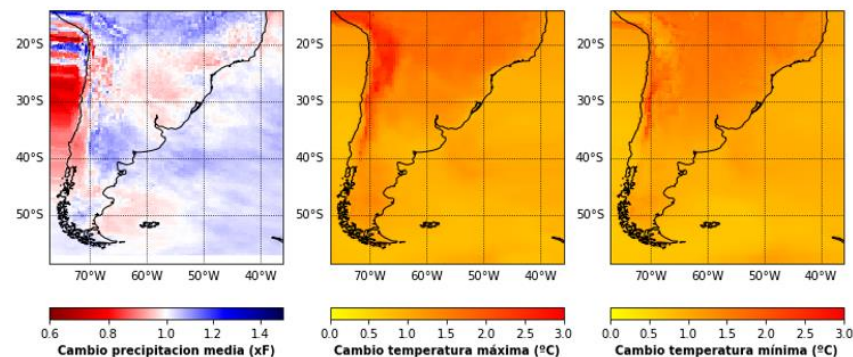
Efecto del CC en la precipitaciones

Variación esperada de las precipitaciones en la Zona Andina

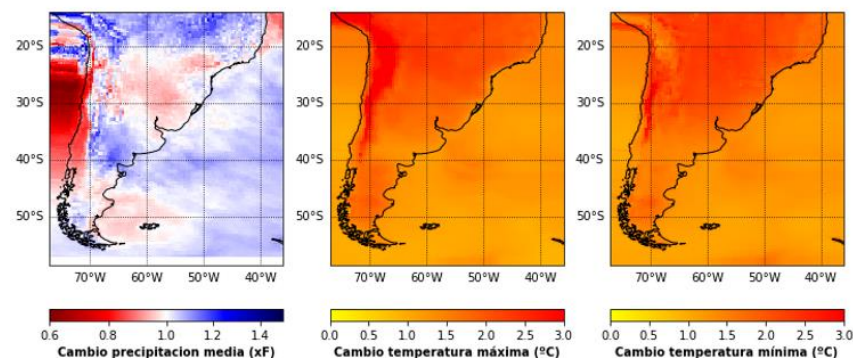


Variación esperada de las precipitaciones y temperatura en el Cono Sur

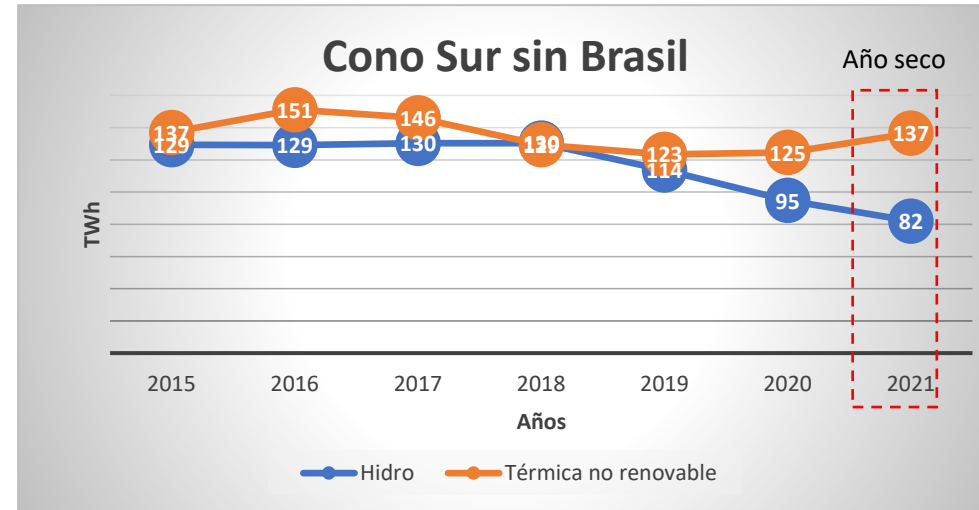
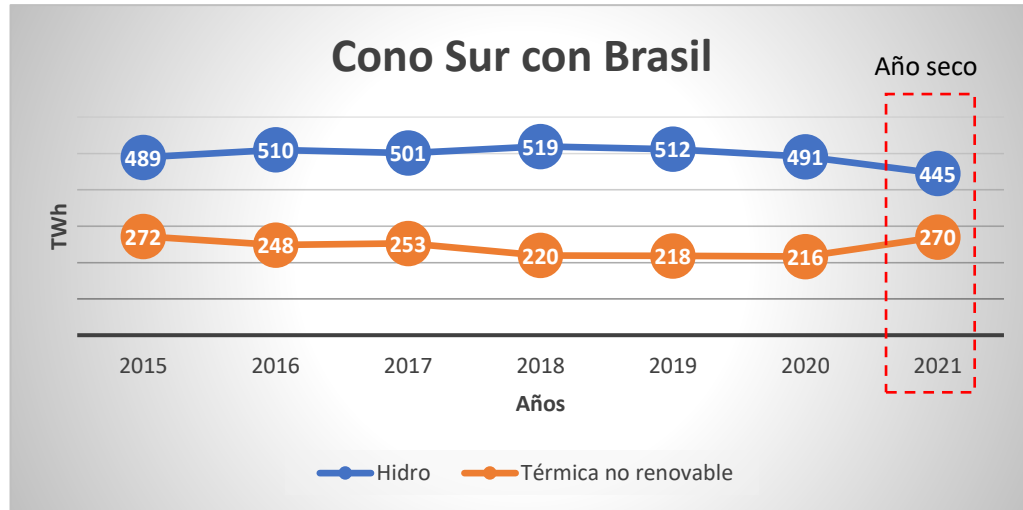
Cambios producidos en las variables climáticas para el RCP 4.5.



Cambios producidos en las variables climáticas para el RCP 8.5.

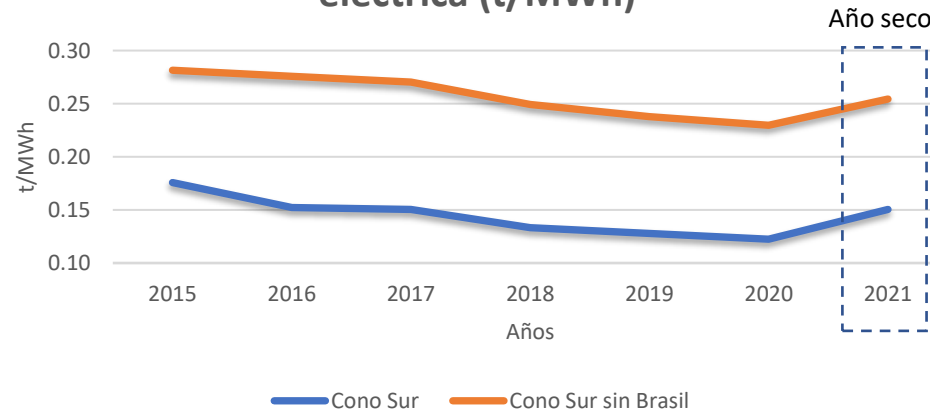


Efecto del clima en la generación eléctrica

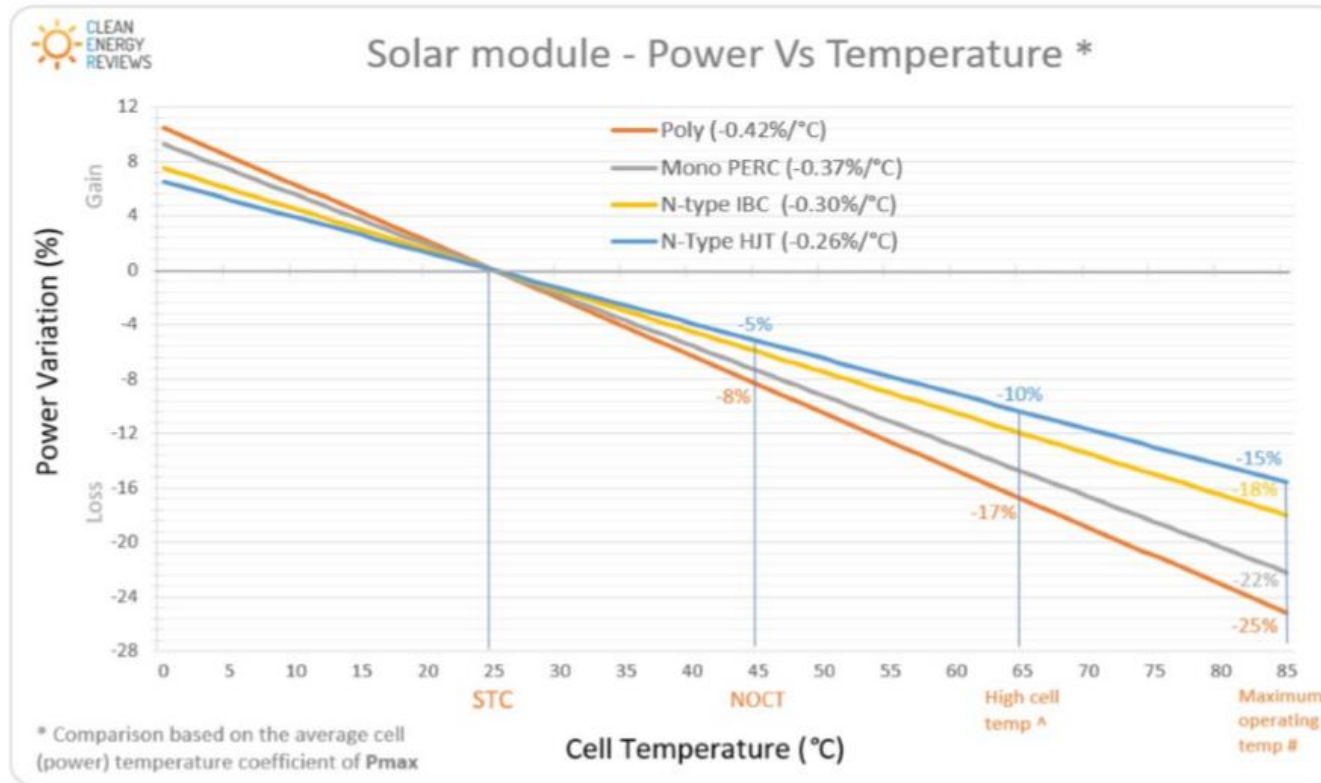


El 2021 fue un año particularmente seco en la subregión del Cono Sur, especialmente en la zona de influencia de la cuenca del Río de la Plata.

Índice de emisiones de CO₂ de la generación eléctrica (t/MWh)



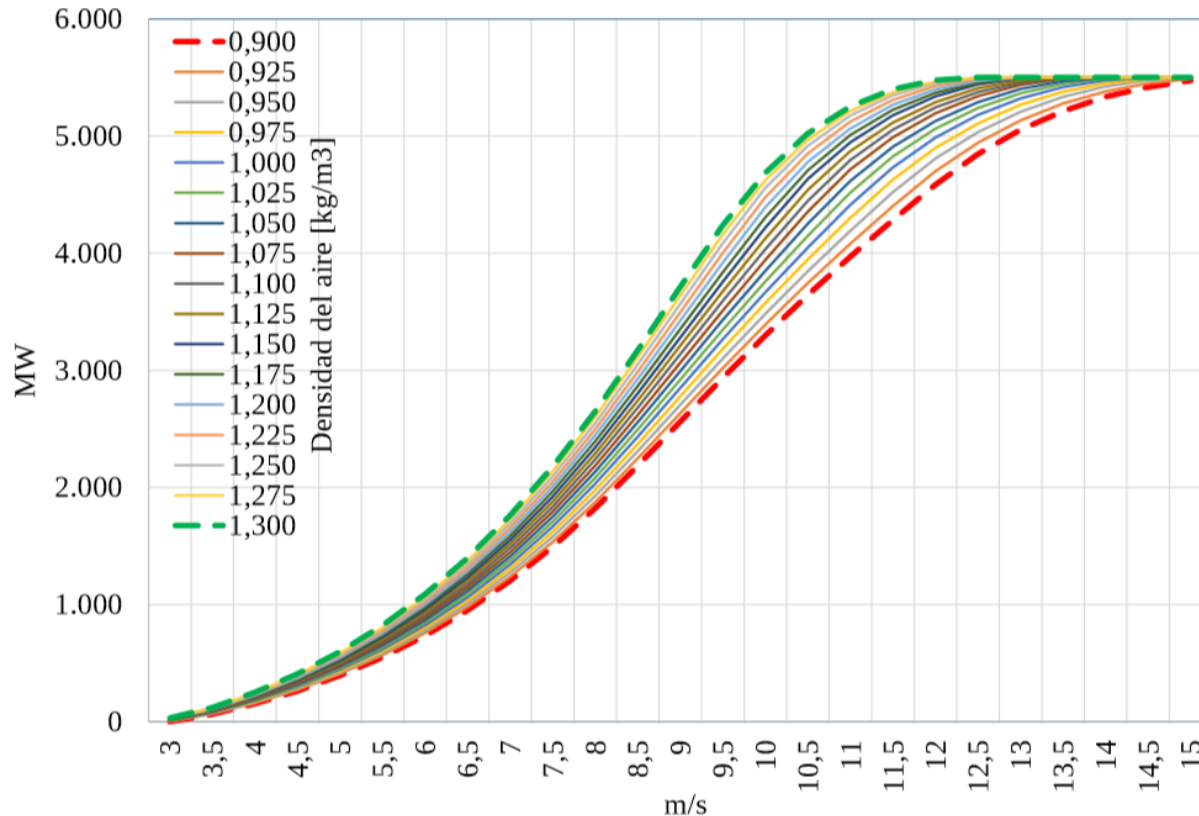
Efecto de la temperatura ambiente en la generación de las centrales fotovoltaicas



Un panel fotovoltaico, dependiendo de la tecnología, genera entre un **0,26 % y 0,42 % menos de energía** por cada grado de incremento en la temperatura.

Afectación de la generación de un panel fotovoltaico de acuerdo a su temperatura.

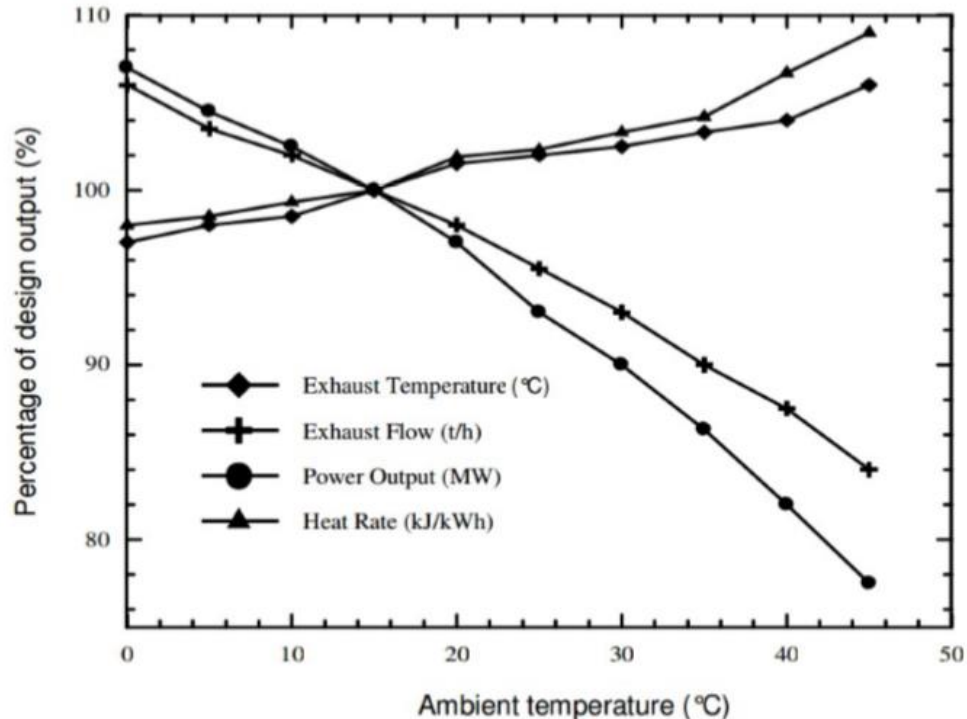
Efecto de la temperatura ambiente en la generación de las centrales eólicas



Curvas de un fabricante [] de un generador de 5,5 MW de las potencias generadas en función de la velocidad del viento y de la densidad de aire incidente a nivel del mar (1013,25 hPa). Una de las curvas se corresponde con la densidad nominal del aire (1,225 kg/m³) que correspondería a aire seco a 15°C.

- La potencia entregada por un aerogenerador disminuye conforme disminuye la densidad del aire.
- La densidad del aire es inversamente proporcional a la temperatura a presión constante.
- ***Un incremento en la temperatura hace disminuir la densidad del aire y por lo tanto también la potencia eólica.***

Efecto de la temperatura ambiente en la generación de las centrales termoeléctricas

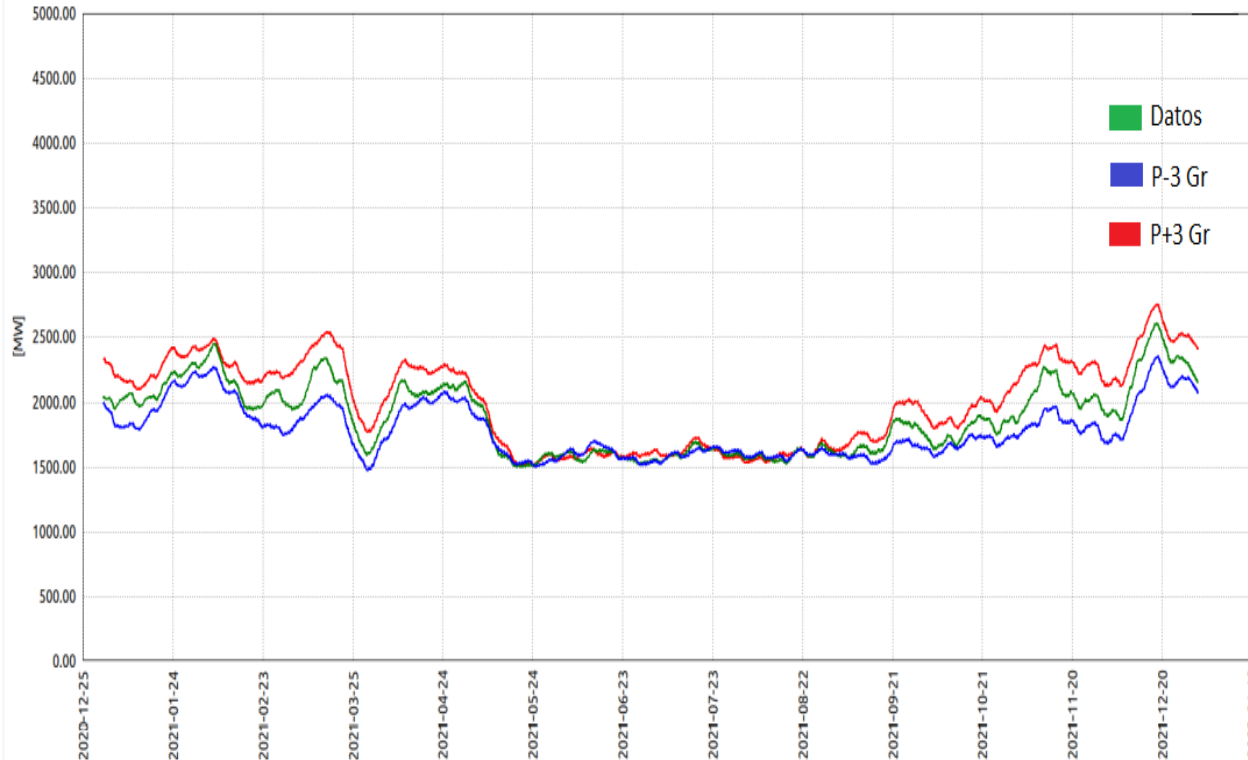


Variaciones en una turbina de gas de 265 MW por variación de la temperatura ambiente.

- Las turbinas aeroderivadas (y los ciclos combinados que las utilizan) reducen su capacidad de entregar energía al aumentar la temperatura ambiente.
- Para turbinas de gas de 265 MW se estima una **reducción de 1 % en eficiencia y de 5 % en la capacidad de generación (potencia) por cada 10 °C de aumento en la temperatura ambiente.**

Efecto de la temperatura ambiente en la demanda de electricidad

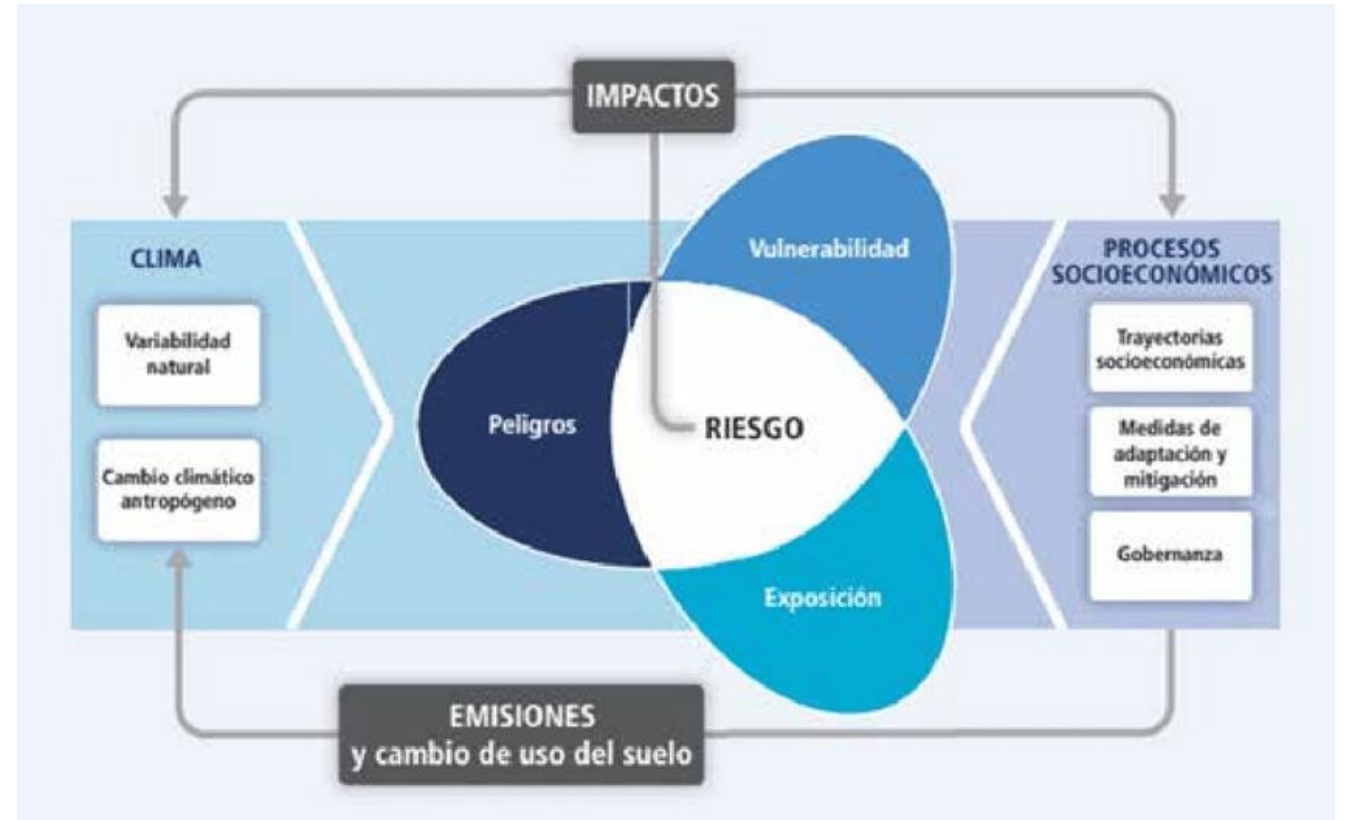
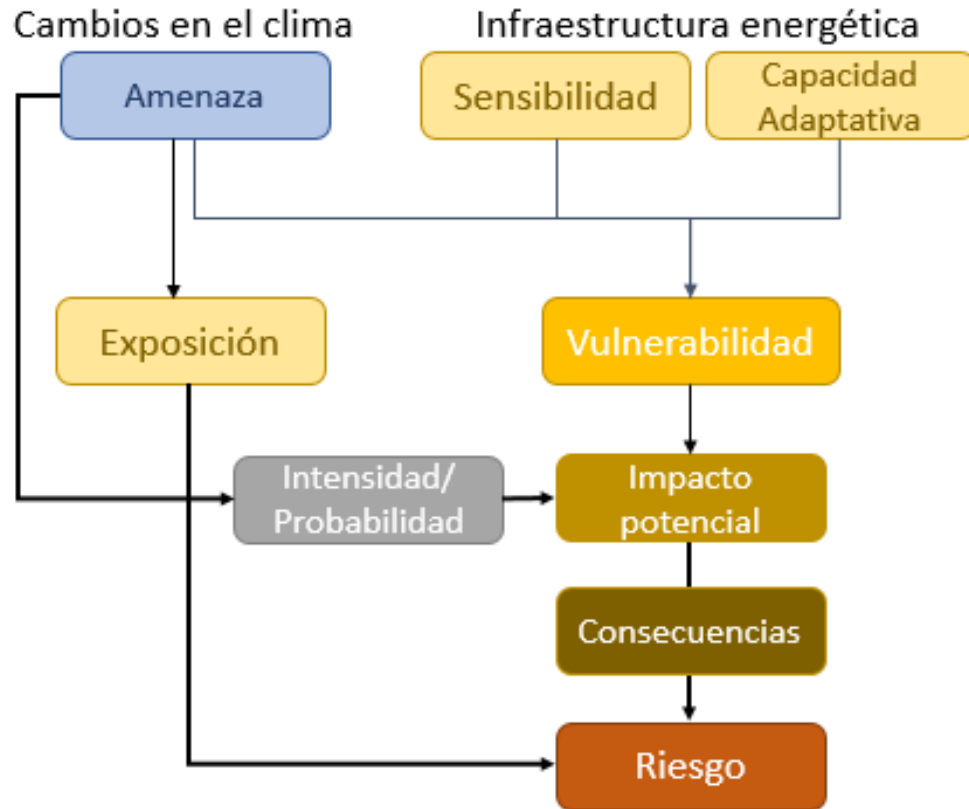
Potencia media semanal de un modelo NNTD con serie de temperatura modificada en + y - 3 °C



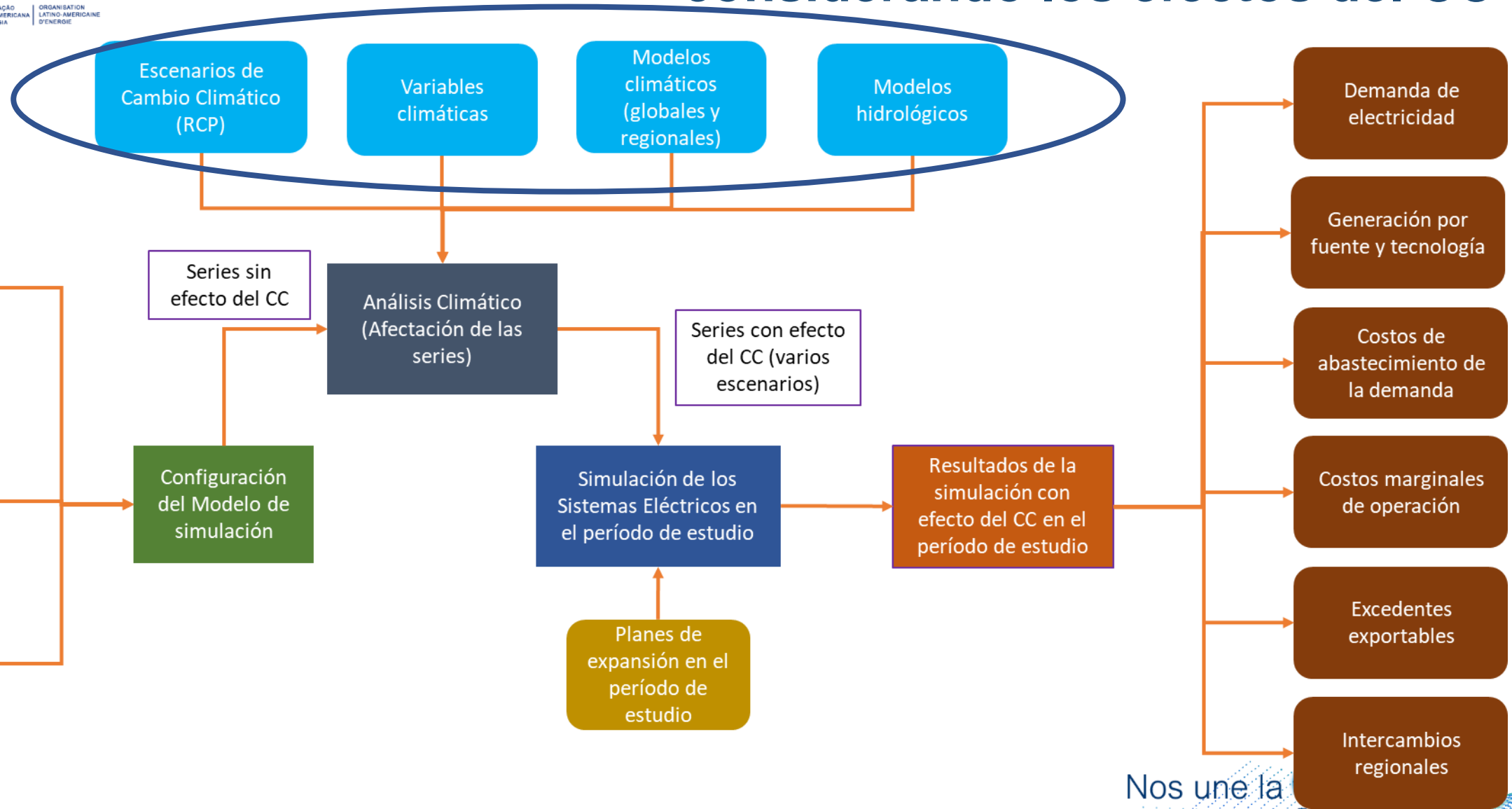
Para un par de series (demanda horaria y temperatura media diaria) se puede aplicar un modelo de red neuronal que considere como entrada la temperatura media diaria y el tipo de día (hábil, semi-feriado o feriado) además de una entrada que represente el instante temporal (para permitir captar posibles tendencias) y obtener como resultado la demanda de potencia media correlacionada con la temperatura.

Fuente: Estudio "Evaluación de los efectos del cambio climático en la generación eléctrica en los países del Cono Sur" del Banco Mundial

Esquema metodológico de la evaluación del riesgo en la infraestructura energética ante el CC



Esquema metodológico de planificación eléctrica considerando los efectos del CC



Aspectos a considerar:

- Importancia de incorporar las variables climáticas en la planificación, su exclusión podría afectar la robustez de sus resultados.
- Los efectos del cambio climático para el sector energético no necesariamente son negativos, pero deben ser evaluados para cada caso individual.
- Los riesgos de los fenómenos climáticos para la infraestructura energética, deben ser evaluados e incorporados en la planificación, y deben estar acompañados de medidas de mitigación.
- Frente a la vulnerabilidad de las fuentes primarias a los efectos del cambio climático, la complementariedad de recursos energéticos y la integración regional surgen como alternativas válidas.



ORGANIZACIÓN | LATIN AMERICAN | ORGANIZAÇÃO | ORGANISATION
LATINOAMERICANA | ENERGY | LATINO-AMERICANA | LATINO-AMERICAINE
DE ENERGÍA | ORGANIZATION | DE ENERGIA | D'ENERGIE

Muchas Gracias.

Nos une la **energía**
Energy joins us

A decorative graphic in the bottom right corner consisting of a grid of blue and green dots forming a wave-like pattern.