



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



III Foro Internacional en Cambio Climático: Impacto en la Agricultura del Perú

Escenarios de Cambio Climático para el Perú con proyección al 2050

Lic. Jorge Llamocca

Dirección de Meteorología Aplicada

Subdirección de Modelamiento Numérico de la Atmosfera

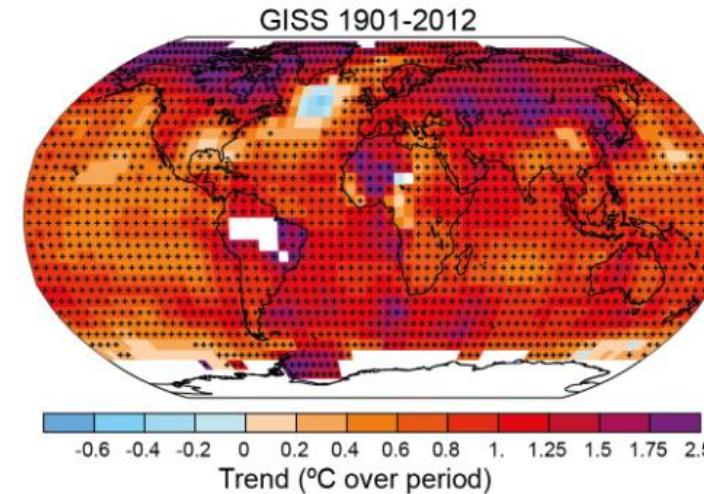
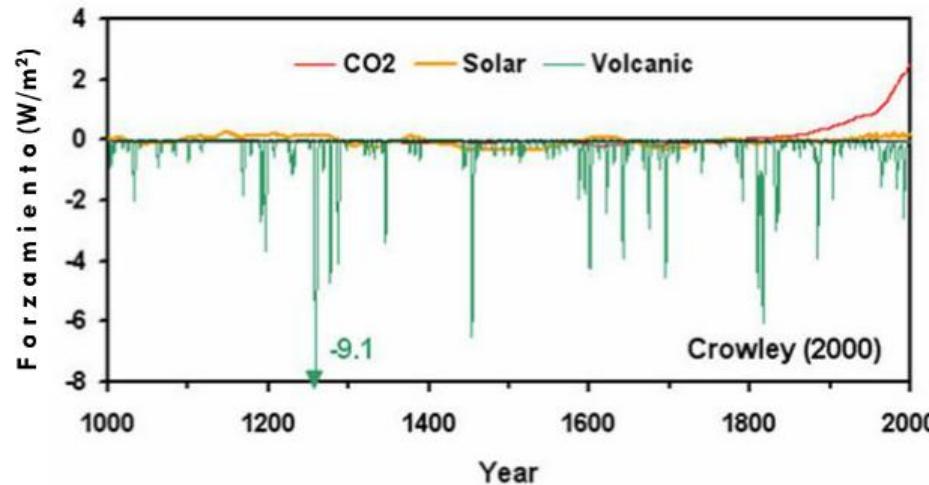
23 de Octubre del 2019

EL PERÚ PRIMERO

CONCEPTOS GENERALES

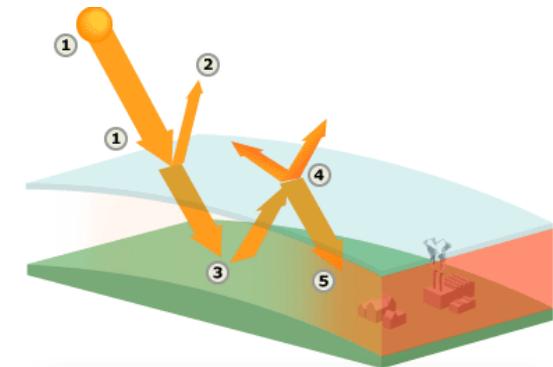
¿QUÉ ES CAMBIO CLIMATICO?

Cambios en las características climáticos como temperatura, humedad, lluvia viento y fenómenos meteorológicos severos durante periodos de tiempo prolongados



¿QUÉ ES CALENTAMIENTO GLOBAL?

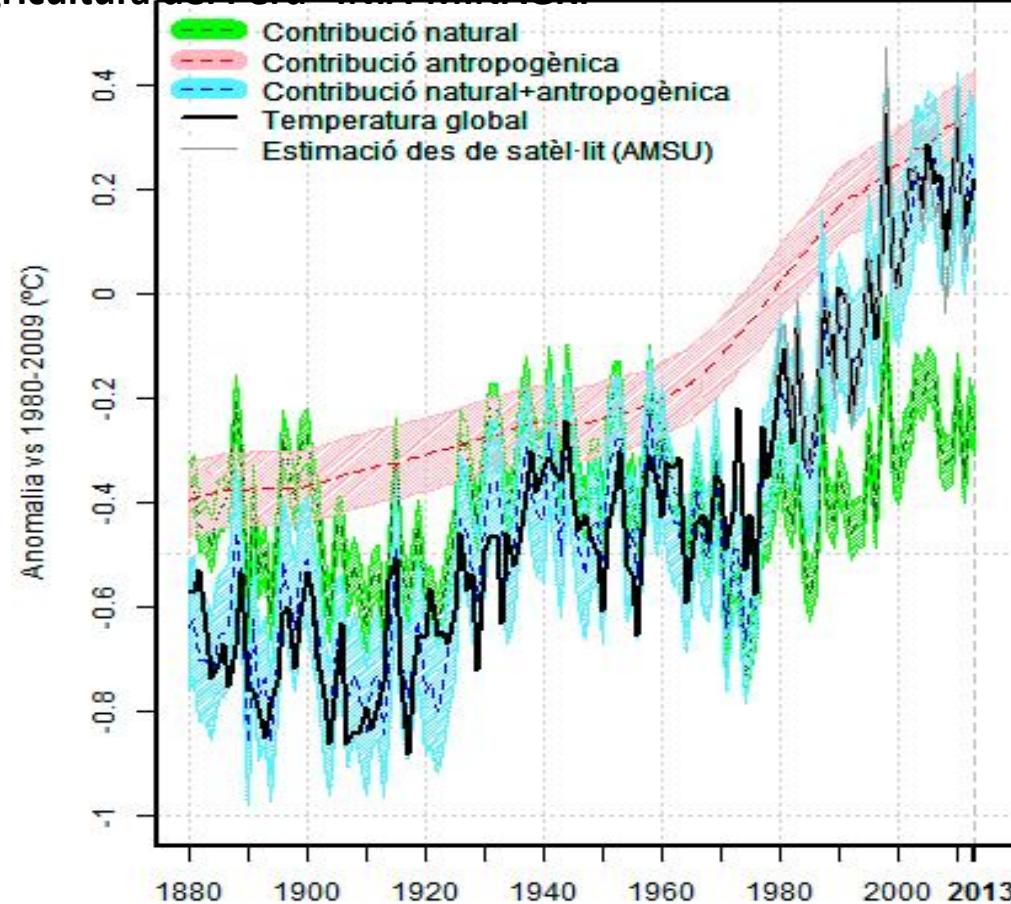
Calentamiento del planeta, con base de la temperatura media en toda la superficie de la tierra.



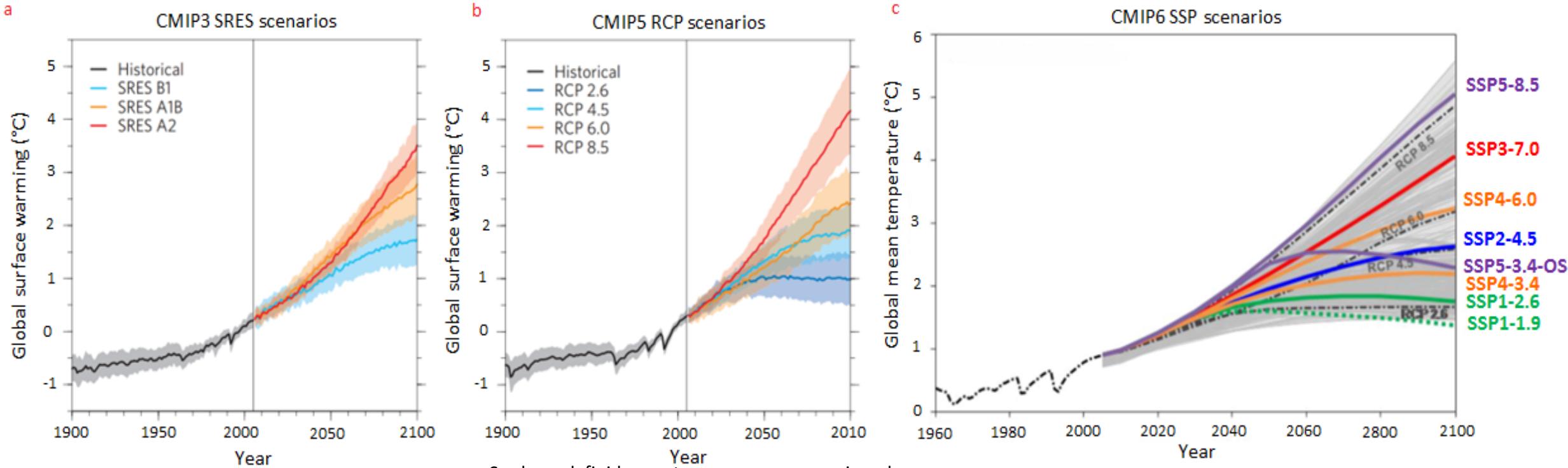
ESCENARIO CLIMÁTICO, es una representación plausible que indica un comportamiento posible del clima en una región en una cierta cantidad de años; tomando en cuenta datos históricos (**Variabilidad natural**) y modelos climáticos globales acoplados y escenarios de emisión. [IPCC 2007].

**RESPUESTA SIMULADA DEL SISTEMA CLIMÁTICO A UN
DETERMINADO ESCENARIO DE EMISIÓN**

PRONÓSTICO



El Proyecto de Interoperación de Modelos Acoplados (CMIP), que comenzó en 1995 bajo los auspicios del World Climate Research Programme (WCRP), se encuentra en su sexta fase (CMIP6).



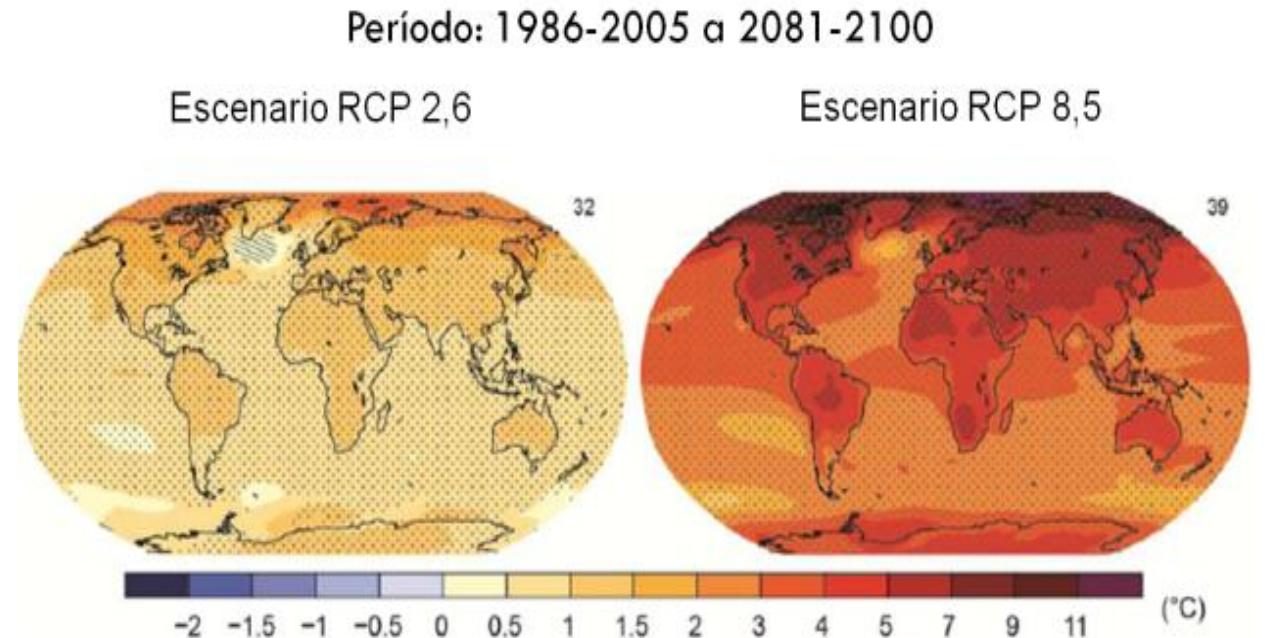
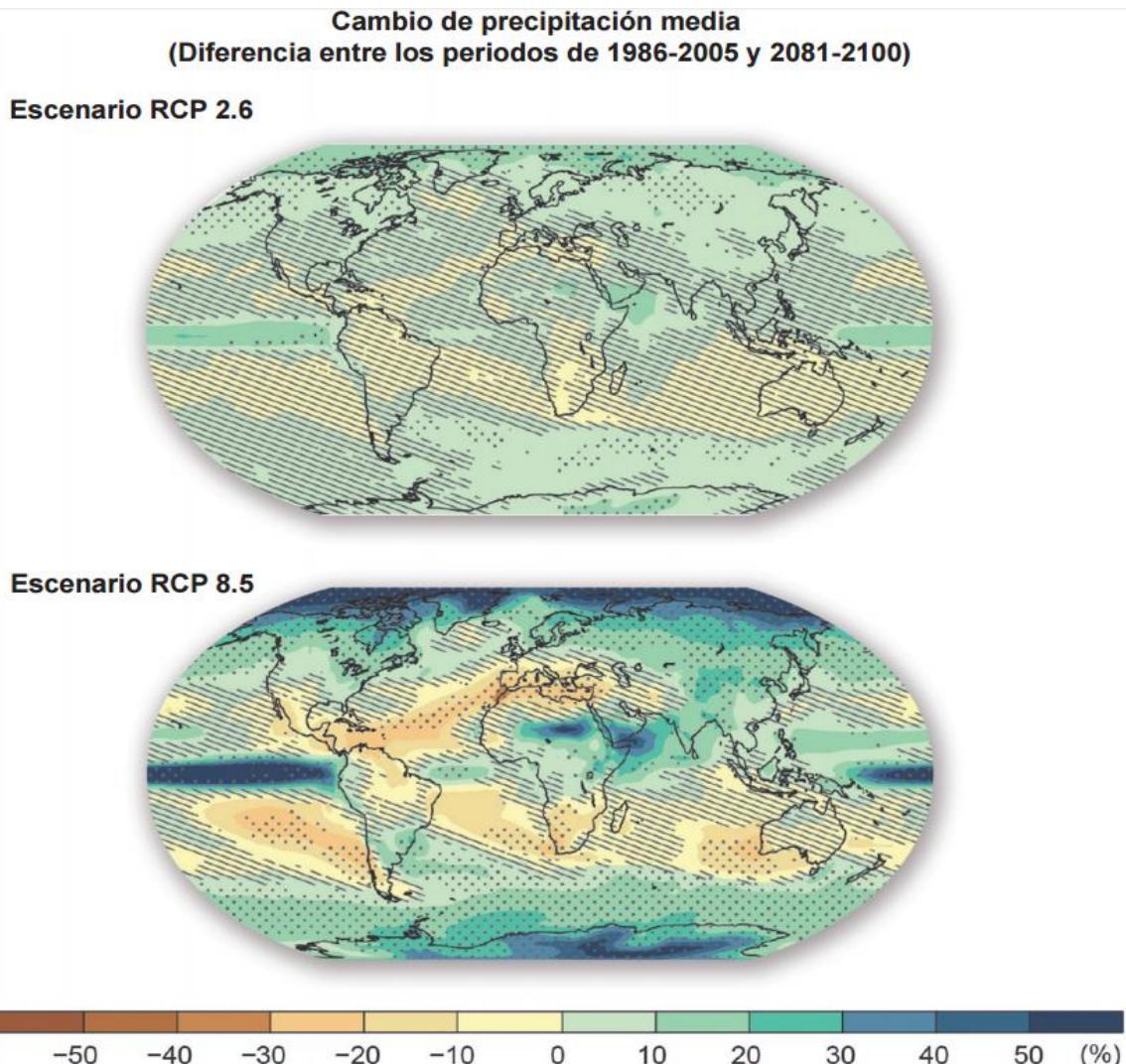
En 1990, 1991, 1996 IPCC escribió los Informes Especiales sobre Escenarios de emisiones (SRES) mediante la estimación de los GEI.

Se han definido cuatro nuevos escenarios de emisión, las denominadas Sendas Representativas de Concentración (RCP). Éstas se identifican por su forzamiento radiativo total para el año 2100

Según O'Neill et al. (2016), estas proyecciones climáticas serán impulsadas por un nuevo conjunto de escenarios de emisiones y de uso del suelo producidos con modelos de evaluación integrados (IAM), basados en nuevas trayectorias futuras de desarrollo social, las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSPs) y relacionadas con las Trayectorias de Concentración Representativas (RCP).

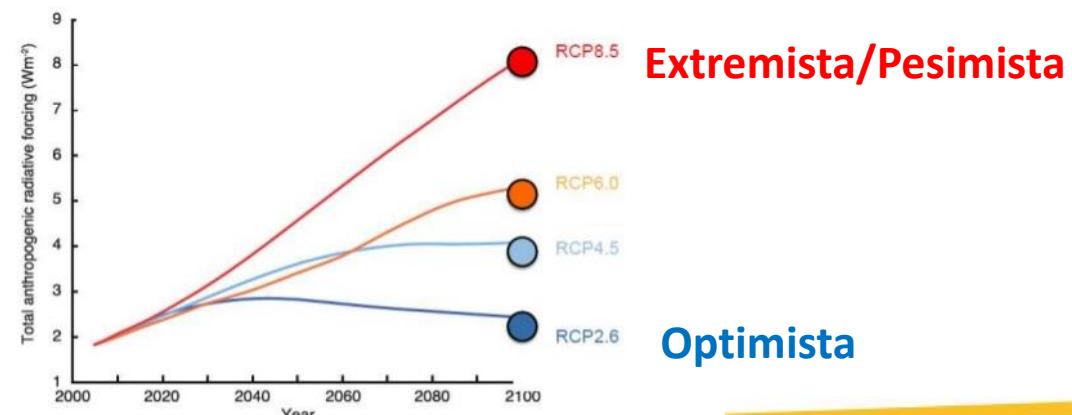
Evolución de los escenarios en las fases del CMIP. Figuras a y b representan el cambio global de la temperatura para los escenarios SRES de CMIP3 y los escenarios RCP de CMIP5 de Knutti et al. (2012). c representa la temperatura media global para el siglo 21 en los escenarios diseñados para escenarios de CMIP6 Riahi et al. (2016).

El Proyecto de Interoperación de Modelos Acoplados (CMIP5)



Forzante radiativo asociado a cada RCP

Fuente: IPCC 2013, pág. 20



Modelos dinámicos

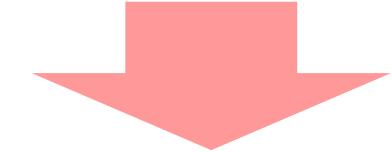


FUTURO

Nos da buena idea del futuro del tiempo atmosférico, basado en diferentes modelos meteorológicos y condiciones iniciales distintas.

DEBILIDAD: Mayores a una semana la capacidad de predicción disminuye

Modelos estadísticos



PASADO

Nos dan una idea de como se ha comportado en el pasado la variable a pronosticar, según El patrón de TSM.

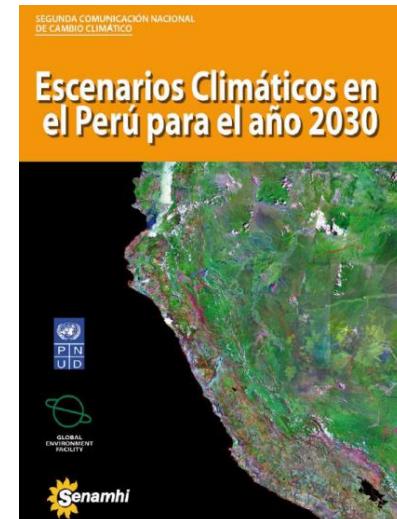
DEBILIDAD: Relaciones históricas no son siempre muy altas y pueden cambiar

**Modelos
dinámicos**

**Modelos
estadísticos**

**CMIP3
(2005-2006)**

**CMIP5
(2010-2014)**



TENDENCIAS CLIMÁTICAS
A NIVEL NACIONAL



<http://idesep.senamhi.gob.pe/geovisoridesep>

ESCENARIOS REGIONALIZADOS AL 2050

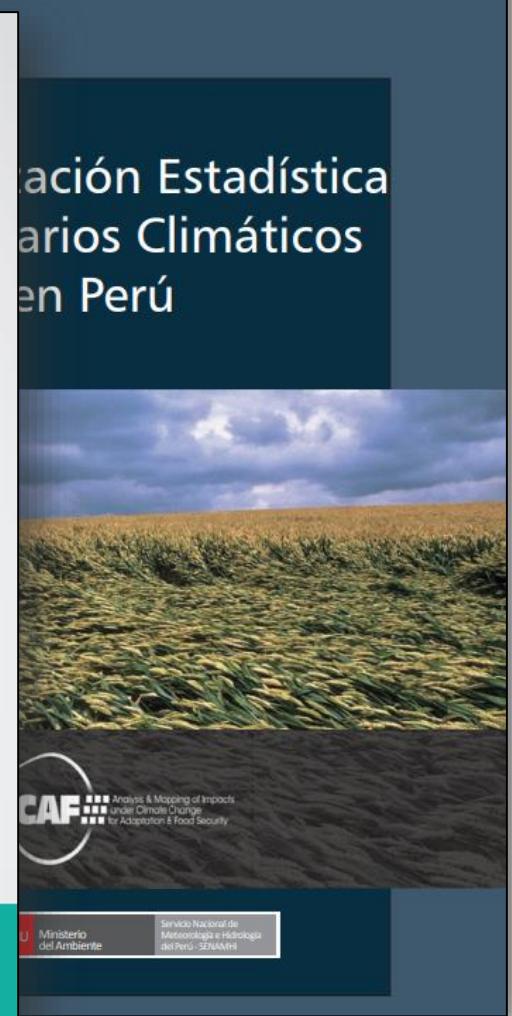


PERÚ Ministerio del Ambiente

El Perú y el Cambio Climático

Tercera Comunicación Nacional del Perú

a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático

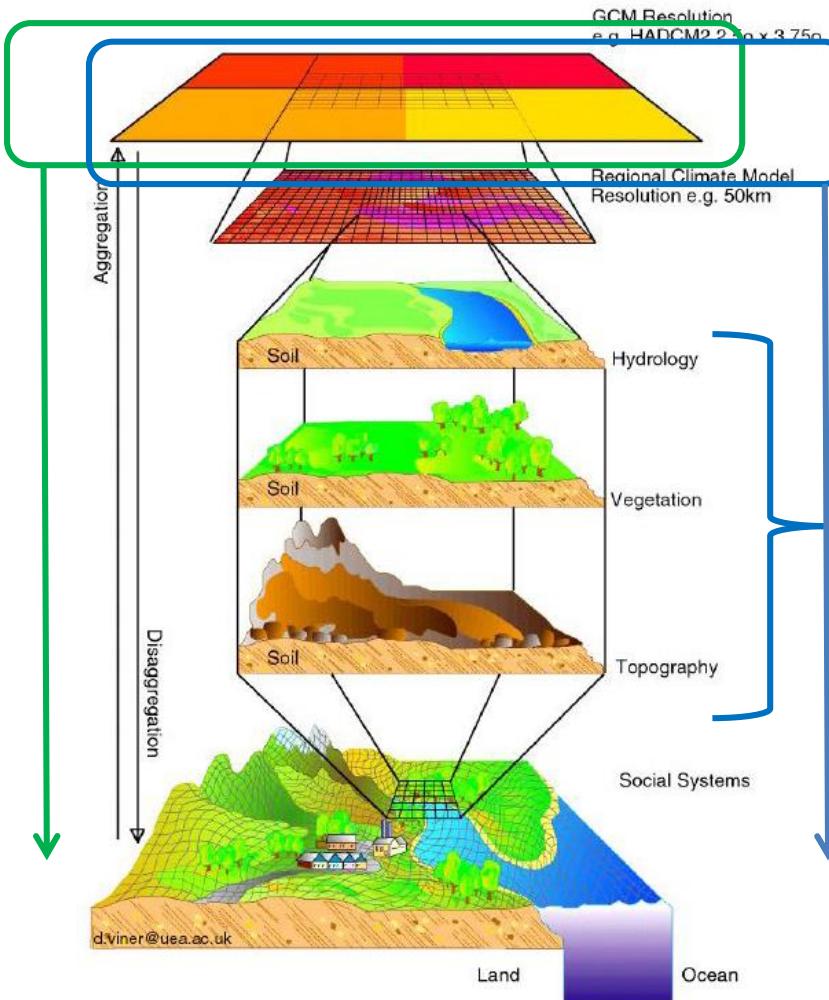


TECNICAS DE REGIONALIZACION

Regionalización estadística:

Asume una relación entre las variables a una gran escala espacial (MCGA) y el clima local, como precipitación y temperatura. Utiliza una función de transferencia (pe: regresión lineal), para determinar esa relación.

- Bajo costo computacional.
- Información local (puntual).
- Resultados: Variables en superficie.

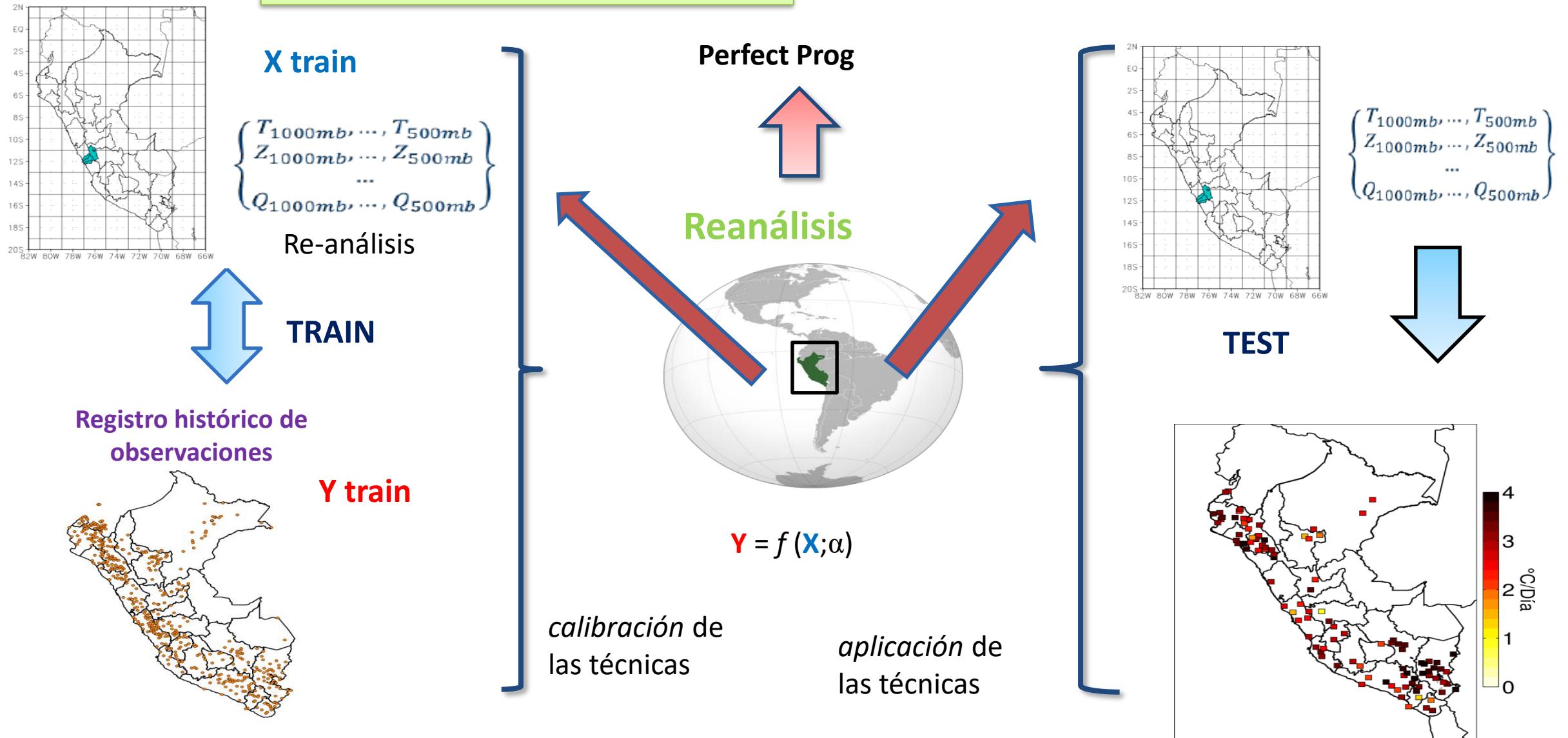


Regionalización dinámica:

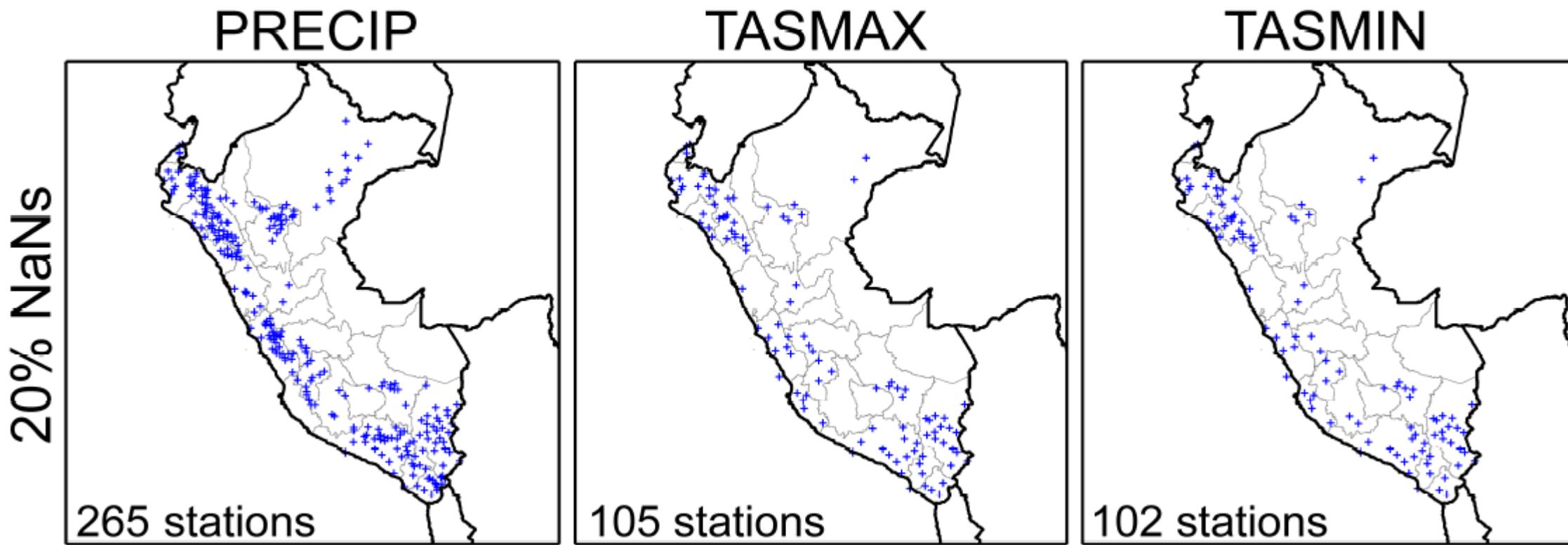
Utiliza un modelo climático regional (RCM), con información de un MCGA como entrada, y necesita condiciones de contorno como Temperatura superficial del mar, vegetación, topografía, etc.)

- Alto costo computacional.
- Información grillada a escala regional y local.
- Resultados: Variables en superficie y altura.

Regionalización estadística:



Estaciones finales (seleccionadas en base al porcentaje de datos faltantes en el periodo 1971-2000 y 1981-2010):



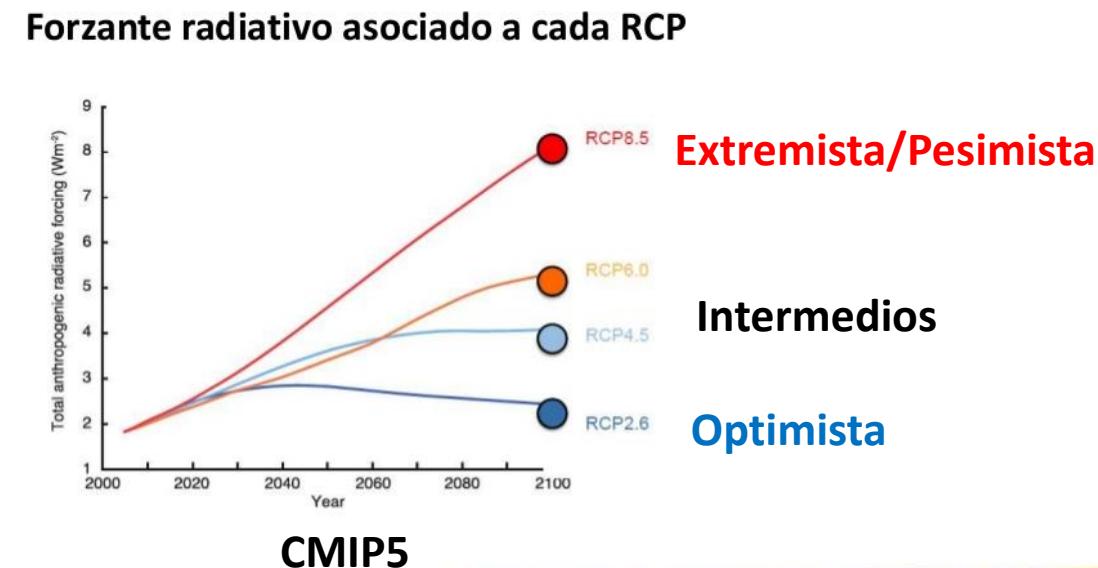
Modelos de Circulación Global - MOSAICC

ESM name	Institution acronym	Resolution Reference	
CanESM2	CCCMA	2.8° × 2.8°	Chylek et al (2011)
CNRM-CM5	CNRM-CERFACS	1.4° × 1.4°	Voldoire et al (2011)
GFDL-ESM2M	NOAA GFDL	2.5° × 2°	Dunne et al (2012)
IPSL-CM5A-MR	IPSL	1.5° × 1.27°	Dufresne et al (submitted)
MIROC-ESM	MIROC	2.8° × 2.8°	Watanabe et al (2011)
MPI-ESM-MR	MPI	1.8° × 1.8°	Raddatz et al (2007); Jungclaus et al (2010)

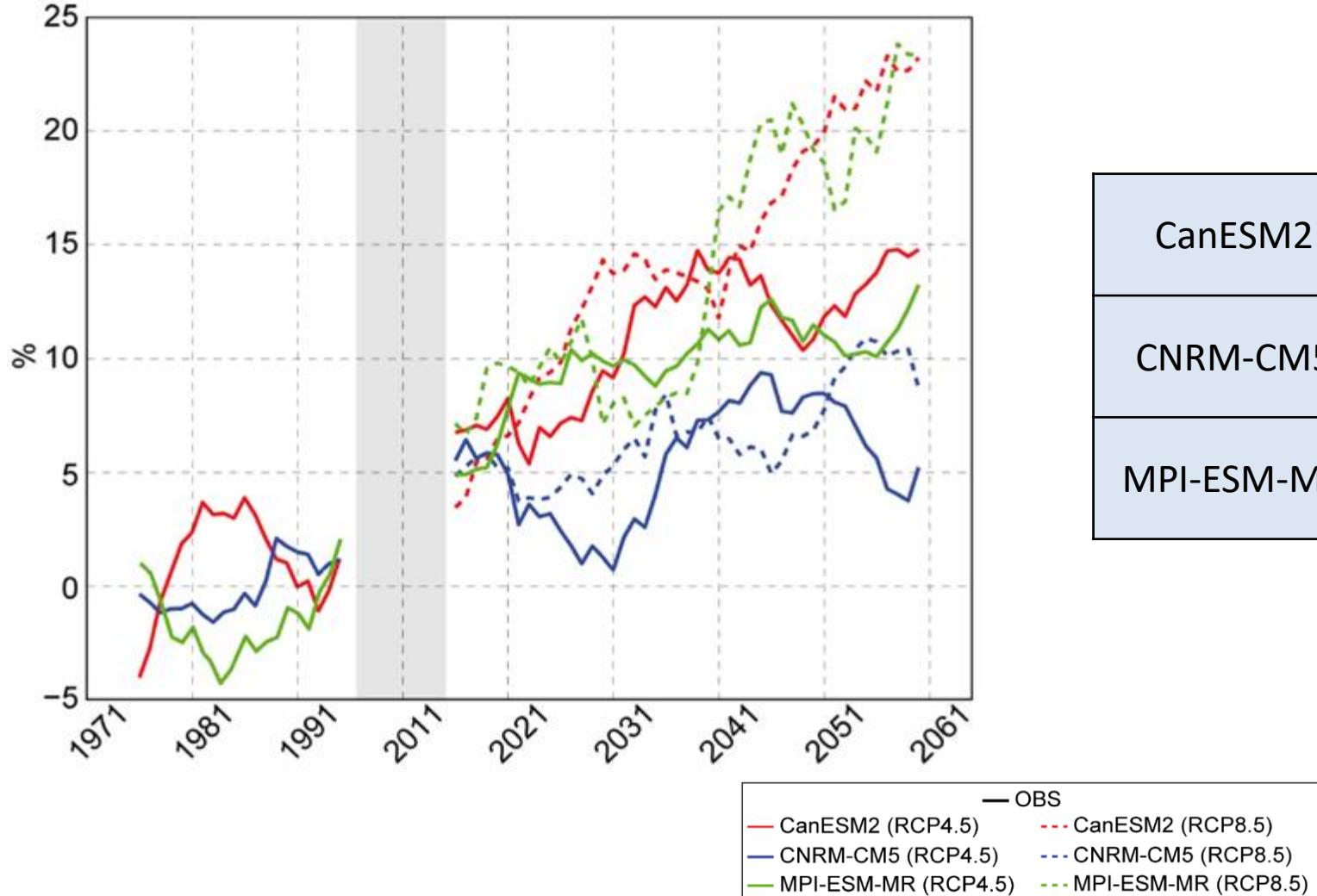
Dos escenarios de emisión utilizados:

- Escenario de altas emisiones: RCP 8.5
- Escenario intermedio de emisiones: RCP 4.5

TOTAL: SEIS ESCENARIOS CLIMÁTICOS



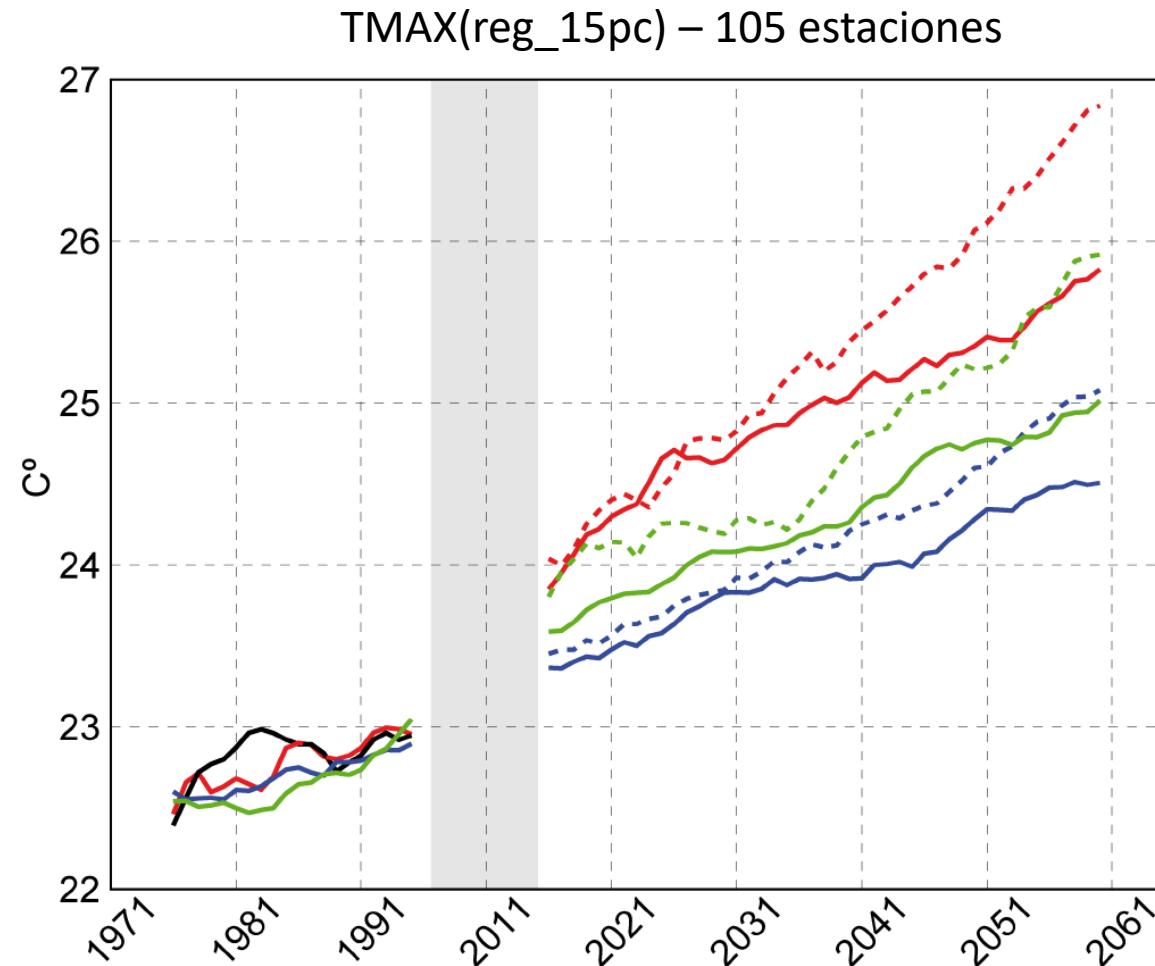
Precipitación (an1) – 265 estaciones



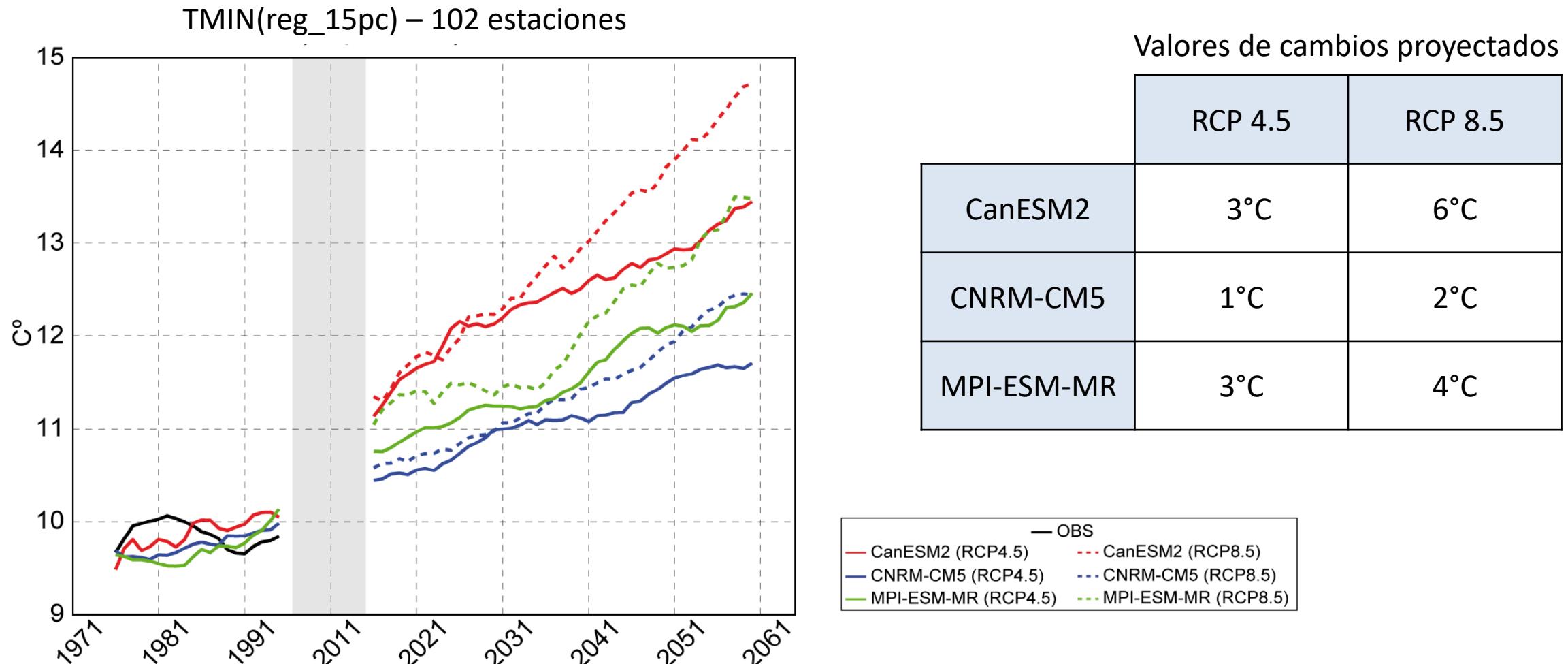
Cambios de precipitación (%) a nivel nacional

	RCP 4.5	RCP 8.5
CanESM2	15 %	23 %
CNRM-CM5	5 %	10 %
MPI-ESM-MR	10 %	20 %

Ensamble de 6 (3 ESMs x 2 RCPs) proyecciones 'plausibles' para Temperatura máxima (promedio de 105 estaciones)

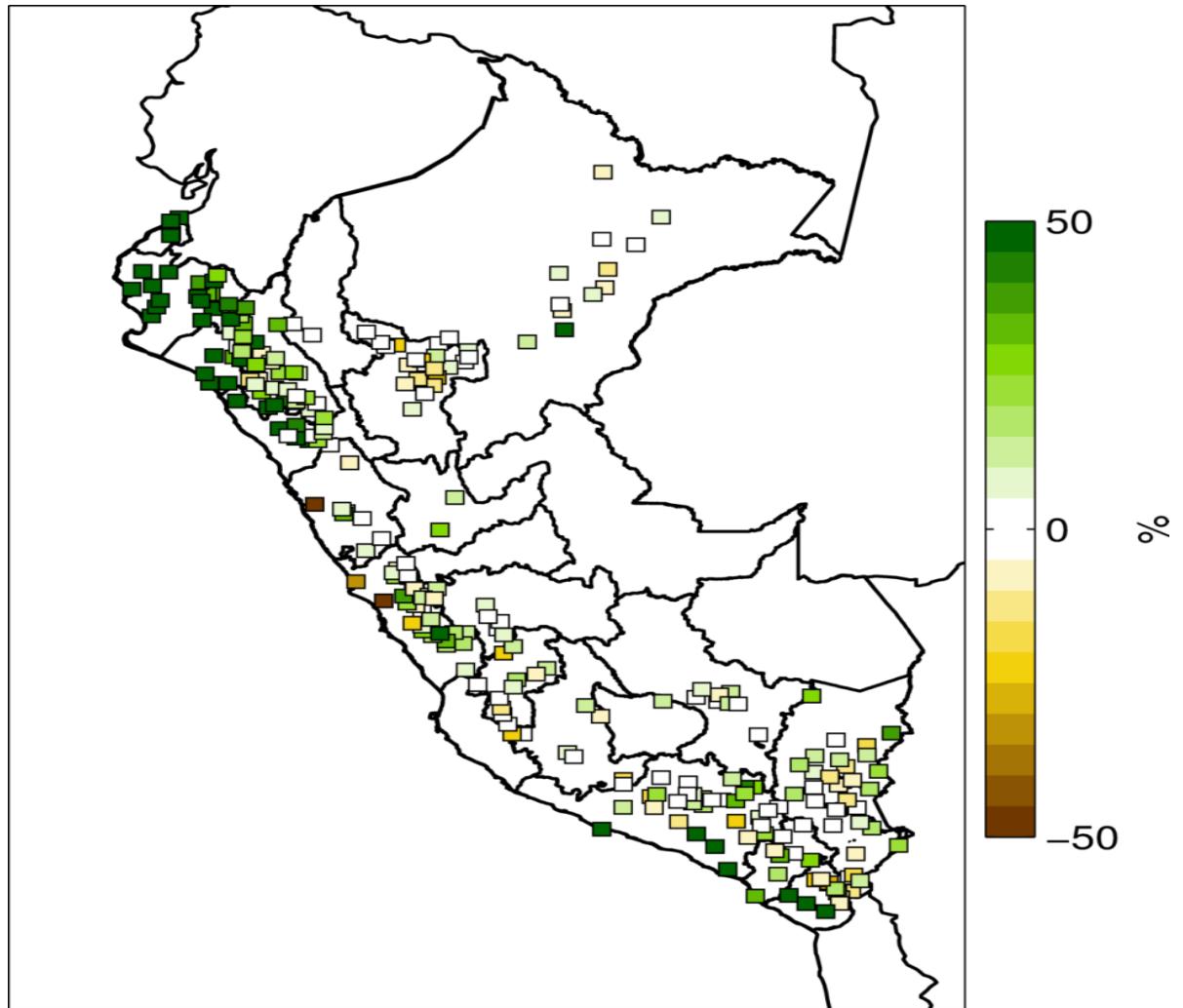


Ensamble de 6 (3 ESMs x 2 RCPs) proyecciones 'plausibles' para Temperatura mínima (promedio de 102 estaciones)

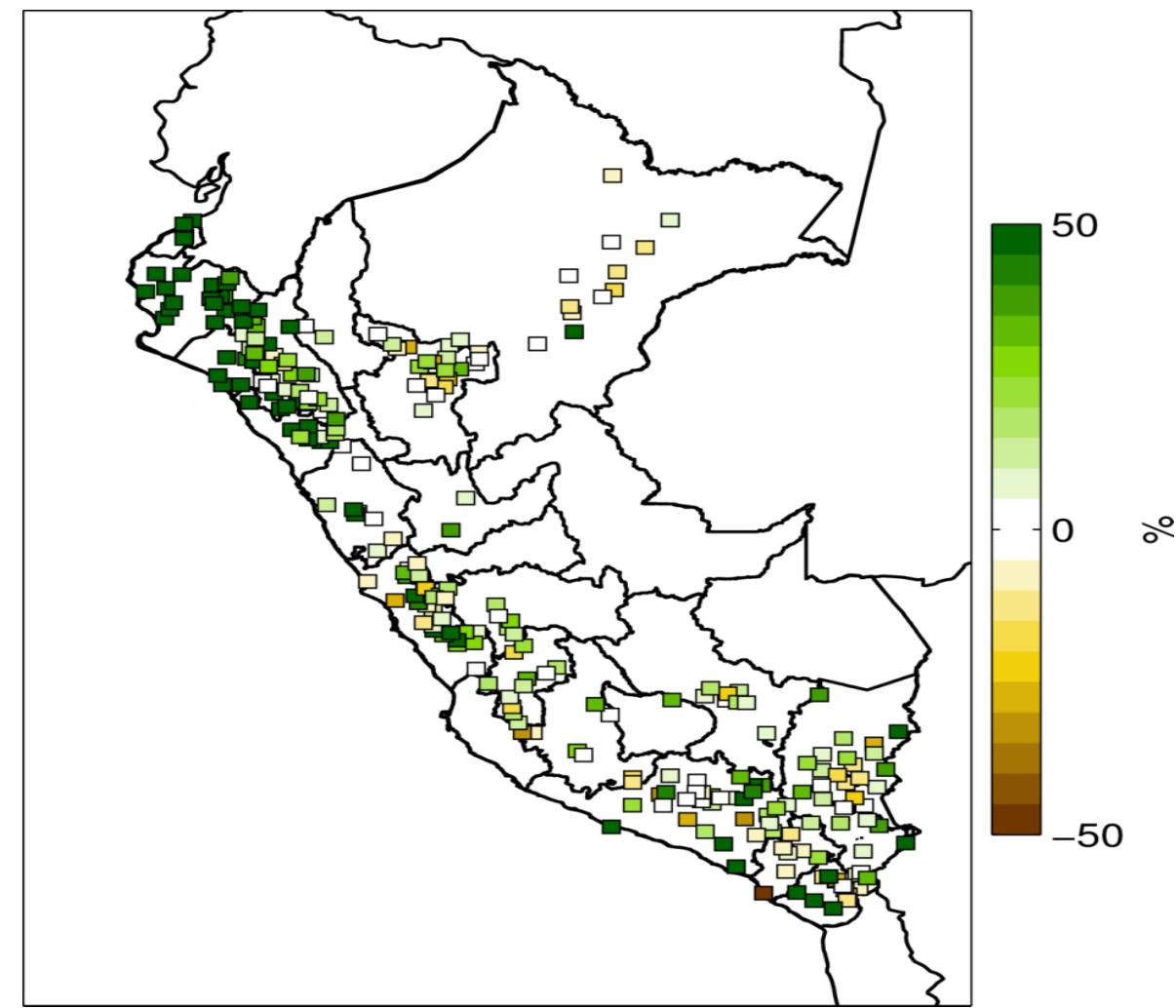


Proyección de cambios en precipitación hacia el año 2050

Escenario con emisión estable de GEI



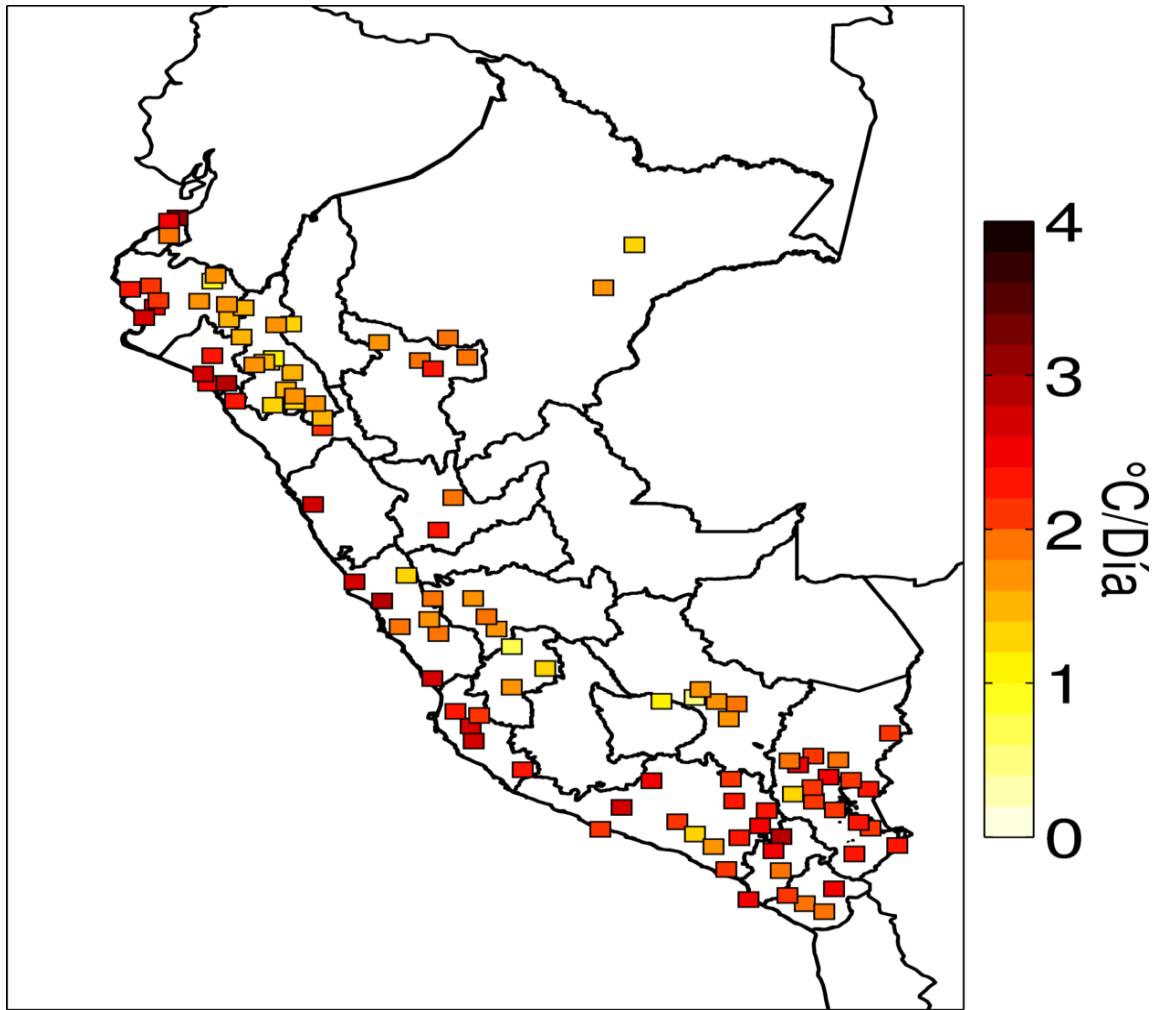
Escenario con alta emisión de GEI



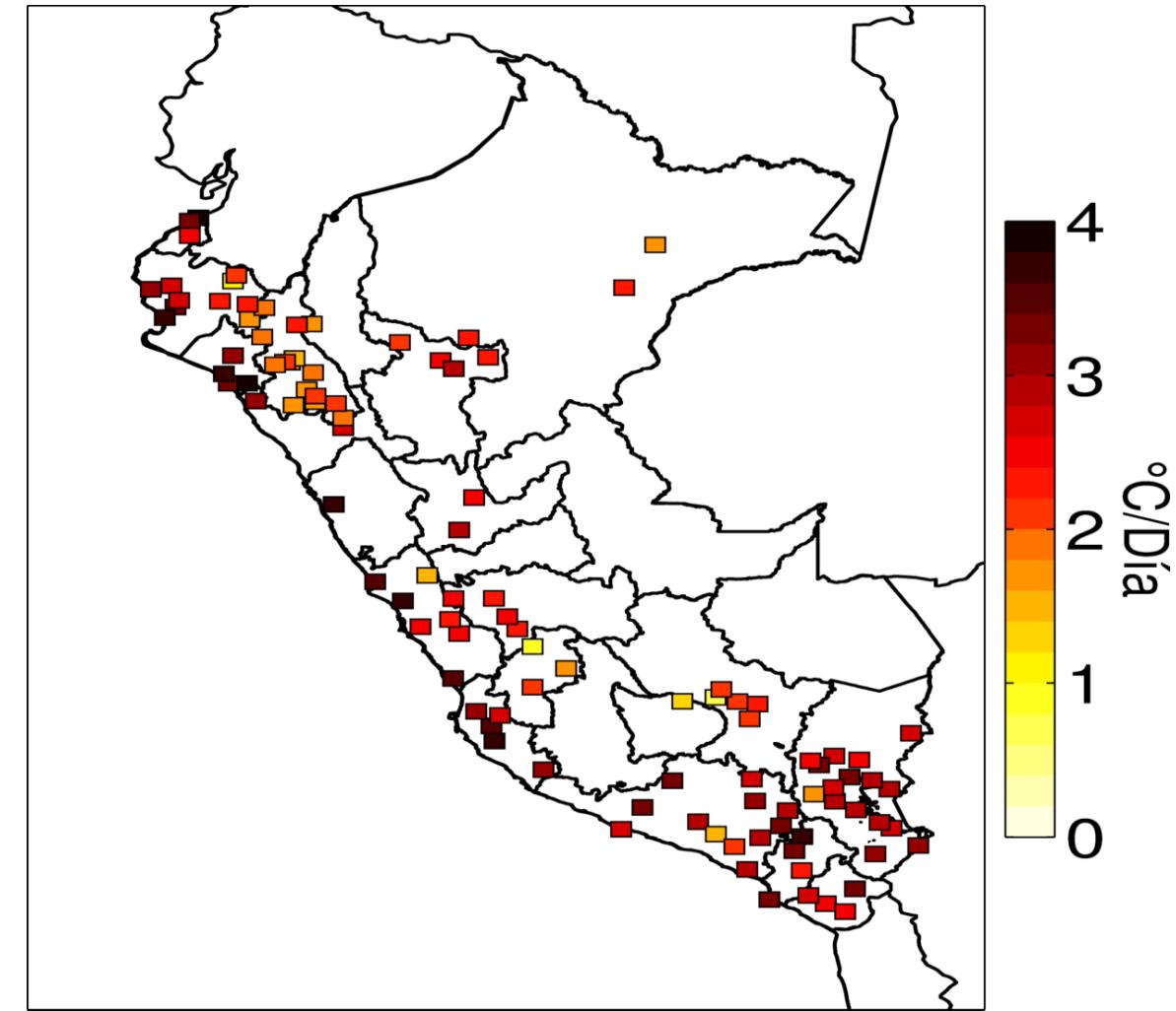
Fuente: SENAMHI (2014)

Proyección de cambios en temperatura máxima hacia el año 2050

Escenario con emisión estable de GEI



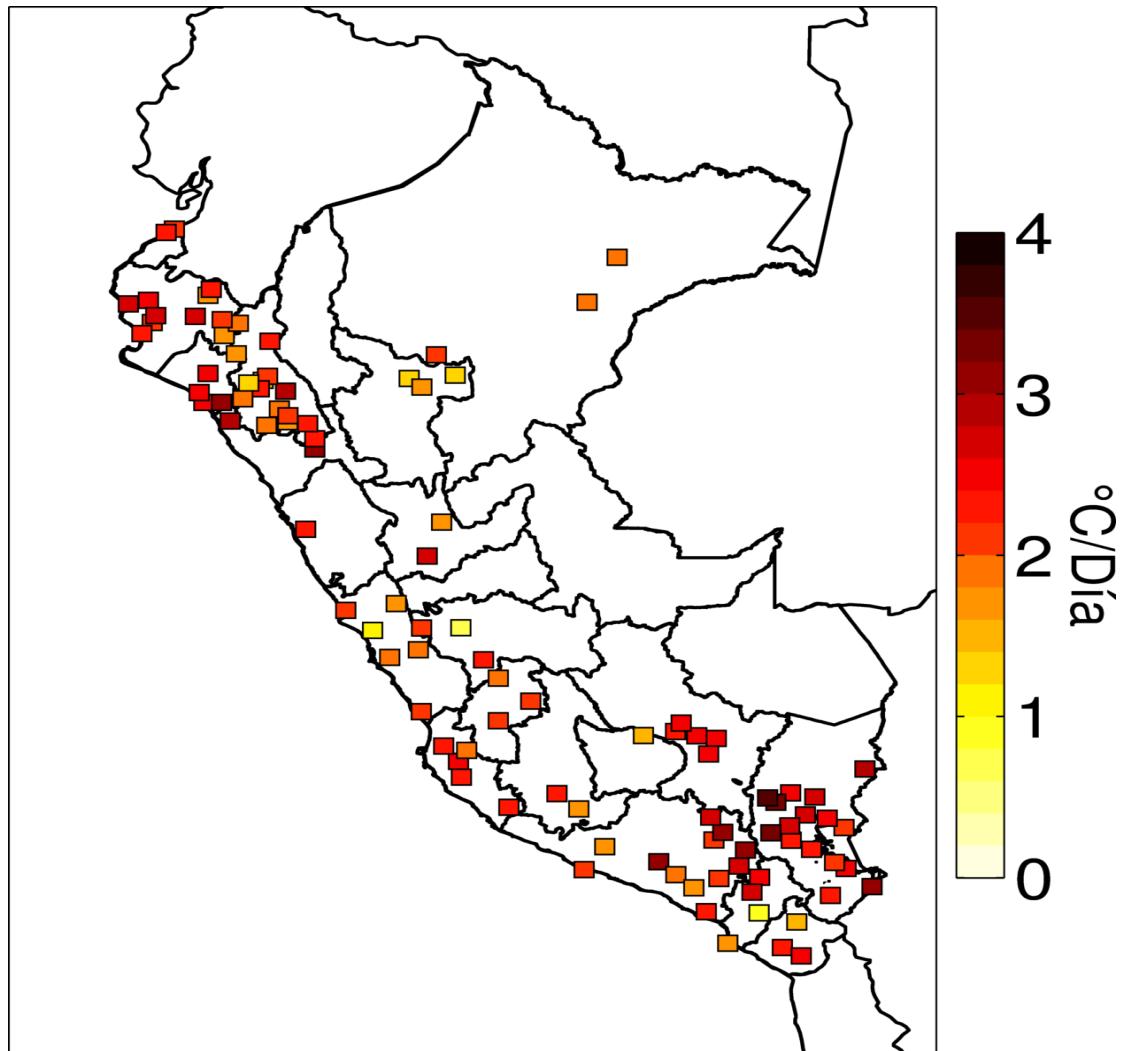
Escenario con alta emisión de GEI



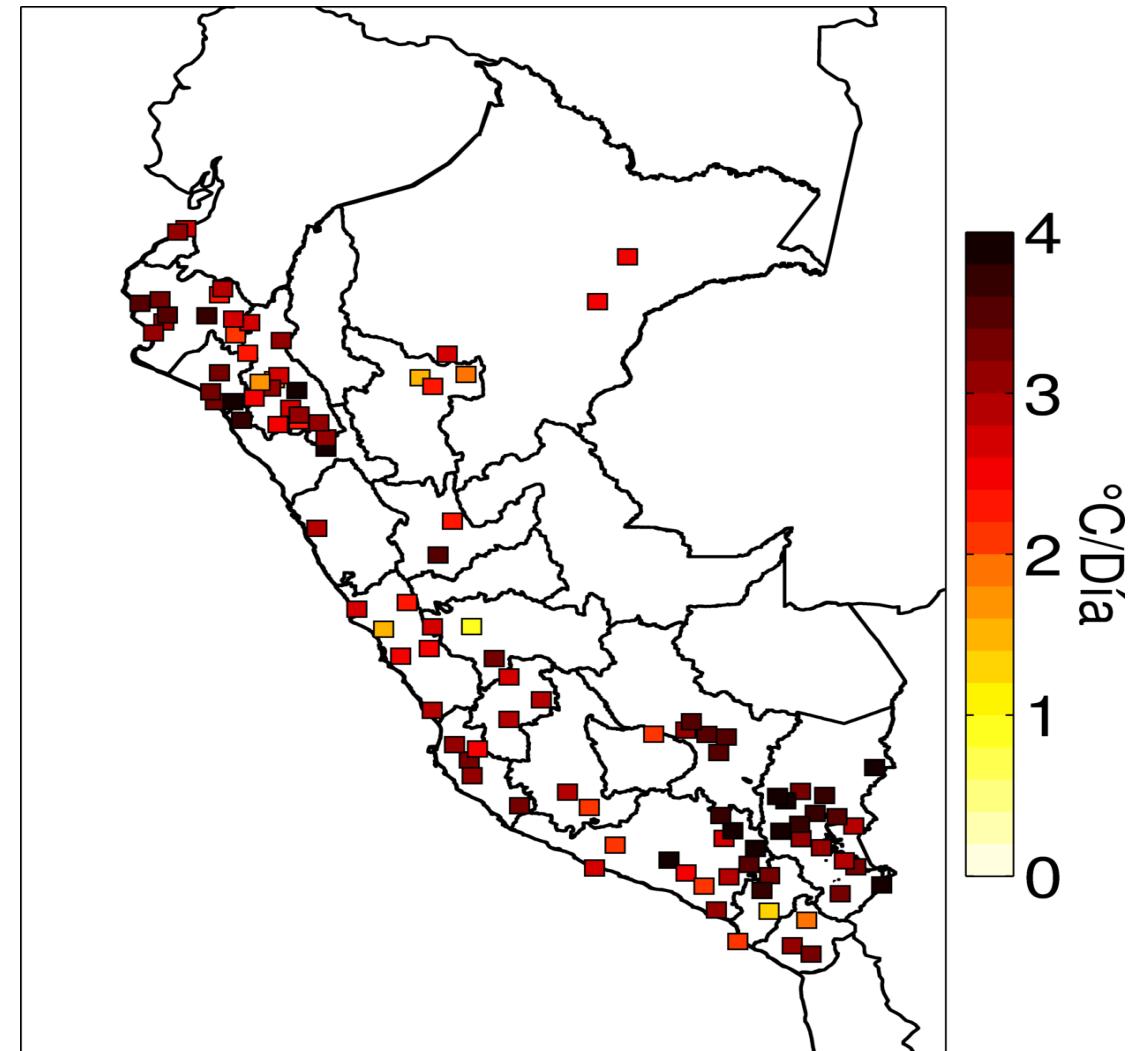
Fuente: SENAMHI (2014)

Proyección de cambios en temperatura mínima en el periodo 2036-2065 (con respecto al periodo 1971-2000)

Escenario con emisión estable de GEI



Escenario con alta emisión de GEI



CONCLUSIÓN

Para el estudio se usaron los escenarios de emisiones RCP 4.5 y RCP 8.5 y los modelos climáticos globales CanESM2, CNRM-CM5 y MPI-ESM-MR; por lo que se logró obtener hasta seis proyecciones posibles (3x2 ESM RCP). En todas ellas, se observaron incrementos en los promedios de precipitación y temperatura.

Para la precipitación, dos modelos utilizados, CanESM2 y MPI-ESM-MR, proporcionan resultados similares, con incrementos promedio para el periodo 2036-2065 entre el 10 % y el 20 %, mientras que el modelo CNRM-CM5 ofrece cambios menores. Por otra parte, los dos RCP llevan a proyecciones similares hasta 2040, momento en el cual las diferencias comienzan a incrementarse hacia adelante.

Para el caso de las temperaturas, el modelo CNRM-CM5 y el CanESM2 proyectan sistemáticamente incrementos más débiles y fuertes, respectivamente, mientras que el MPI ESM-MR proporciona resultados moderados. Los incrementos promedio para el periodo 2036-2065 están entre 2 °C y 3 °C, y 4 °C y 6 °C para la temperatura máxima y mínima, respectivamente, dependiendo del Modelo de Sistema Global (ESM por sus siglas en inglés) y de los RCP.

Con el fin de evaluar la distribución espacial de estos resultados, se aplicó el método delta, restando la media del periodo de referencia histórico (1971-2000) respecto a la media del periodo de escenario objetivo (2036-2065). Para la precipitación, los resultados obtenidos muestran una alta variabilidad espacial, con cambios de aumento/disminución en estaciones cercanas, excepto en la parte noroeste del país, donde la señal de humedecimiento es clara.

Por otro lado, los resultados para las temperaturas muestran un aumento de estas en todo el país, los más altos incrementos se encuentran en la región del Altiplano. Asimismo, se tiene que la señal de calentamiento proyectado es mayor para la temperatura mínima que para la temperatura máxima.

Por último, los dos RCP considerados llevan a resultados similares, aunque los valores se intensifican más en el RCP 8.5 para las tres variables.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



Muchas gracias

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú -SENAMHI

Jirón Cahuide 785 – Jesús María, Lima –Perú

Teléfono: (01) 6141414

Consultas y sugerencias: jllamocca@senamhi.gob.pe

EL PERÚ PRIMERO