



Selección de Conjuntos de Proyecciones Climáticas para Aplicaciones de Mitigación, Adaptación y Gestión del Riesgo

Alex Ruane y Meridel Phillips, Instituto para Estudios Espaciales NASA Goddard, Nueva York EE.UU.

1^{ra} Parte: 19 de septiembre de 2022

2^{da} Parte: 20 de septiembre de 2022





2^{da} Parte: ¿Cómo elegir un conjunto de proyecciones para su aplicación?

Objetivos para esta Sesión de ARSET

¿Cómo seleccionamos un conjunto de proyecciones climáticas para usar en nuestra aplicación de mitigación, adaptación o gestión del riesgo?

1ª Parte: ¿Qué hace los conjuntos de proyecciones diferentes?

- Contexto de las áreas de aplicación (mitigación, adaptación, riesgo)
- De dónde provienen los conjuntos de proyecciones climáticas
- Características distintivas clave

2ª Parte: ¿Cómo se elige un conjunto de proyecciones para las aplicaciones de uno?

- Alineación de las características del conjunto de proyecciones con las necesidades de una aplicación determinada
- Ventaja de usar versiones más actualizadas
- Compromisos en el uso de conjuntos de proyecciones más complejos
- Materiales de apoyo que hacen que un conjuntos de proyecciones sea más atractivo



Resumen de la 1^{ra} Parte:

- Las áreas de aplicaciones de mitigación, adaptación y riesgos tienen distintos contextos.
- Los conjuntos de proyecciones climáticas provienen de modelos climáticos y están orientados hacia la toma de decisiones.
- **Características clave de un conjunto de proyecciones climáticas:**
 1. Modelos climáticos globales
 2. Escenarios y tramas
 3. Reducción de Escalas
 4. Resolución Temporal
 5. Resolución Espacial
 6. Post-Procesamiento
 7. Variables “Listas para Aplicaciones”
- **La 2^{da} Parte describirá consideraciones al momento de elegir un conjunto de proyecciones para una aplicación determinada.**





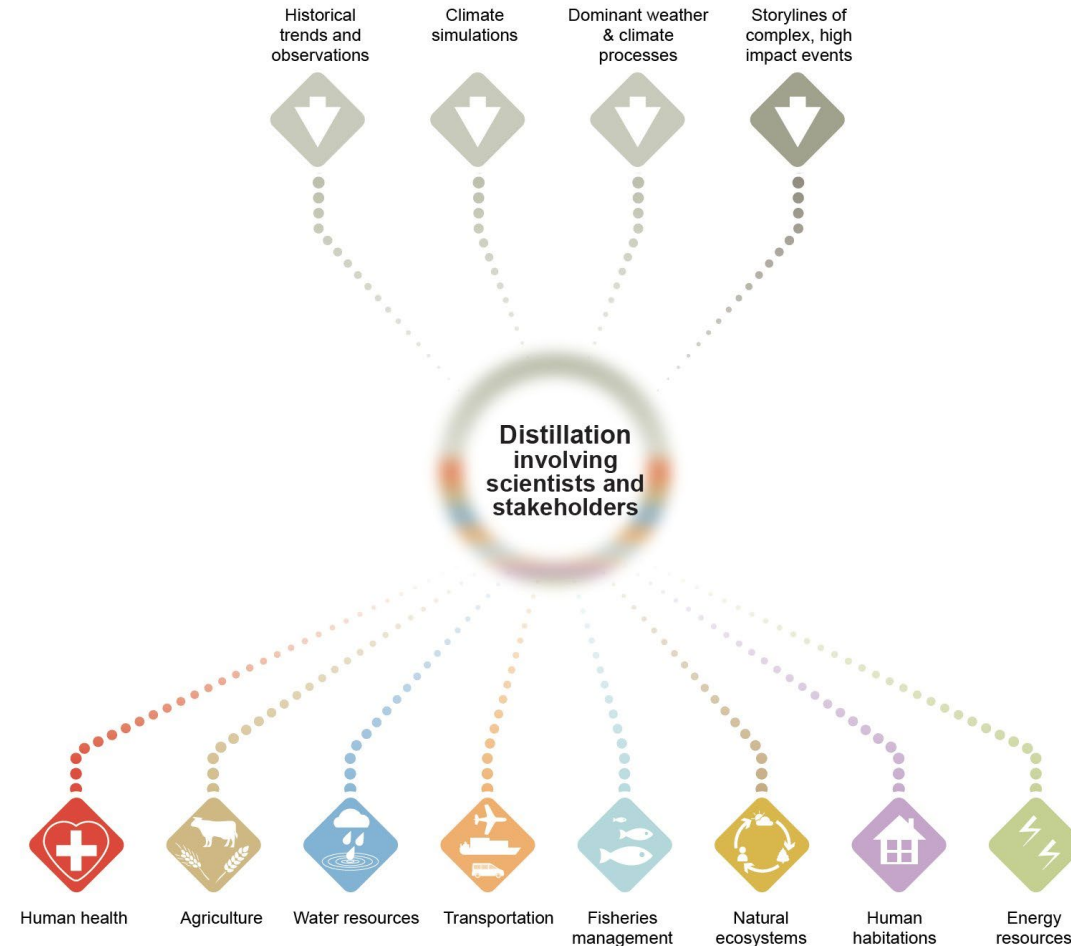
Alinear las Características de un Conjunto de
Proyecciones con las Necesidades de una
Aplicación Determinada

La Participación de las Partes Interesadas en un Proceso de Co-Desarrollo es Clave

- Conectar con las vulnerabilidades de sistema y el proceso de decisión
- Reconocer los valores y motivaciones de todos los participantes

FAQ 10.1: How can scientists provide useful regional climate information?

In decision-making, climate information is more useful if the physical and cultural diversity across the world is considered.



Información Climática para Decisores

Doblas-Reyes et al., (2021)
IPCC AR6 WGI FAQ10.1



Determinar Qué Información Climática es Útil

Un **climatic impact-driver*** (CID) es una condición climática que afecta directamente algún elemento de la sociedad o los ecosistemas.

Los CIDs y sus cambios pueden ocasionar resultados positivos, negativos, o intrascendentes (o una mezcla de estos).



*Climate impact driver = impulsor de impacto climático en inglés



Identificación de Climatic Impact-drivers (CIDs) Relevantes



		Climatic Impact-driver																																
		Heat and Cold		Wet and Dry							Wind				Snow and Ice					Coastal			Open Ocean				Other							
Sector	Asset	Mean air temperature	Extreme heat	Cold spell	Frost	Mean precipitation	River flood	Heavy precipitation and pluvial flood	Landslide	Aridity	Hydrological drought	Agricultural and ecological drought	Fire weather	Mean wind speed	Severe wind storm	Tropical cyclone	Sand and dust storm	Snow, glacier and ice sheet	Permafrost	Lake, river and sea ice	Heavy snowfall and ice storm	Hail	Snow avalanche	Relative sea level	Coastal flood	Coastal erosion	Mean ocean temperature	Marine heatwave	Ocean acidity	Ocean salinity	Dissolved oxygen	Air pollution weather	Atmospheric CO ₂ at surface	Radiation at surface
Food, Fibre and Other Ecosystem Products (WGII Chapter 5)	Crop systems																																	
	Livestock and pasture systems																																	
	Forestry systems																																	
	Fisheries and aquaculture systems																																	



También es importante notar lo que NO está incluido en un conjunto de datos determinado

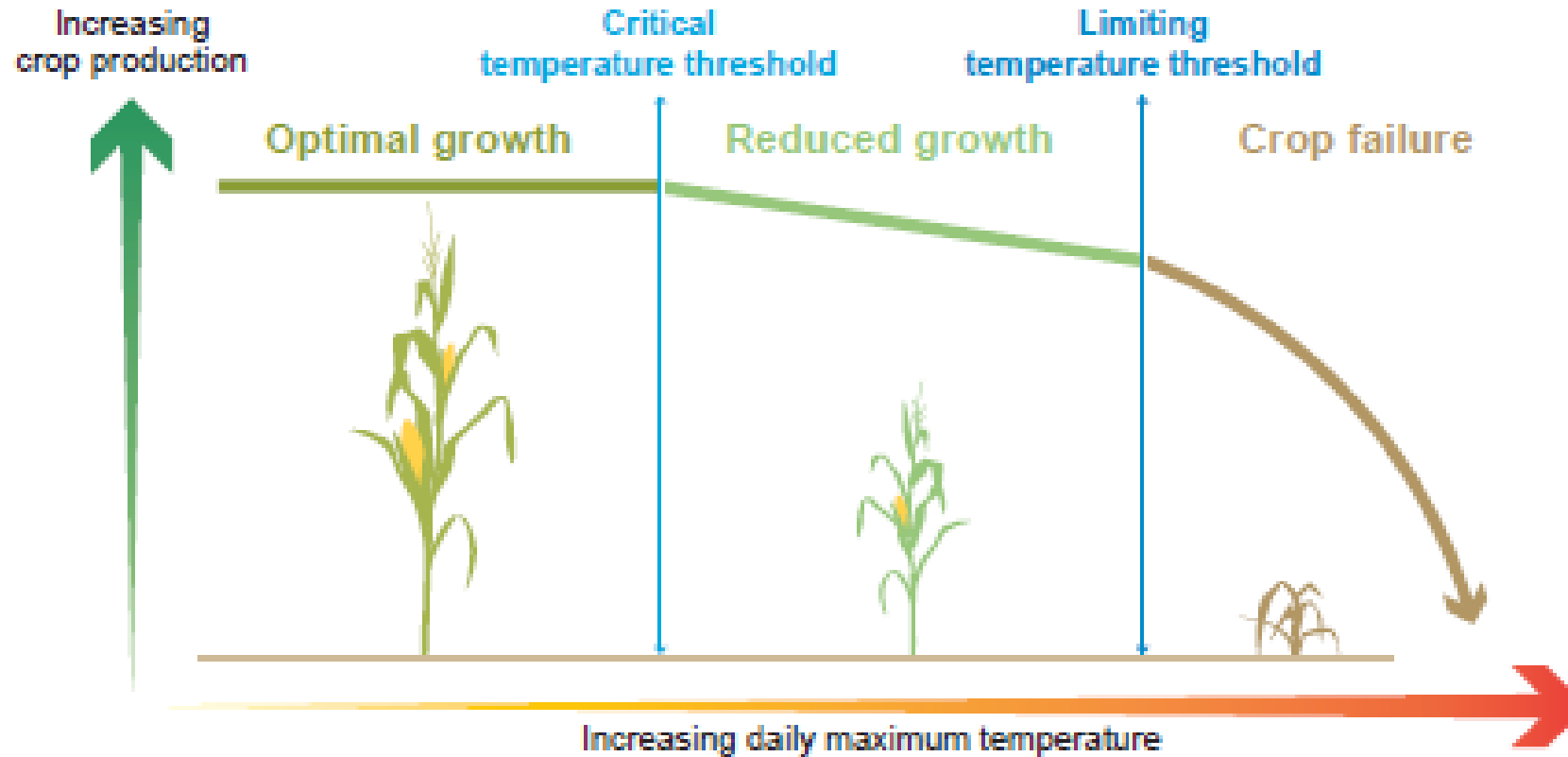
IPCC AR6 WGI Capítulo 12

Tabla 12.2

Ranasinghe et al. (2021)



Identificación de Índices de Climatic Impact-Drivers (CID)



FAQ 12.2, Figure 1 | Crop response to maximum temperature thresholds. Crop growth rate responds to daily maximum temperature increases, leading to reduced growth and crop failure as temperatures exceed critical and limiting temperature thresholds, respectively. Note that changes in other environmental factors (such as carbon dioxide and water) may increase the tolerance of plants to increasing temperatures.

IPCC AR6 WGI Capítulo 12

Ranasinghe et al. (2021)

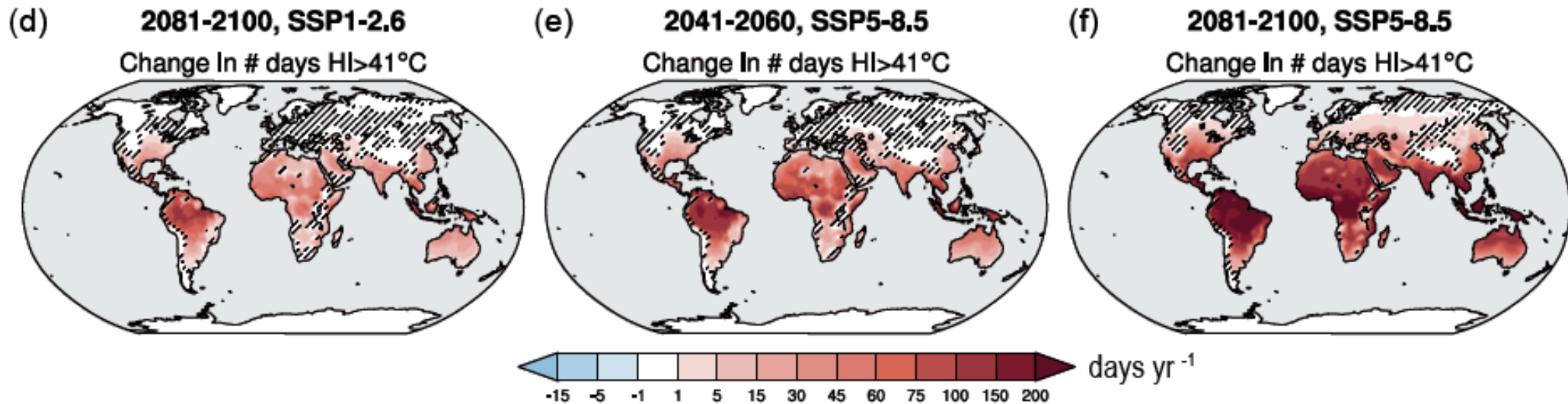
FAQ12.2

Ver también: Ruane et al. (in review)



Cómo Identificar las Necesidades de una Aplicación

- Las aplicaciones más especializadas puede que requieran **características de proyecciones personalizadas**.
- La disponibilidad de variables críticas para impulsar un modelo de impactos.
 - La reacción con **umbrales relevantes al sector** es de particular importancia.



Días por encima del índice de calor NOAA > 41°C , el cual es peligroso para hacer ejercicios, trabajar en construcción o labores agrícolas al aire libre.

Fuente: IPCC AR6 WGI CH12; Ranasinghe et al. (2021) Figura 12.4



Alinear con Información Científica que Posibilitará Decisiones

- **Escala de Análisis:**

- ¿Se necesitan proyecciones para una ubicación puntual o para un espacio más grande?
 - Los análisis en base a ubicaciones puntuales pueden permitir metodologías más complejas dada la reducción de cobertura espacial.

- **Calidad de Observaciones Locales:**

- ¿La región de la aplicación es rica en datos, o estos son escasos ahí?
 - Las técnicas de ajuste de sesgos funcionan mejor donde hay muchas observaciones.

- **Uso de Modelos de Impactos Adicionales:**

- ¿Las proyecciones están diseñadas para calcular índices de climatic impact-drivers singulares o para impulsar un modelo de impactos más complejo?
 - Los modelos de impactos requieren más coherencia a lo largo del espacio, tiempo y variables.





Ventajas de Usar las Versiones Más
Actualizadas

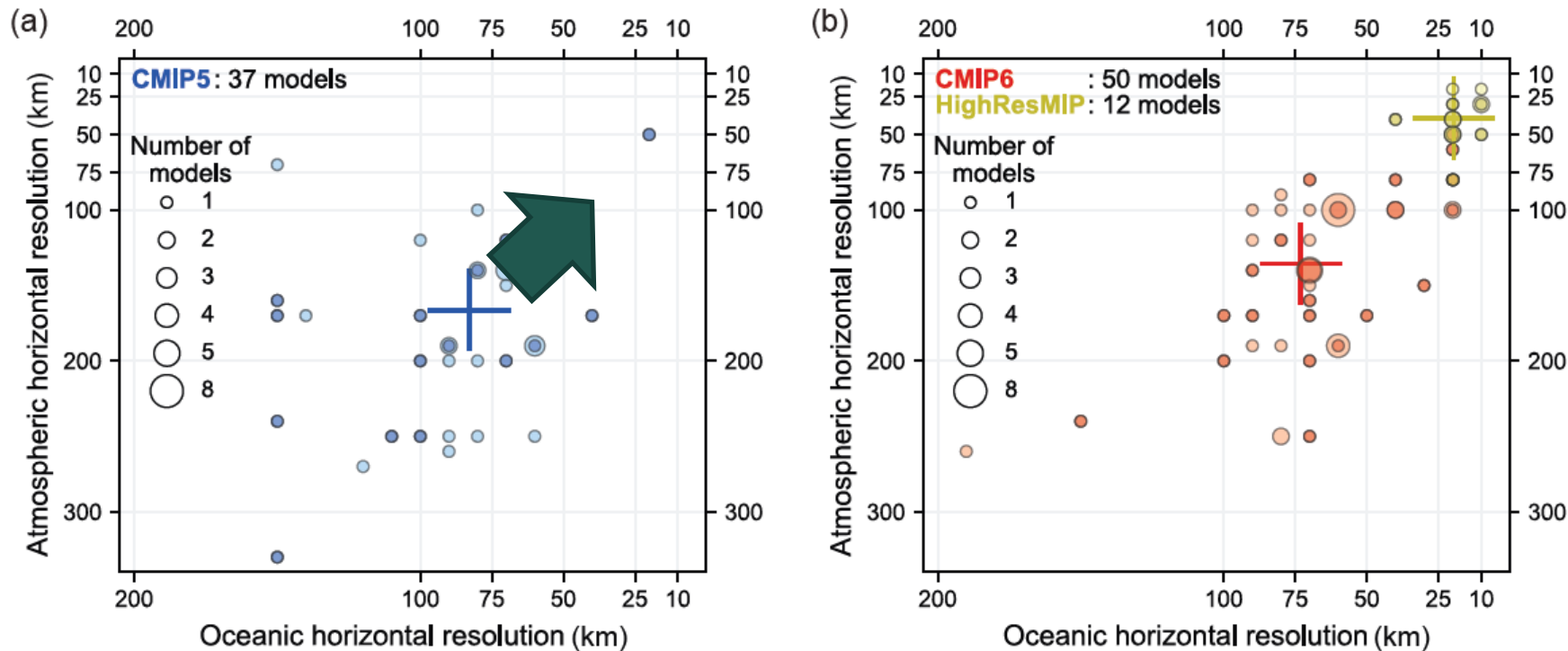
Beneficios de Usar Versiones Actualizadas

- **Ha habido mejoras significativas con el pasar del tiempo en todos los aspectos de las proyecciones climáticas:**
 1. Modelos Climáticos Globales
 2. Escenarios y Tramas
 3. Reducción de Escala
 4. Resolución Temporal
 5. Resolución Espacial
 6. Post-Procesamiento
 7. Variables 'Listas para Aplicaciones'



Mejorías Sustanciales en Modelos Climáticos

- **Procure usar CMIP6 en vez de CMIP5; evite CMIP3 o modelos más antiguos**
- Resolución espacial mejorada
- Representación de la física y de procesos mejorada
- Modelos adicionales con más información diagnóstica



IPCC AR6 WGI CH1
Chen et al. (2021)
Figura 1.19



Mejorías Sustanciales en Escenarios y Tramas

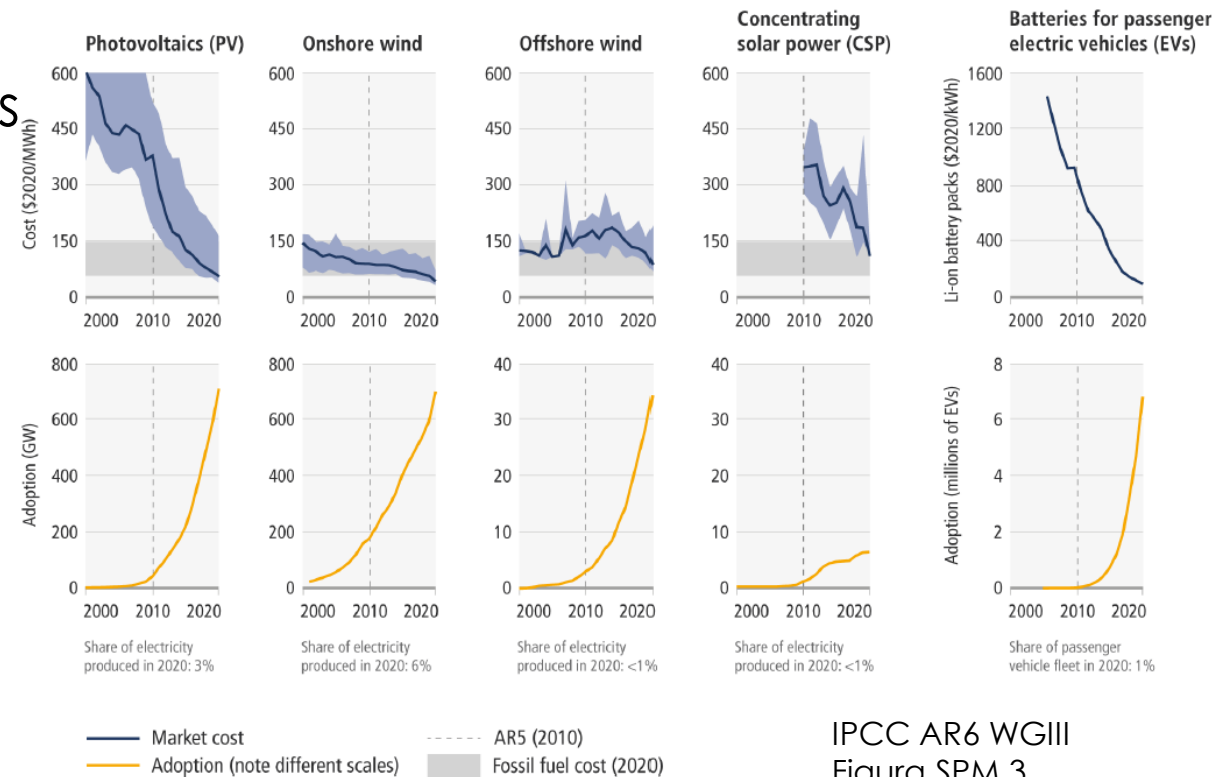
- **Procure usar Global Warming Levels (GWLs) y SSP-RCPs, no RCPs o SRES**
- La comunidad de escenarios rastrea muchos aspectos de la sociedad que interactúan de manera dinámica
- Ha habido grandes cambios tecnológicos y crecimiento socioeconómico en las últimas décadas

The unit costs of some forms of renewable energy and of batteries for passenger EVs have fallen, and their use continues to rise.

- **Eventos imprevistos:**

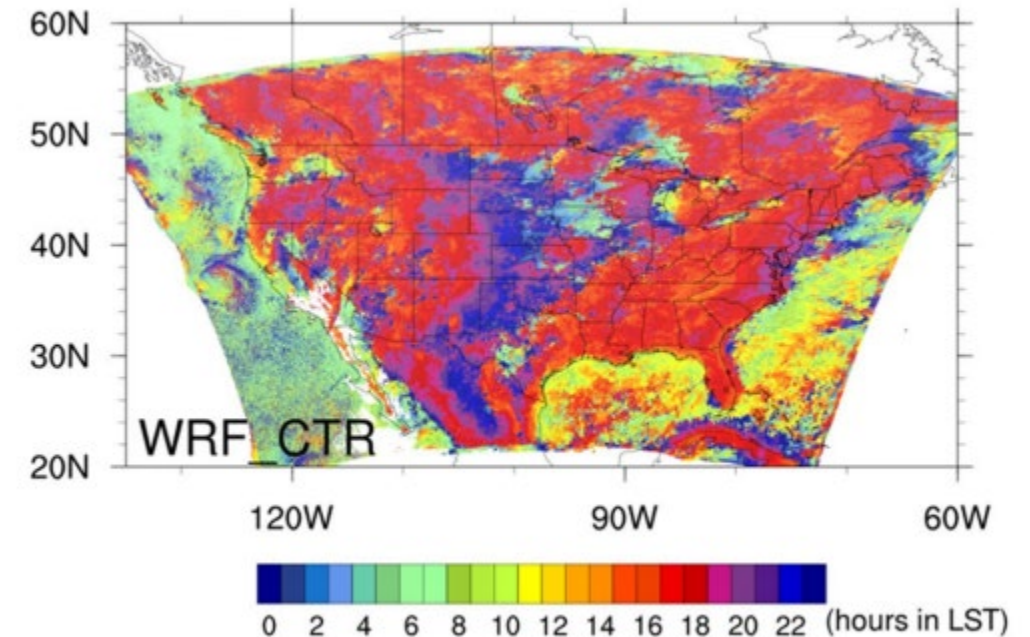
- El 11 de septiembre vino después de los escenarios de SRES
- Acuerdo de París (2015)
- COVID-19
- Conflicto en Ucrania
- Reducción dramática de los costos de la tecnología verde:

- **Enfoque renovado en GWLs**



Mejoría Sustancial en la Reducción de Escala

- **Busque modelos conectados con campañas fuertes de benchmarking? e intercomparación.**
- El Coordinated Regional Downscaling Experiment (CORDEX) ha facilitado metodologías de ensambles multi-modelo *[más sobre esto en una diapositiva posterior]*.
- Emergencia de modelos que resuelven la convección



Hora del día para Máxima Precipitación Diurna (Período histórico – junio)
Simulación de Modelo 4km Weather Research and Forecasting (WRF)
de Scaff et al., 2020 (doi:10.1007/s00382-019-04754-9)



Ventajas en Cuanto a Resolución Temporal y Espacial

Es más probable que los conjuntos de proyecciones nuevos tengan información de alta resolución.

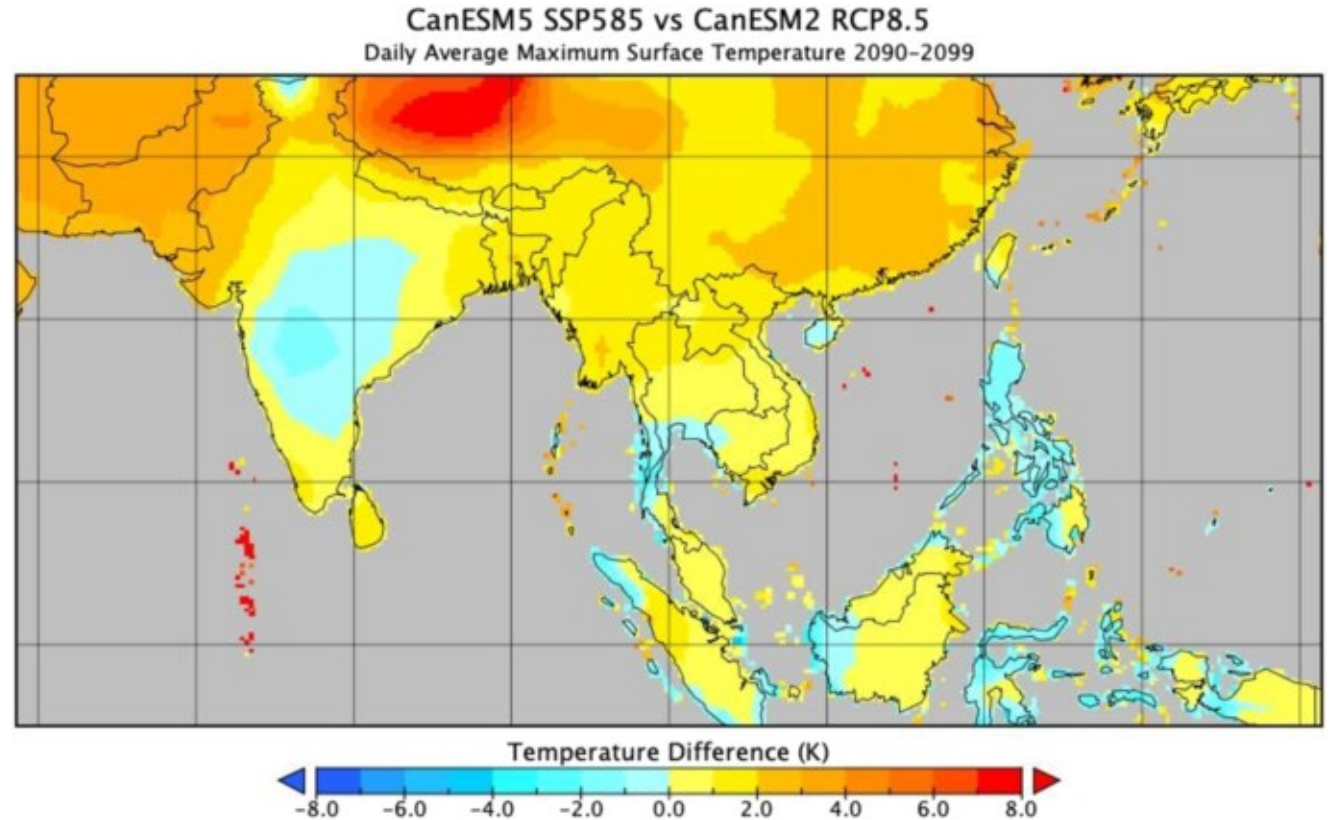
- Más modelos y miembros de ensambles han proporcionado salidas diarias y de cada hora.
- Las resoluciones espaciales también van en aumento para modelos, reducción de escala, y metodologías de ajuste de sesgos.



Ventajas en el Post-Procesamiento y el Ajuste de Sesgos

Las técnicas de ajuste de sesgos están mejorando con mejores métodos, conjuntos de datos y potencia computacional.

- Nueva metodología para mantener coherencia entre variables complejas
- Nuevos métodos para mantener tendencias en el ajuste de sesgos
- Mejorías en los conjuntos de datos de observaciones subyacentes



Diferencia de Temperatura Máxima Diaria a Fines de Siglo entre NEX-GDDP-CMIP5 vs. NEX-GDDP-CMIP6 (CanESM)
de Thrasher et al., 2022 (doi:10.1038/s41597-022-01393-4)



Avances en Variables Listas para Aplicaciones

Más grupos de modelación y conjuntos de proyectos han hecho más variables disponibles.

- Más conjuntos de proyecciones incluyen información más allá de temperatura y precipitación.
- Algunos grupos de impacto sectorial han desarrollado paquetes de variables para aplicaciones específicas.
 - La junta “Vulnerability, Impacts, Adaptation, and Climate Services (VIACS) Advisory Board” en CMIP6
 - El proyecto “Inter-Sectoral Impacts Model Intercomparison Project” (ISIMIP)
 - *[Más sobre esto después]*
 - El proyecto “Agricultural Model Intercomparison and Improvement Project” (AgMIP)
 - Además, más esfuerzos comunitarios sobre silvicultura, pesca y ecosistemas (p.ej., Variables bioclimáticas apropiadas para el mapeo de la idoneidad del ecosistema)

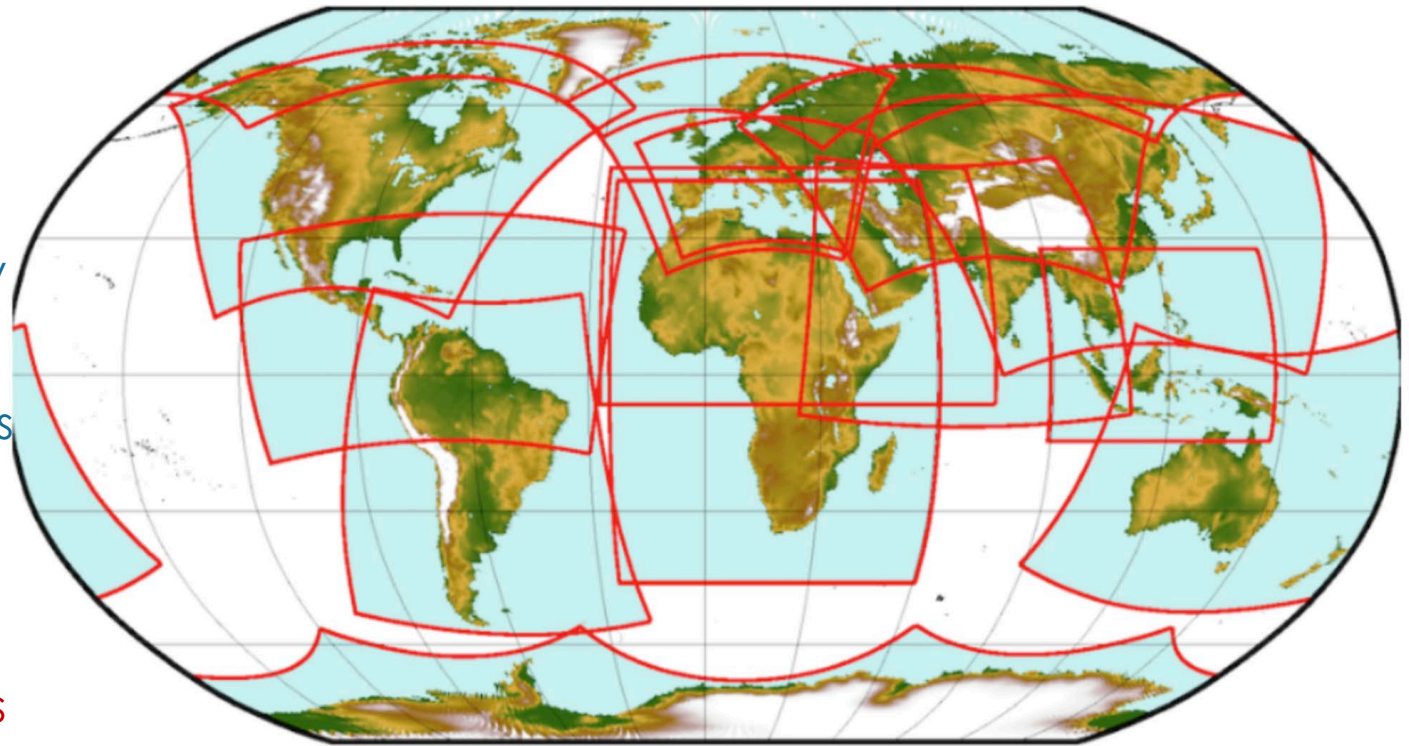




Ejemplos de Conjuntos de Proyecciones Comunes

Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment* (CORDEX)

- Coordinación entre modelos globales y regionales para producir proyecciones climáticas regionales para un conjunto de dominios
- Dominios estandarizados, formatos, unidades variables y experimentos (escenarios) con diversas combinaciones GCM-RCM
- CORDEX CMIP5:
 - 14 dominios en todo el mundo con diferentes combinaciones GCM-RCM
 - 2-3 escenarios RCP
 - Resolución espacial entre 0,22 grados y 0,44 grados
 - Incluye salidas subdiarias
 - Muchas variables climáticas disponibles
 - Puede que necesite un ajuste de sesgos adicional
 - La disponibilidad de los últimos resultados del modelo climático tiende a retrasarse respecto a los enfoques estadísticos de la reducción de escalas



Dominios de CORDEX con Topografía

Fuente: WCRP CORDEX

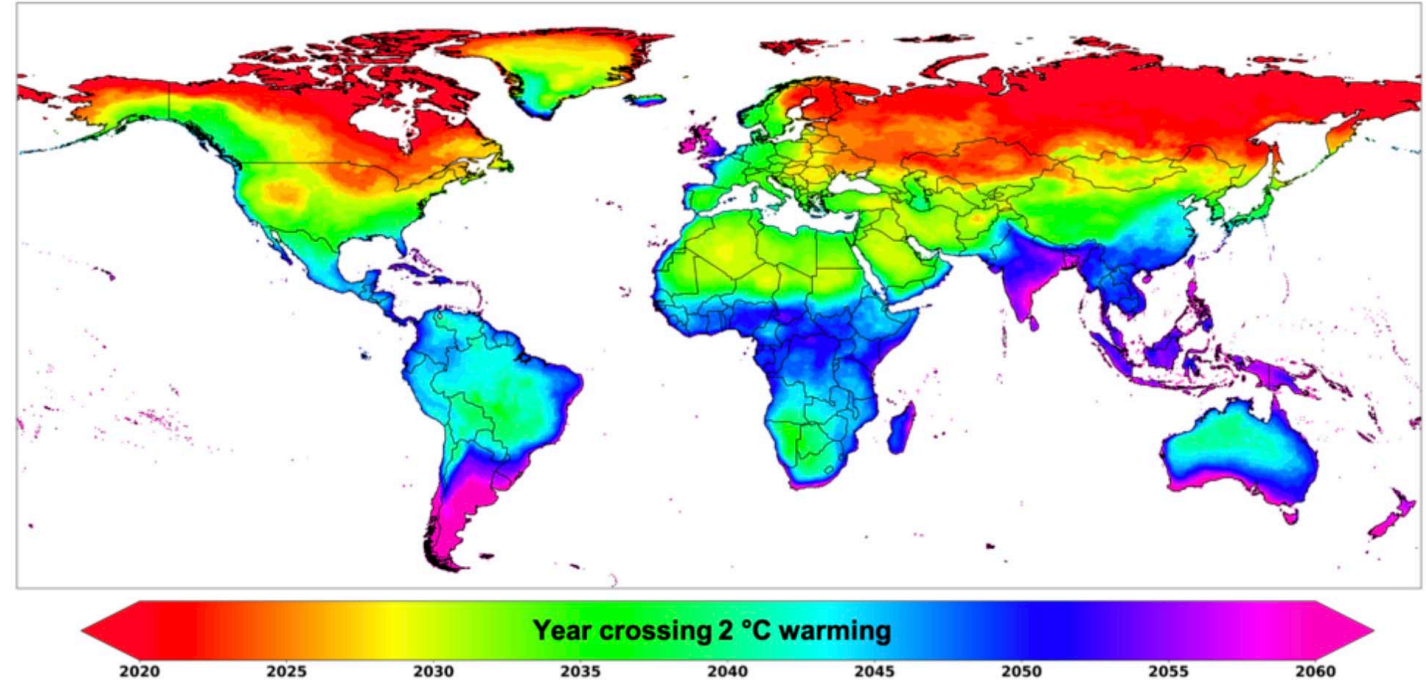
*Experimento de Reducción de Escalas
Climáticas Regionales Coordinado

NASA's Applied Remote Sensing Training Program



NASA Earth Exchange (NEX)

- Formatos estandarizados con varios métodos (GDDP, LOCA, etc.)
- NEX-GDDP
 - 35 CMIP6 GCMs
 - Cuatro escenarios SSP-RCP para la mayoría de los GCMs
 - Dominio mundial de 0,25 grado
 - Se ajustan los sesgos usando un conjunto de datos de forzamiento meteorológicos globales
 - 9 variables climáticas para la mayoría de los GCMs
 - Productos diarios
- NEX-LOCA
 - Resolución de ~1 km sobre EE.UU.
 - Productos mensuales



Año de Sobrepasar 2C de Calentamiento Relativo a 1950-1979 bajo el escenario SSP5-8.5

Fuente: NASA NEX-GDDP

<https://www.nasa.gov/nex/gddp>



Inter-Sectoral Impacts Model Intercomparison Project* (ISIMIP)

- Las proyecciones climáticas consistentes, reducidas y ajustadas por sesgos sirven como impulsores a través de múltiples impactos, sectores y escalas.
- Red internacional de grupos de modelación de impactos
- Resumen de salidas/productos:
 - Cinco CMIP6 GCMs disponibles temprano
 - Modelos adicionales aún se están habilitando en línea
 - Tres escenarios SSP-RCP
 - Dominio global de 0,5 grado
 - Ajuste de sesgos usando conjuntos de datos climáticos históricos de forzamiento WFDE5 y ERA5
 - Productos diarios
 - 11 variables climáticas seleccionadas para facilitar simulaciones de modelos de impactos

*Proyecto de Intercomparación de Modelos de Impactos Intersectoriales

NASA's Applied Remote Sensing Training Program



Coordinación



Gestión de Datos



Ciencia Intersectorial



Aguas Globales



Aguas Regionales



Calidad del Agua



Pesca y Ecosistemas Marinos



Fluctuaciones y Extremos Energéticos



Bosques Regionales



Biomás Globales



Agricultura



Modelación Agro-Económica



Biodiversidad Terrestre



Permafrost



Sistemas Costeros



Salud



Lagos



Incendios

ISIMIP:
Panorama de los Sectores
Fuente: ISIMIP



Factores Adicionales que Hacen un Conjunto de Proyecciones Más Atractivo

Atributos Clave:

- **Un Gran Ensamble** de GCMs (p.ej., NEX GDDP)
- **Múltiples Enfoques Metodológicos** (p.ej., NEX GDDP and NEX LOCA)
- Variables personalizadas para evaluaciones de **impactos consistentes** (p.ej., ISIMIP3a)
- **Enfoque Regional** (p.ej., CORDEX, CORDEX-Core, LOCA)
- **Coherencia con Evaluaciones Paralelas** (p.ej., la última Evaluación Climática Nacional de EE.UU. usó un conjunto de datos de LOCA para realizar una evaluación multisectorial)
- **Nivel de Confianza y Familiarización de Partes Interesadas** respecto a las fuentes de los datos climáticos
 - Si las partes interesadas usan un producto de precipitación, puede que el ajuste de sesgos incorporando ese producto les sea más atractivo



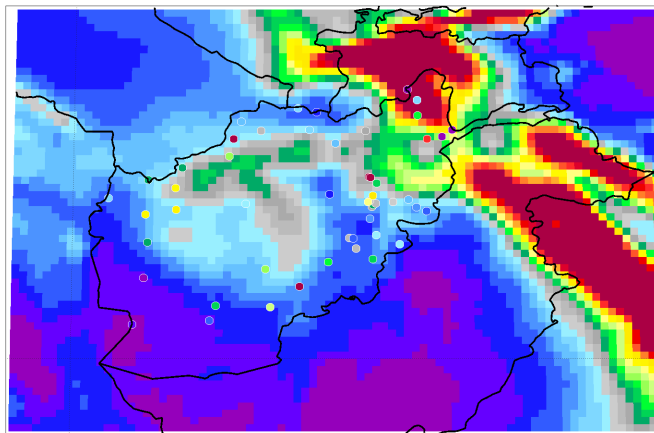


Compromisos al Usar Conjuntos de Proyecciones Climáticas Más Complejos

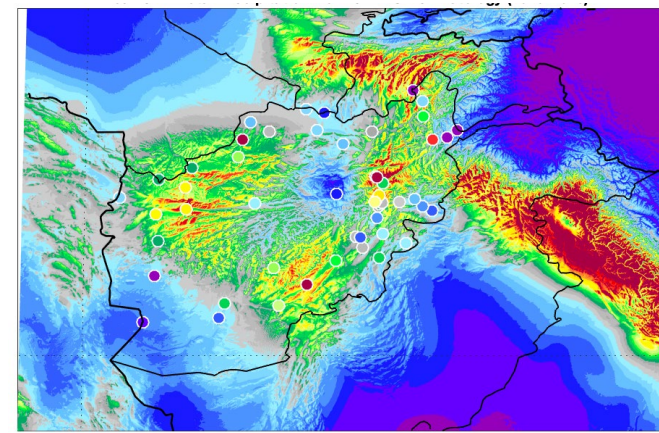
Compromisos al Usar Conjuntos de Proyecciones Climáticas Más Complejos

- La existencia de datos a mayor resolución no necesariamente indica una mayor calidad.
- Potencial ilusión de falsos niveles de detalle.
- Las regiones con escasez de datos son difíciles de comparar (¿qué es correcto?).
- Los conjuntos de datos de observaciones utilizados en la corrección de sesgos pueden tener una mayor fidelidad a resoluciones más bajas.
- Una resolución más alta requiere más espacio computacional y tiempo de procesamiento.

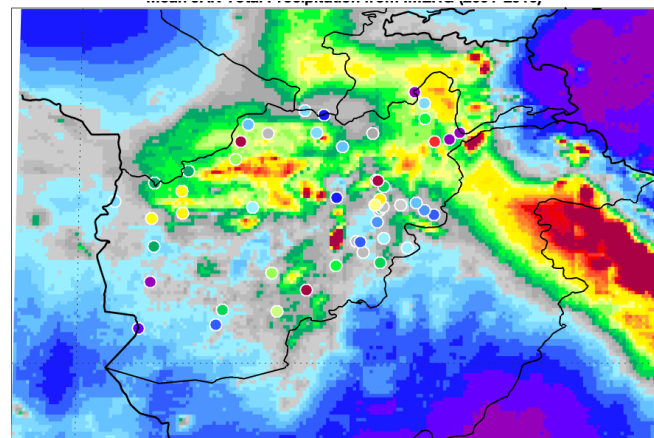
CORDEX-Core NorESM1-M
RegCM4-7 (1980-2009)



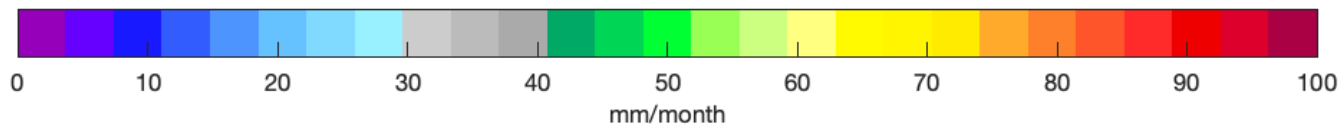
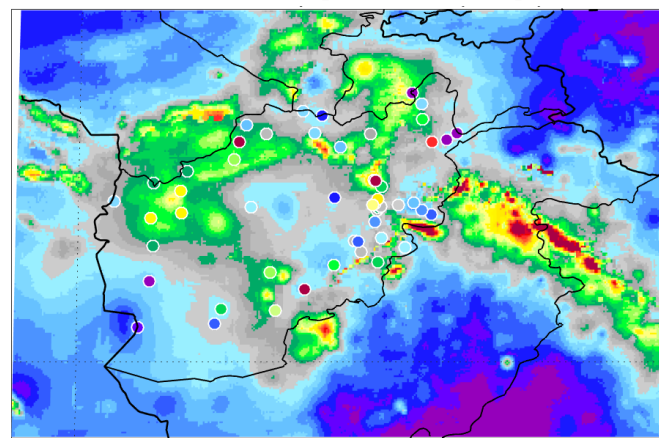
CHELSA Climatology (1979-2013)



IMERG (2001-2019)



CHIRPS (1981-2019)



Afganistán- Precipitación de Base Total para Enero

Ruane et al., en preparación para Wildlife Conservation Society



Compromisos al Usar Conjuntos de Proyecciones Climáticas Más Complejos

Resolución Temporal



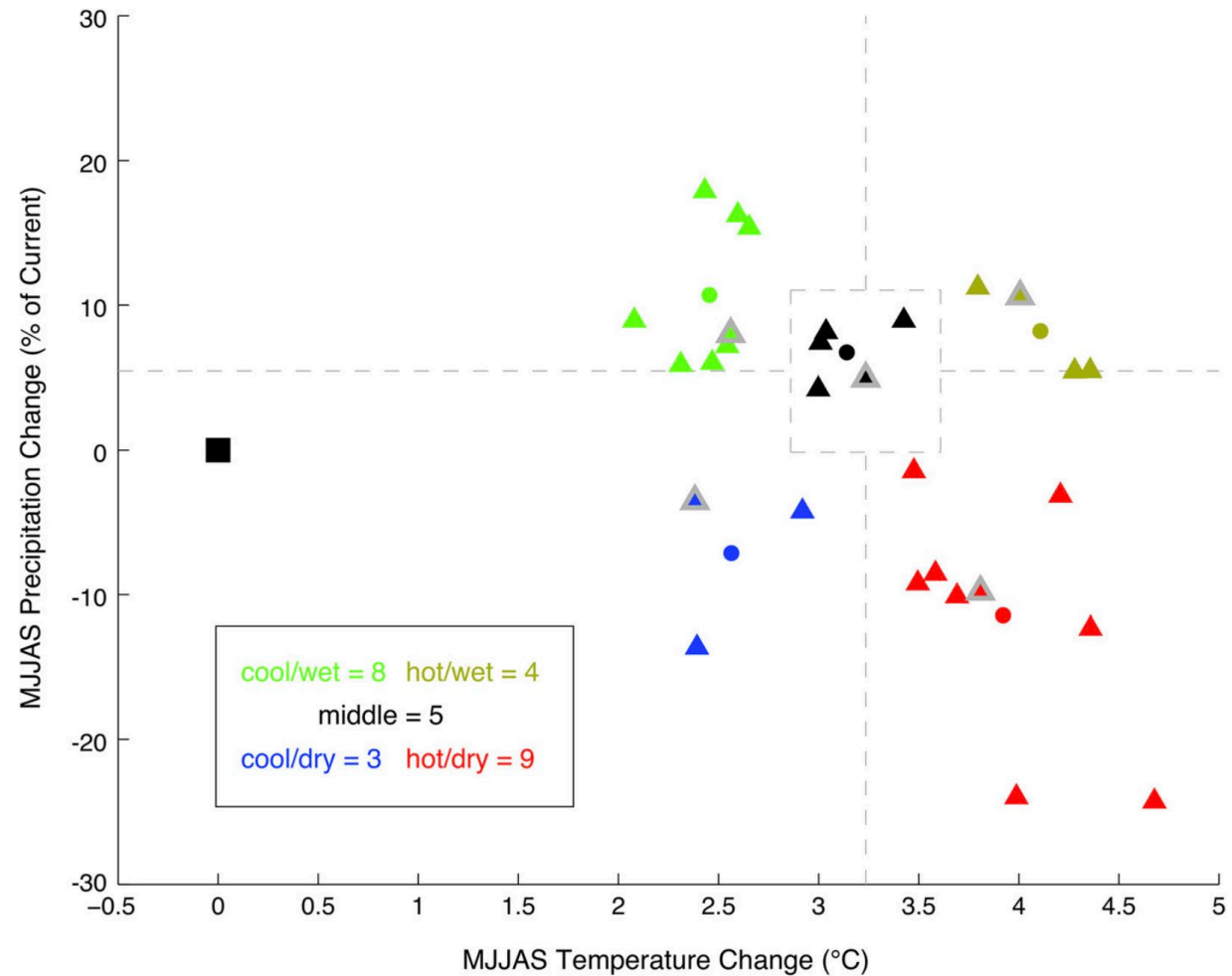
Horas x Días x Meses x Años x Escenarios x ESMs x Miembros de Ensamble x Variables
24 x 30 x 12 x 120 x ~4 x ~20 x ~5 x ~4
= + de 1,6 mil millones de puntos de datos (para una ubicación)

- Usar solo las salidas mensuales reduce este número por un factor de 720
- Menos ESMs tienen salidas publicadas a resolución temporal más alta



Subconjuntos para Modelos debido a Limitaciones de Recursos

- **La Democracia de Modelos** era común hasta CMIP5
 - Un modelo = ¿un voto?
(no usar subconjuntos cuando sea posible)
- **Limitaciones de Recursos** – Elegir modelos que comunican tramas



Subconjunto Representativo de GCMs para Ames, Iowa

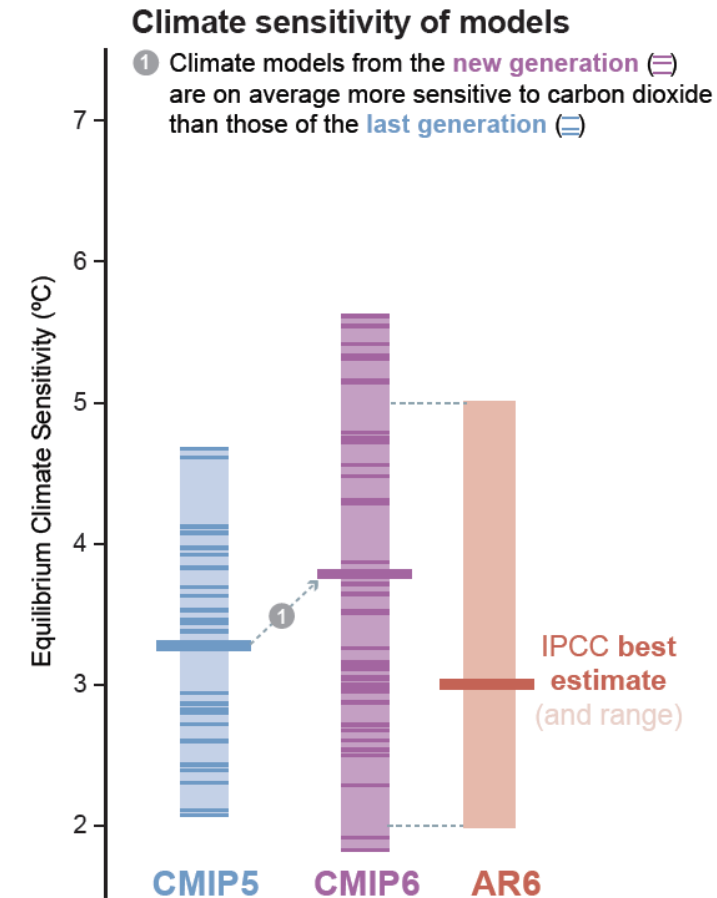
Por cambio de temperatura y precipitación

De Ruane y McDermid, 2017 (doi:10.1186/s40322-017-0036-4)



Subconjuntos para Modelos debido a Limitaciones de Recursos

- “**Hot Models**” (Ver Glosario IPCC AR6 y WGI CH7: Forster et al., 2021; Hausfather et al., 2022)
 - Equilibrium Climate Sensitivity (**ECS**) = El cambio de equilibrio (estado estacionario) en la temperatura de la superficie luego de una duplicación de la concentración de dióxido de carbono (CO_2) atmosférico de las condiciones preindustriales.
 - IPCC Evaluó un rango muy probable para ECS: 2.0-5.0°C
 - Transient Climate Response (**TCR**) = La respuesta de la temperatura de la superficie para el escenario hipotético en el que el dióxido de carbono atmosférico (CO_2) aumenta en un 1 % año⁻¹ desde la era preindustrial hasta el momento en que se duplica la concentración de CO_2 atmosférico (año 70).
 - IPCC Evaluó un rango muy probable para TCR: 1.2-2.4°C
 - Tenga cuidado con los modelos que tengan ECS o TCR más allá de su rango evaluado, los ‘modelos calientes’ podrían ser demasiado sensitivos a emisiones de gases de efecto invernadero o cambios en los aerosoles.





Materiales de Apoyo que Pueden Hacer un
Conjunto de Proyecciones Climáticas Más
Atractivo

Otros Aspectos Importantes de los Conjunto de Proyecciones Atractivos

- **Material de Orientación Claro:** La documentación indica el uso sugerido, contiene advertencias e informa sobre posibles debilidades de la aplicación de un conjunto de proyecciones.
- **Reformatear Canales:** Puede que los resultados sean re-empacados en formatos comunes para aplicaciones (p.ej., archivos de entrada para modelos de cultivos de AgMIP).
- **Acceso en la Nube:** Los conjuntos de datos están disponibles mediante servicios en la nube (en vez de requerir que se descarguen todos los materiales por completo).
- **Visualización:** Representación gráfica de las características clave de los conjuntos de proyecciones.



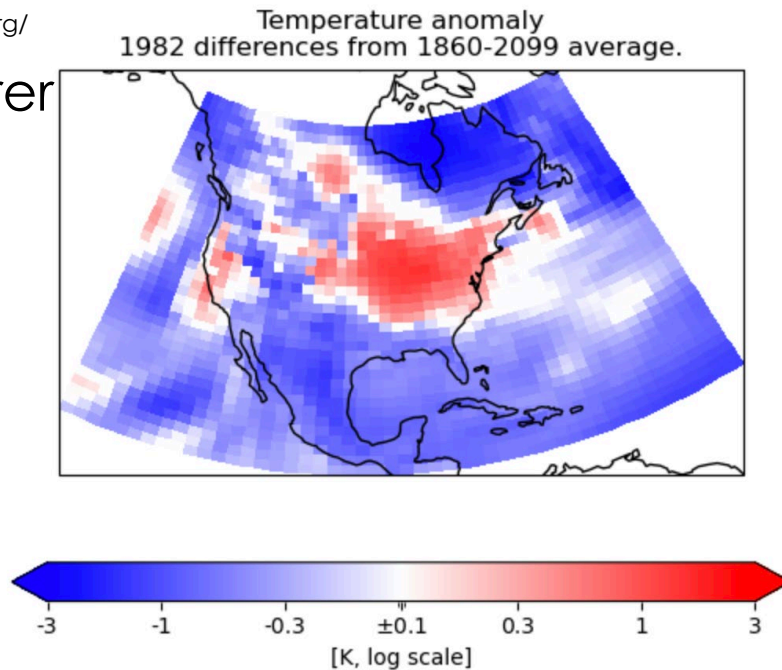
Herramientas de Visualización y Procesamiento en Línea

Muchas bases de datos en línea facilitan el procesamiento y la visualización de proyecciones, incluso:

- SciTools - scitools.org.uk
- Climate Analytics Climate Impact Explorer

climate-impact-explorer.climateanalytics.org/

- KNMI Climate Explorer
- IPCC WGI
Interactive Atlas
[más en la diapositiva siguiente]



Coloreado de Datos de Anomalías con Escalación Logarítmica

Fuente: Galería de herramientas de IRIS de scitools.org.uk

Select an annual time series

Annual climate reconstructions

Please note that many of these time series have been derived from (very) indirect data and have large uncertainties. The Climate Explorer cannot currently represent the uncertainty margins, please consult the documentation of the time series to obtain these. You are encouraged to compare a few reconstructions of the same quantity and compare with instrumental data on the overlap period.

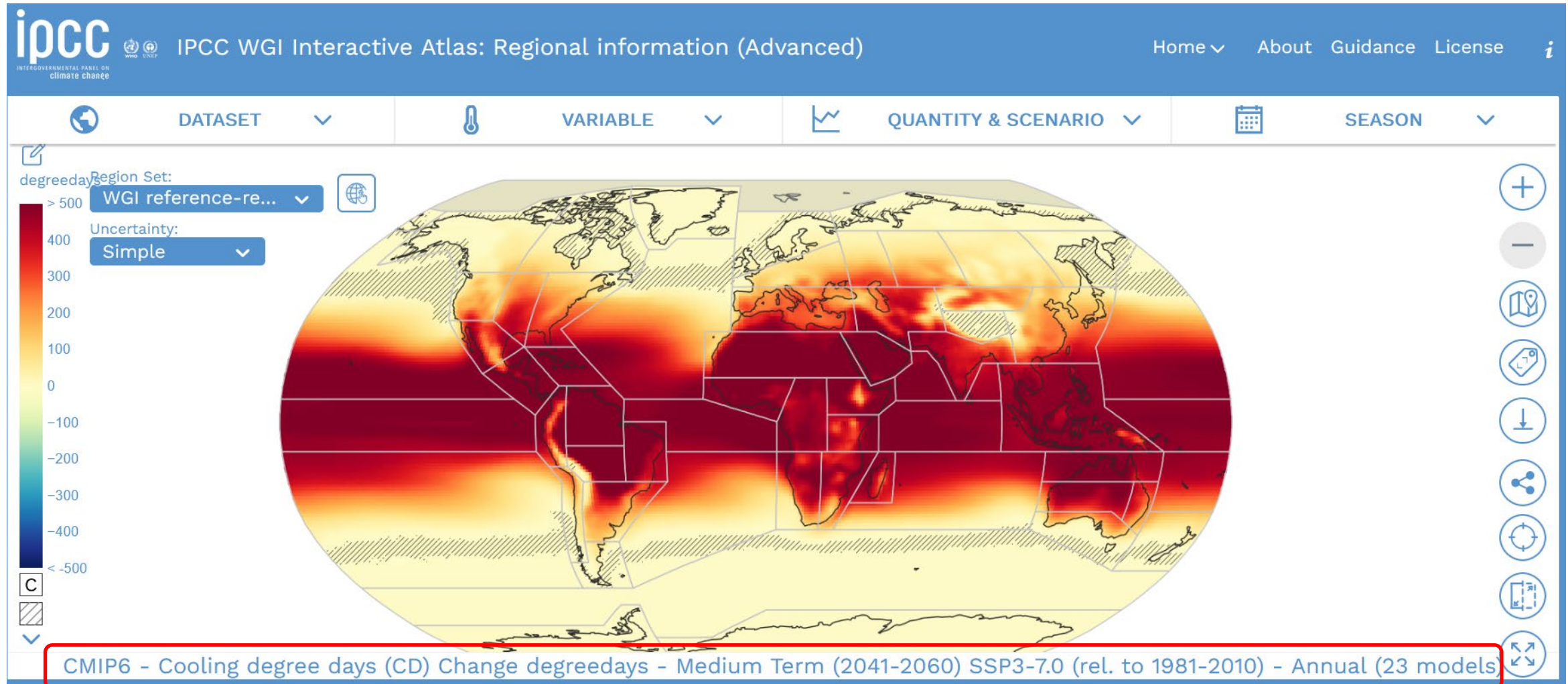
Select a time series by clicking on the name		
ENSO	1,100 Year El Niño/Southern Oscillation (ENSO) Index Reconstruction (900-2002, Li et al 2011)	[i]
	Niño3 Reconstruction (500-2006, Mann et al 2009)	[i]
NAO	Multidecadal winter NAO reconstruction (1049-1995, Trouet 2009)	[i]
PDO	Pacific Decadal Oscillation Reconstruction for the Past Millennium (993-1996, MacDonald&Case 2005)	[i]
	PDO Reconstruction (500-2006, Mann et al 2009)	[i]
AMO	AMO Reconstruction (500-2006, Mann et al 2009)	[i]
Temperature	Moberg Northern Hemisphere temperature (1-1979, Moberg 2005)	[i]
	NH Temperature Reconstruction (500-2006, Mann et al 2009)	[i]
	Global SST Reconstruction (500-2006, Mann et al 2009)	[i]
	Winter, summer and annual mean temperature in the Netherlands (753-2000, v. Engelen, Buisman, IJnsen)	[i]
Sea level	Global sea level (error) (1700-2002, PSMSL)	[i]
Radiation	CO₂ concentration 1000-now, logarithm	[i]
Sun	Reconstructed solar constant (1610-2008, FUB)	[i]
	Reconstructed open solar flux (1675-2010, Lockwood)	[i]
Drought	Western US Drought Index (800-2003, Cook et al, 2004)	[i]

KNMI Climate Explorer

Fuente: <https://climexp.knmi.nl/start.cgi>



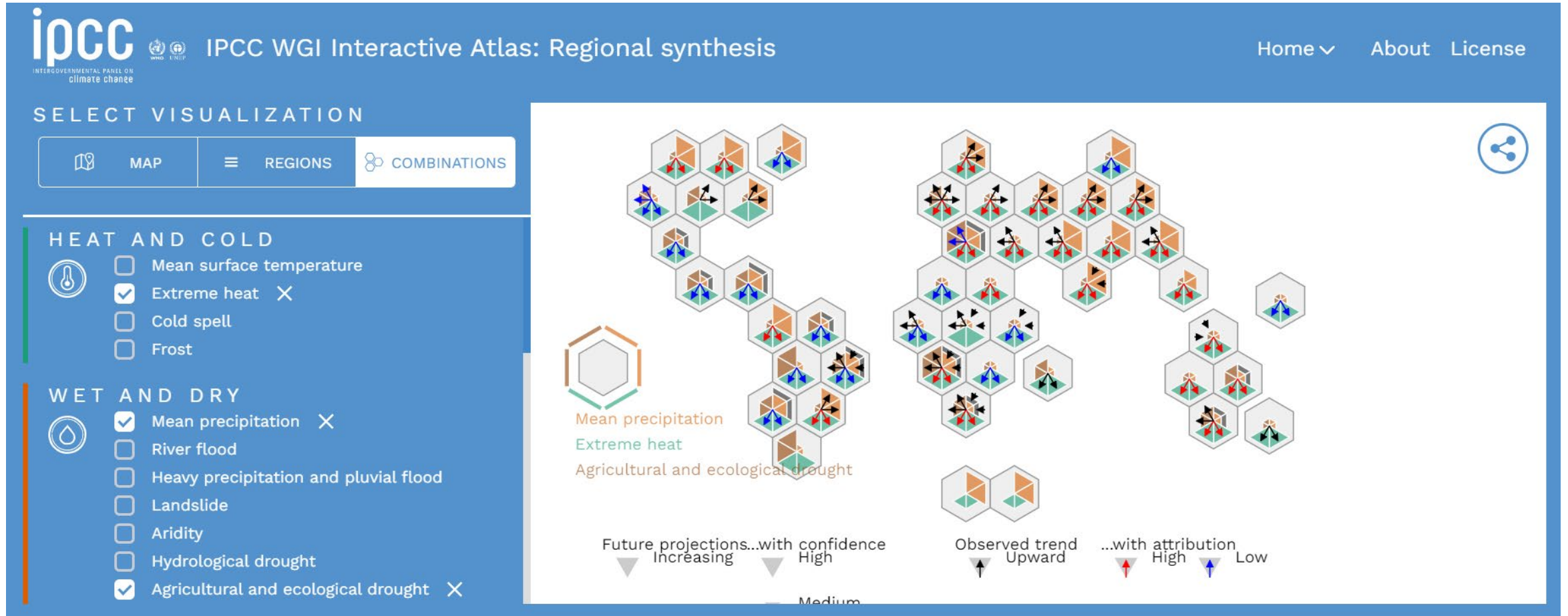
IPCC Interactive Atlas



<https://interactive-atlas.ipcc.ch/>



IPCC Interactive Atlas

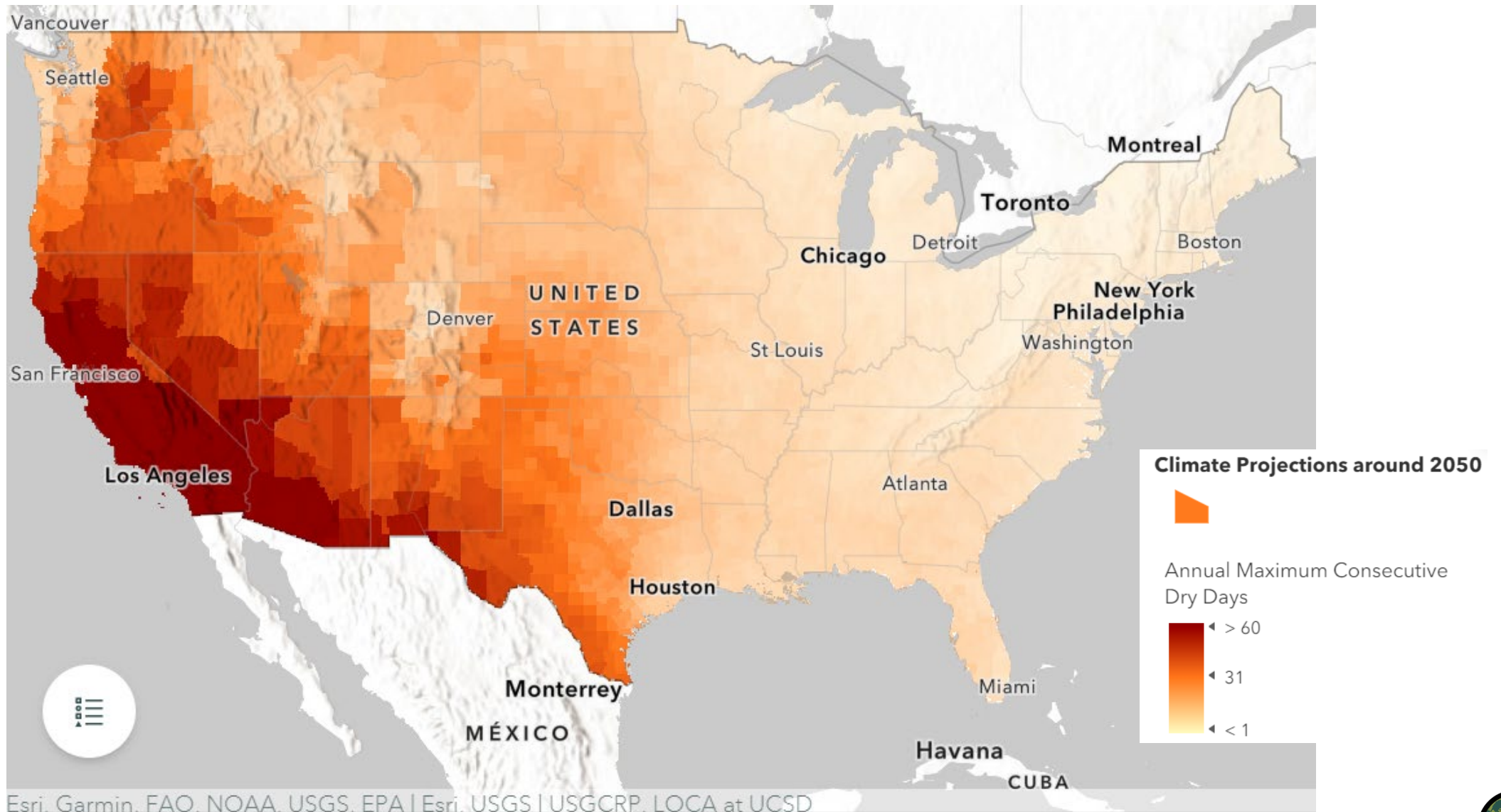


<https://interactive-atlas.ipcc.ch/>



Climate Mapping for Resilience and Adaptation (CMRA)

Iniciativa de la Casa Blanca en Colaboración con ESRI



Licencias de Datos

- Algunos conjuntos de proyecciones son bienes públicos creados para fomentar su aplicación.
- Otros conjuntos de proyecciones son productos comerciales (podrían ser costosos).
- Aclarar la licencia de datos para describir los parámetros legales para las condiciones de uso autorizadas:
 - **Not Determined:** No hay licencia, o no ha sido declarada
 - **Proprietary:** No para el uso público.
 - **Limited:** Disponible para el uso si satisface ciertas condiciones determinadas por el creador del conjunto de proyecciones.
 - **Open, Non-Commercial:** Uso libre para aplicaciones no comerciales.
 - **Open, Commercial:** Uso libre, incluso para aplicaciones comerciales.



Productos Relacionados

Los conjuntos de proyecciones pueden ser atractivos porque una nueva aplicación conectará instantáneamente con varias aplicaciones existentes.

- **Ejemplo: La Evaluación Climática Nacional de EE.UU. usó proyecciones de CMIP5 LOCA**
 - Cualquier nueva evaluación se puede comparar inmediatamente con la evaluación anteriormente publicada
 - Los resultados de evaluaciones nuevas se pueden combinar con resultados existentes
 - P.ej., los resultados de recursos hídricos se vuelven entradas importantes para modelos agrícolas
- Es particularmente útil cuando se vincula con modelos a nivel de economía o sistémico como los Integrated Assessment Models (IAMs)



Información Importante

- **Financiación y Nexos:**

- **Financiación y Uso:** Hay que reconocer el apoyo financiero y el uso principal planificado del conjunto de datos (p.ej., para su uso en un sector, proyecto, o evaluación en particular).
- **Nexos Internacionales:** La conexión con programas internacionales (p.ej., puede que el conjunto para un escenario se haya creado para múltiples dominios regionales como parte del mismo esfuerzo a nivel mundial).
- **Documentación Detallada:** La ubicación en la web de documentación detallada del conjunto del escenario, incluso una citación para su uso.

- **Acceso:**

- Página web/servidor de los datos
- Punto de contacto principal





Resumen

Resumen de la 2^{da} Parte:

- La selección de un conjunto de proyecciones depende fuertemente de las necesidades de una aplicación determinada.
- La colaboración estrecha con las partes interesadas es importante para el proceso de decisión.
- Las mejoras graduales en todas las características de la generación de conjuntos de proyecciones climáticas resaltan lo atractivo de usar conjuntos de proyecciones de vanguardia.
- Los conjuntos de proyecciones más complejos no necesariamente son mejores.
 - Limitaciones de recursos
 - La apariencia de alto nivel de detalles
- Las herramientas, apoyo y documentación en línea hacen los conjuntos de proyecciones más atractivos.
- Puede ser importante hacer nexos con aplicaciones más allá de su enfoque inmediato.



Objetivos para esta Sesión de ARSET

¿Cómo seleccionamos un conjunto de proyecciones climáticas para usar en nuestra aplicación de mitigación, adaptación o gestión del riesgo?

1ª Parte: ¿Qué hace los conjuntos de proyecciones diferentes?

- Contexto de las áreas de aplicación (mitigación, adaptación, riesgo)
- De dónde provienen los conjuntos de proyecciones climáticas
- Características distintivas clave

2ª Parte: ¿Cómo se elige un conjunto de proyecciones para las aplicaciones de uno?

- Alineación de las características del conjunto de proyecciones con las necesidades de una aplicación determinada
- Ventaja de usar versiones más actualizadas
- Compromisos en el uso de conjuntos de proyecciones más complejos
- Materiales de apoyo que hacen que un conjuntos de proyecciones sea más atractivo





¡Gracias!





Diapositivas Extras

La NASA tiene muchos productos para monitorear y simular el clima.

- **Vea estas otras capacitaciones de [ARSET](#):**

- Monitoreo e Impactos del Cambio Climático Usando Datos de Teledetección y Modelos
- Escenarios de Cambio Climático Futuros, Pronóstico de Impactos y Adaptación

- **Ejemplos de Productos de Observaciones:**

- The Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM ([IMERG](#))
 - Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer ([MODIS](#))
 - Soil Moisture Active-Passive ([SMAP](#))
 - Orbiting Carbon Observatory ([OCO-2](#))
 - National Snow and Ice Data Center ([NSIDC](#))
- Precipitación
 - Temperatura
 - Vegetación
 - Humedad del Suelo
 - Carbono
 - Hielo Marino

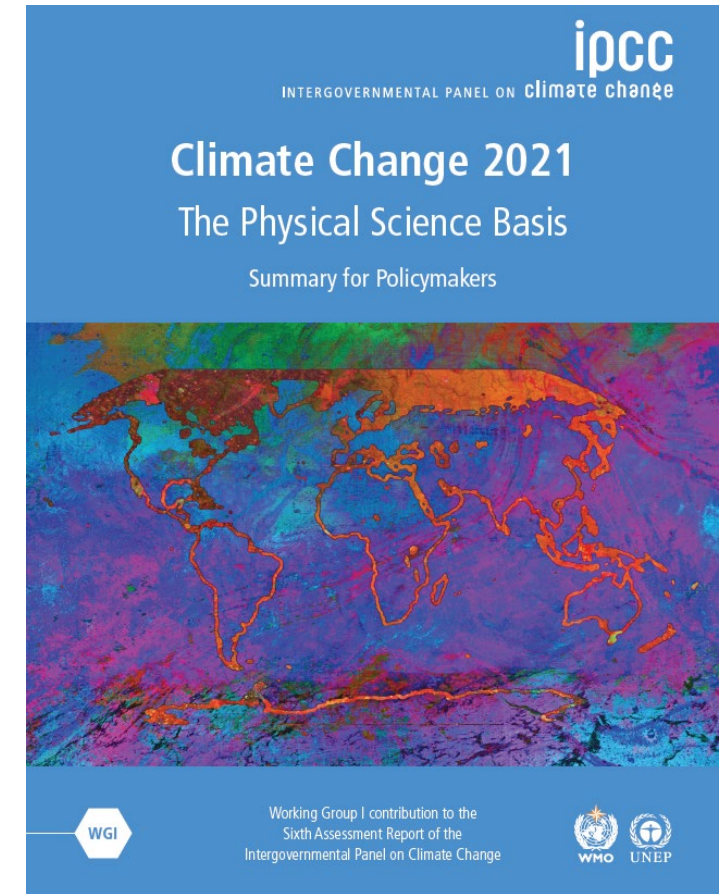
- **Ejemplos de Productos de Simulación:**

- The Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications ([MERRA-2](#))
- NASA [GISS Model-E](#)
- NASA Earth Exchange Global Daily Downscaled Projections ([NEX-GDDP](#))



Materiales Adicionales Recomendados

- Otras Capacitaciones de NASA ARSET:
<https://appliedsciences.nasa.gov/join-mission/training>
- Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático:
<https://ipcc.ch>
- Análisis de la Temperatura Superficial NASA GISS:
<https://data.giss.nasa.gov/gistemp/>
- Signos Vitales Climáticos Globales de la NASA :
<https://climate.nasa.gov/>
- Agricultural Model Intercomparison and Improvement Project: www.agmip.org



IPCC AR6 WGI – Resumen para
Formuladores de Políticas, publicado el
9 de Agosto de 2021

