



**CONSEJO MONETARIO
CENTROAMERICANO** 60
AÑOS
Secretaría Ejecutiva



PINCC
Programa de Investigación
en Cambio Climático



Taller: Análisis del riesgo proveniente del cambio climático y la pérdida de naturaleza

Impactos ambientales, económicos y sociales provenientes del cambio climático

Dr. Francisco Estrada Porrúa

Programa de Investigación en Cambio Climático, UNAM

Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM

Efectos bidireccionales entre economía y clima

nature geoscience

Home | Current issue | Comment | Research | Archive | Authors & referees | About the journal

home > archive > issue > article > full text

NATURE GEOSCIENCE | ARTICLE

Statistically derived contributions of diverse human influences to twentieth-century temperature changes

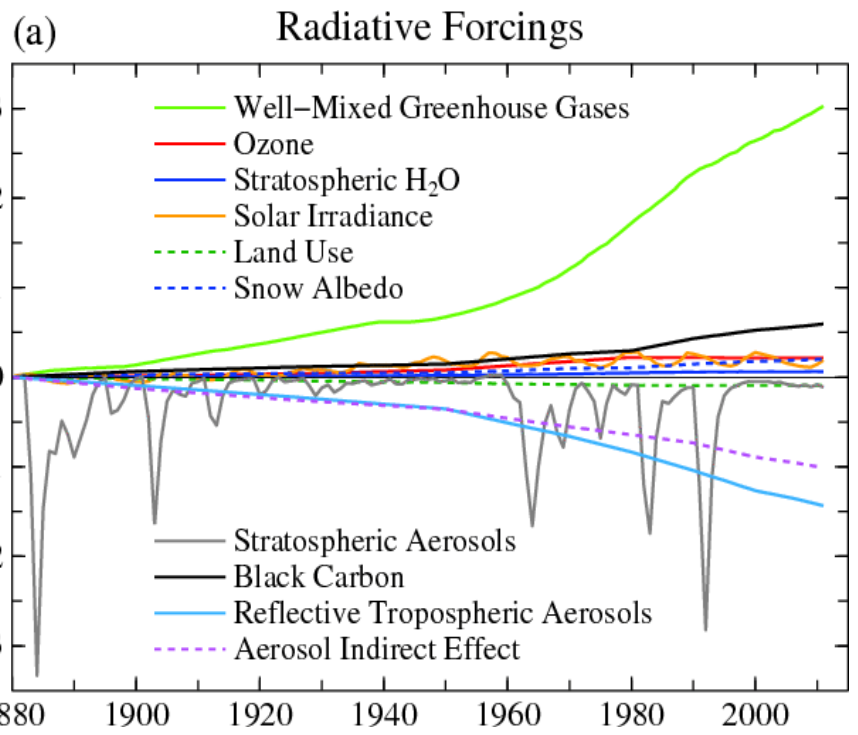
Francisco Estrada, Pierre Perron & Benjamin Martínez-López

Affiliations | Contributions | Corresponding author

Nature Geoscience 6, 1050–1055 (2013) | doi:10.1038/ngeo1999

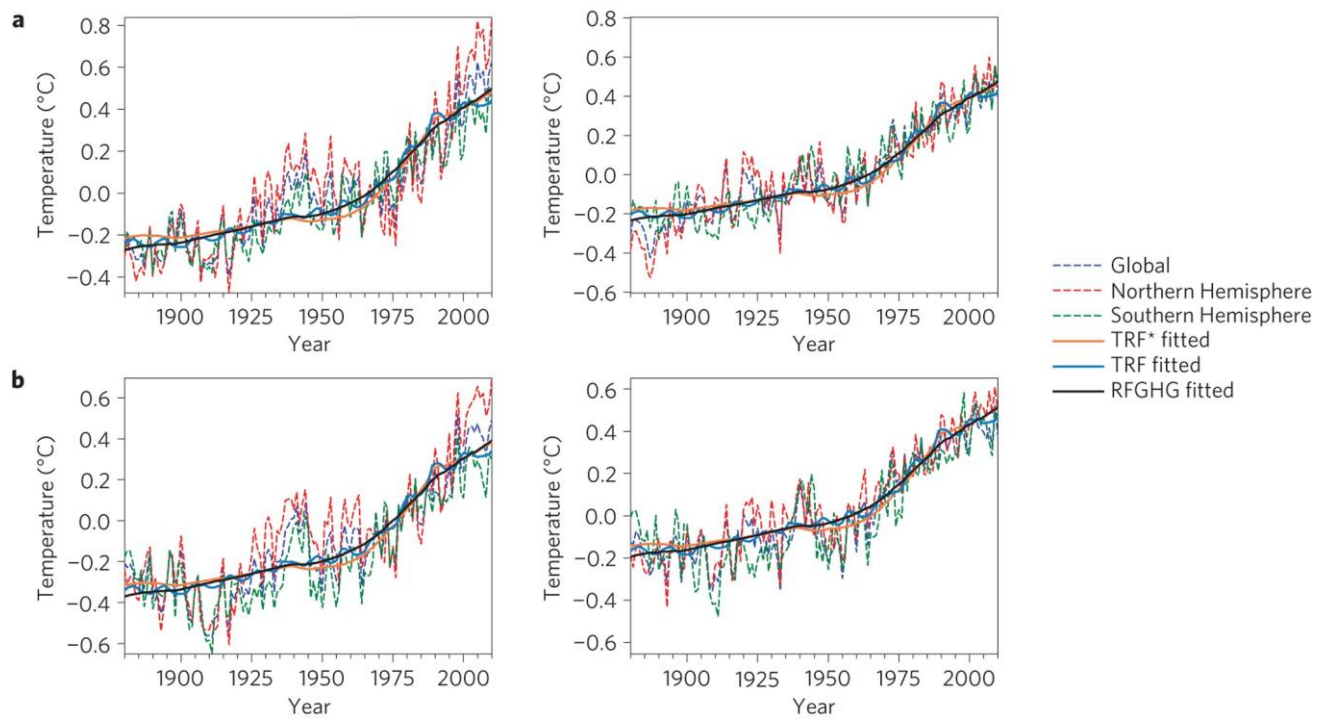
Received 28 February 2013 | Accepted 08 October 2013 | Published online 10 November 2013

Associated links
News and Views
Climate science: Breaks in trends by Pretis and Allen



Efecto de calentamiento

Efecto de enfriamiento

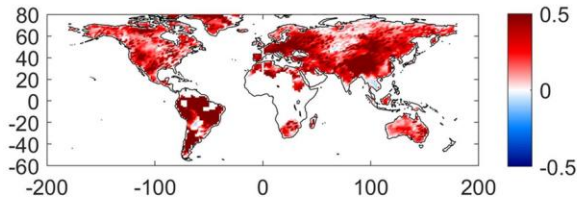


TXx: valor máximo de la temperatura máxima diaria
 R1xday: el día con mayor precipitación del año

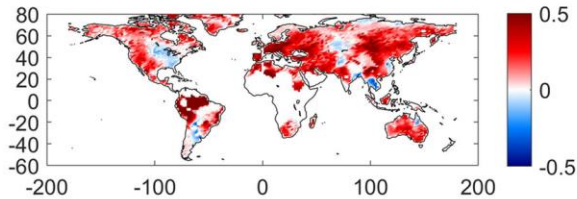
$$\Pr(x_{i,2018} \geq q_{.9,1961-1990}) - 0.1$$

A. Temperature

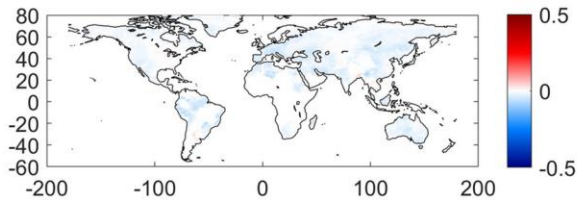
(i) Change in risk



(ii) Effects of anthropogenic forcing

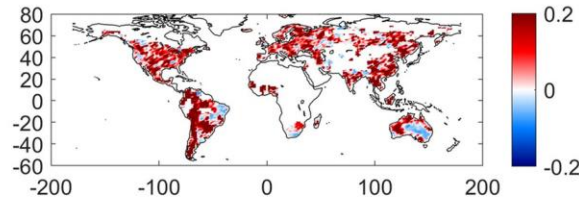


(iii) Effects of natural forcing

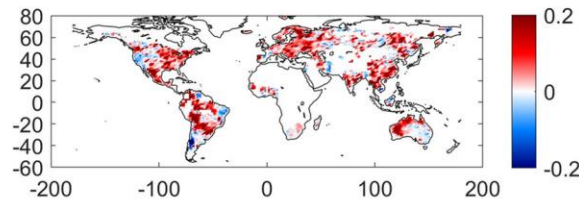


B. Rainfall

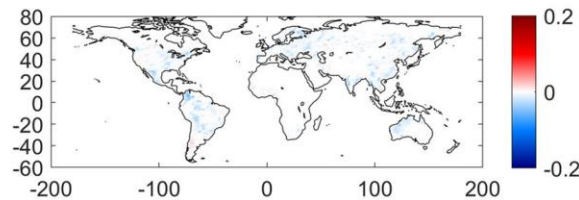
(i) Change in risk



(ii) Effects of anthropogenic forcing



(iii) Effects of natural forcing



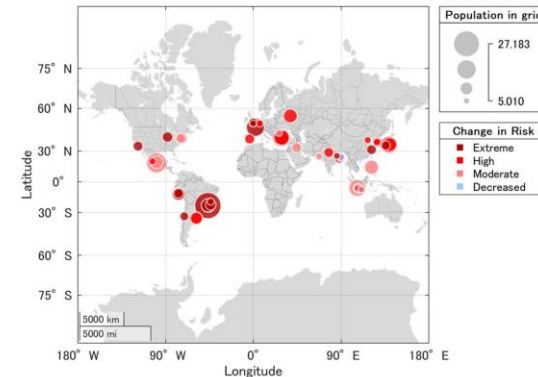
En comparación con 1961-1990, en 2018

+riesgo TXx: 94% de la población global
 97% del PIB global

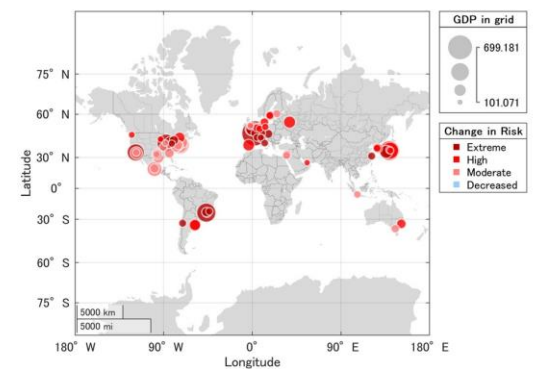
+riesgo R1xday: 72% de la población global
 76% del PIB global

A. Temperature

(i) Risk hotspots with large population

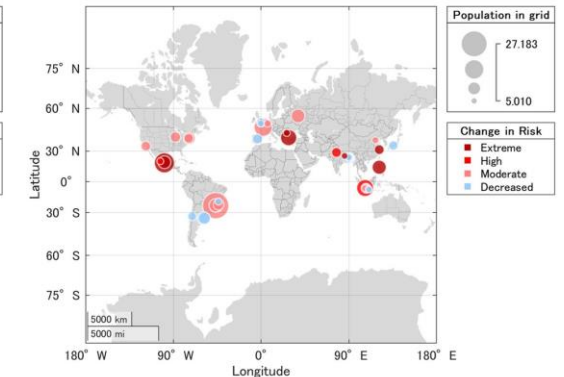


(ii) Risk hotspots with large GDP

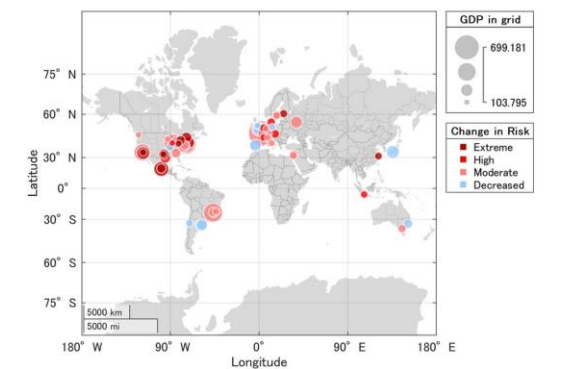


B. Rainfall

(i) Risk hotspots with large population



(ii) Risk hotspots with large GDP



Article | [Open Access](#) | [Published: 02 January 2023](#)

Anthropogenic influence on extremes and risk hotspots

[Francisco Estrada](#) , [Pierre Perron](#) & [Yohei Yamamoto](#)

[Scientific Reports](#) **13**, Article number: 35 (2023) | [Cite this article](#)

2341 Accesses | 23 Altmetric | [Metrics](#)

Los impactos del cambio climático son generalizados y diversos

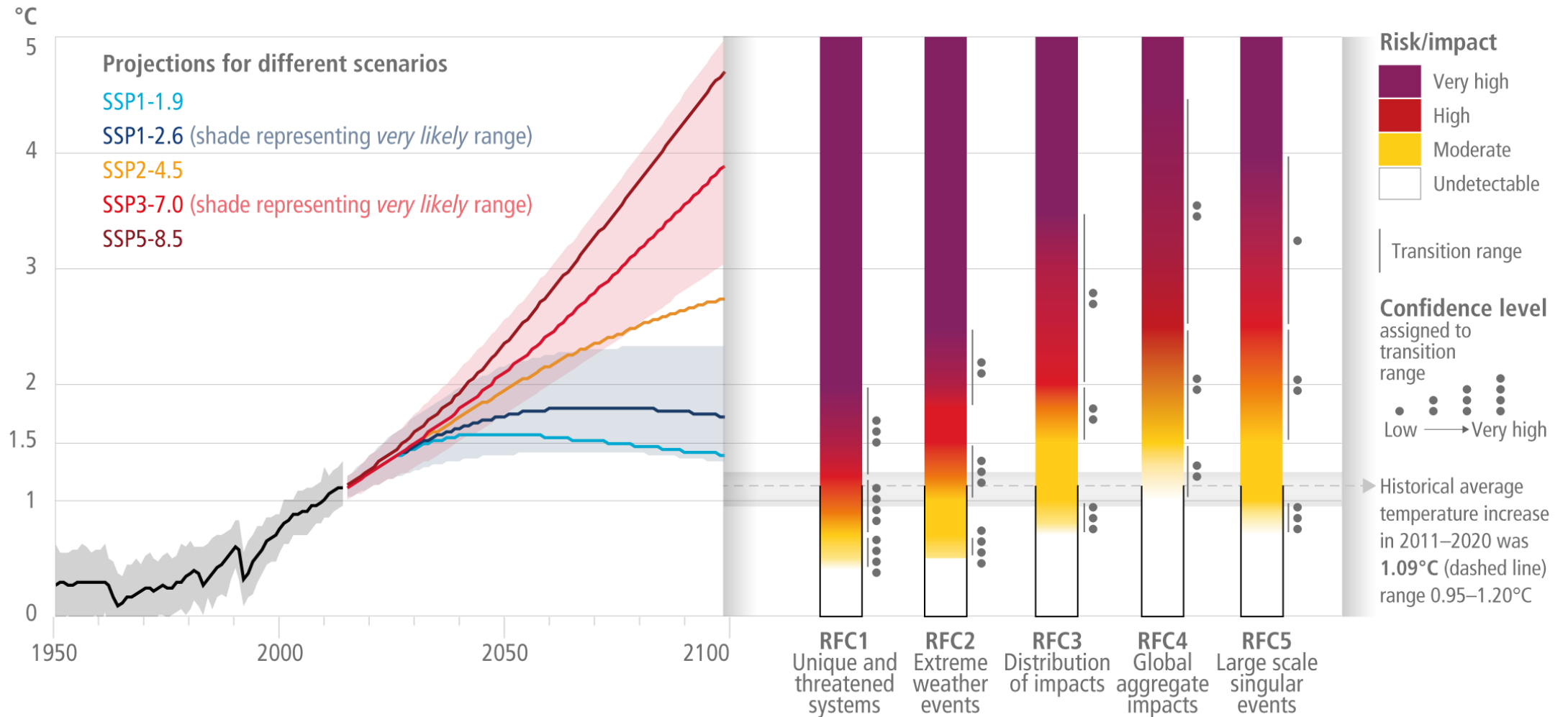
- Cambios en el sistema clima
 - Temperaturas, precipitaciones, nubosidad, viento, eventos extremos, glaciares, circulación atmosférica y oceánica,...
- Ecosistemas manejados y naturales
 - Especialistas y marginales tendrán mayores impactos, reducción de riqueza de especies, servicios ambientales, zoonosis, patógenos...
- Producción global y regional de alimentos
 - Rendimientos, precios, seguridad alimentaria, conflicto, migración, inestabilidad,...
- Incremento en demanda por agua, reducción de disponibilidad y calidad (algunas regiones)
 - Incremento de demanda para consumo, enfriamiento, irrigación
- Incremento en la demanda de energía
 - Mayores demandas en verano, picos de consumo, sistema eléctrico, suspensiones de servicio, impactos en la economía, servicios y producción,...
- Productividad laboral decreciente con aumento en calor
 - Límites fisiológicos, reducción de capacidad para realizar tareas físicas, salud
- Salud
 - Incremento en la incidencia de enfermedades por vector, infecciosas, cardiovasculares, renales, contaminación, desnutrición, carga al sistema de salud, aumento costos privados, reducción productividad,...

Muchos otros...

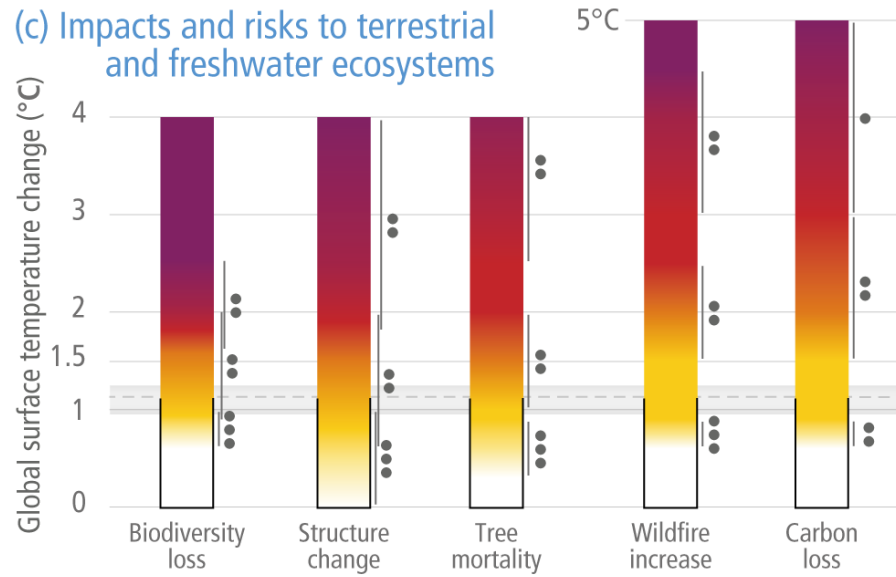
Global and regional risks for increasing levels of global warming

(a) Global surface temperature change
Increase relative to the period 1850–1900

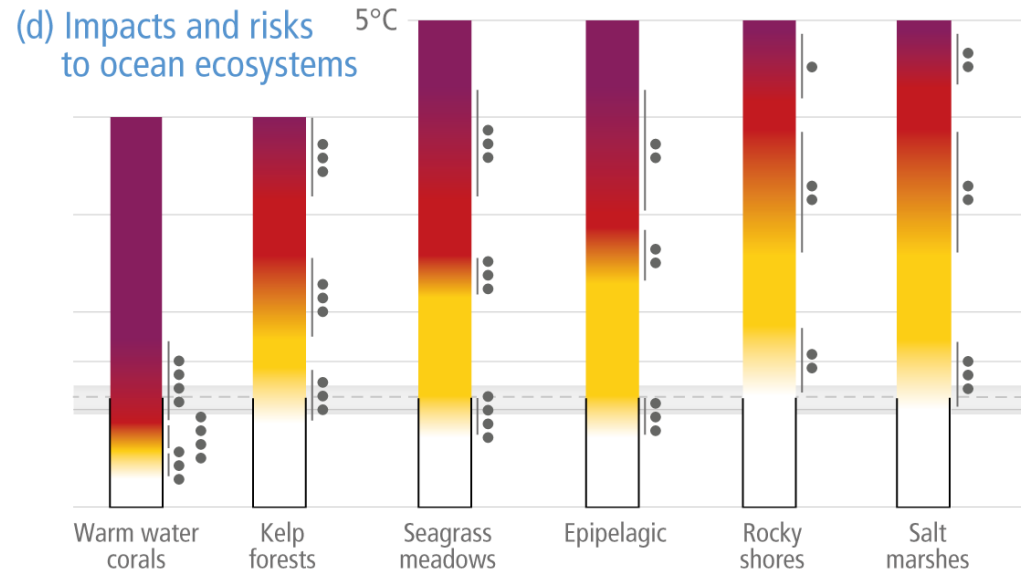
(b) Reasons for Concern (RFC)
Impact and risk assessments assuming low to no adaptation



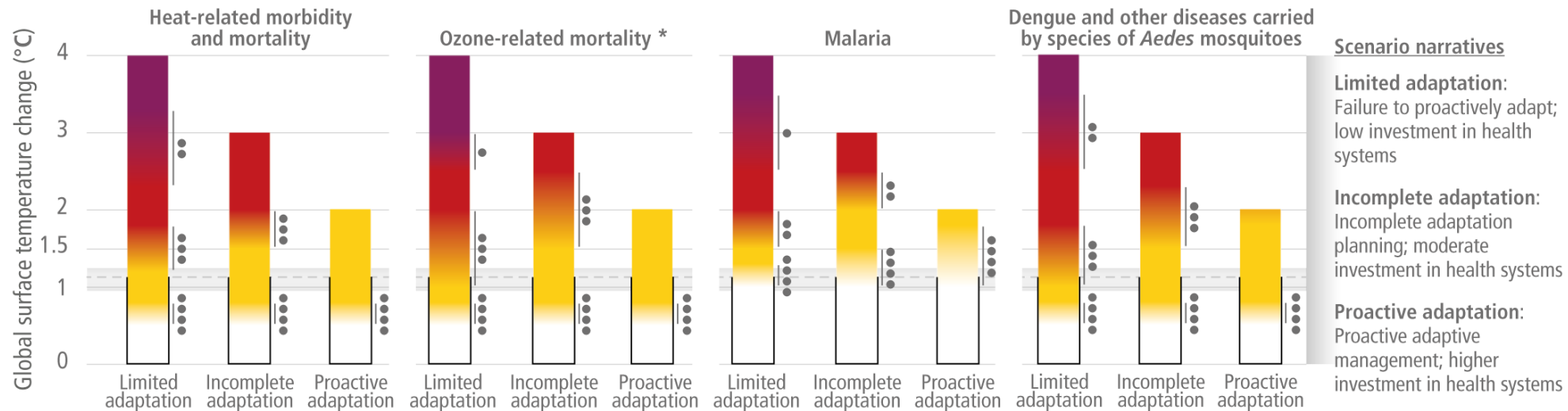
(c) Impacts and risks to terrestrial and freshwater ecosystems



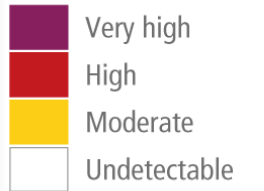
(d) Impacts and risks to ocean ecosystems



(e) Climate sensitive health outcomes under three adaptation scenarios



Risk/impact



Transition range

Confidence level

assigned to transition range



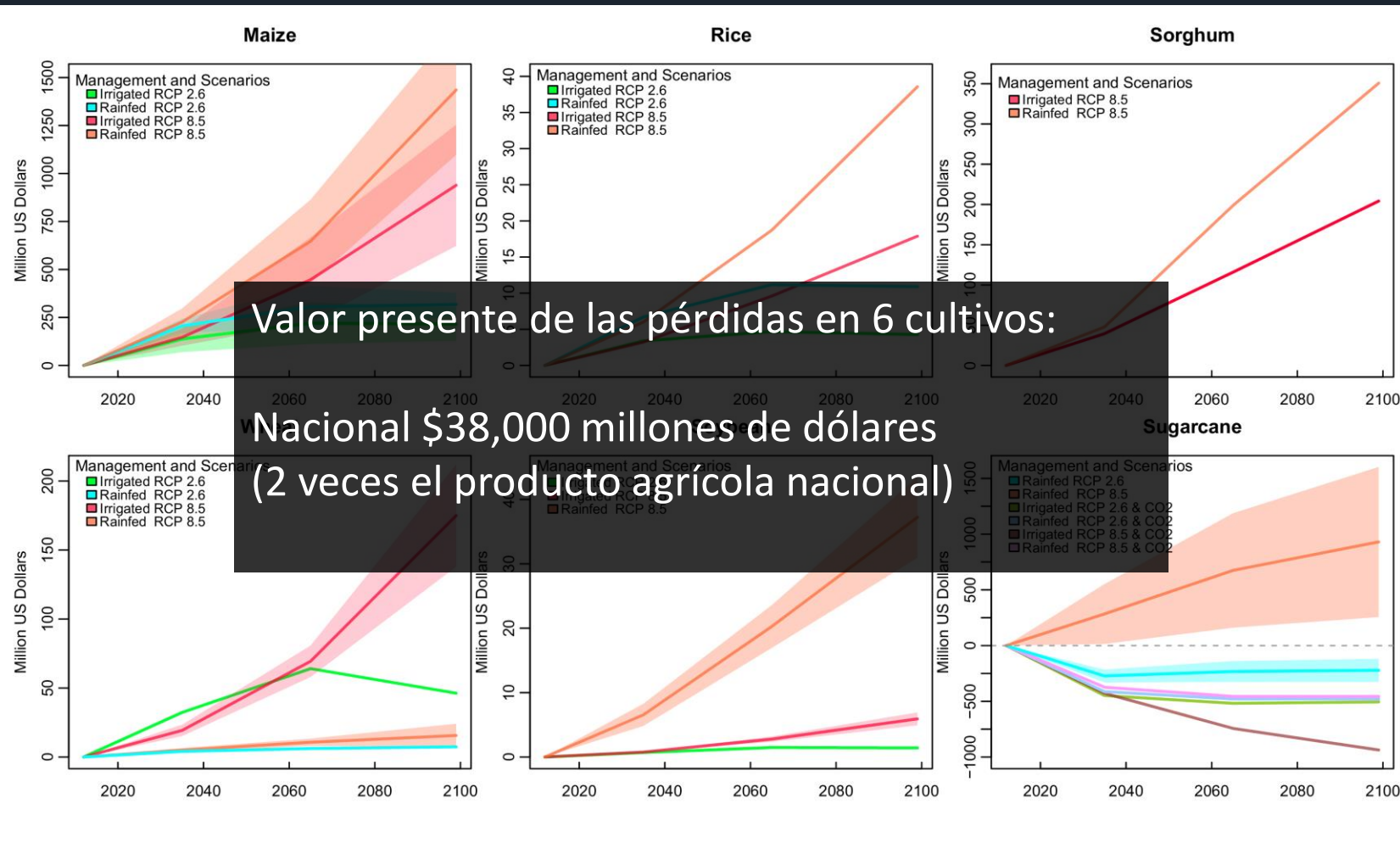
* Mortality projections include demographic trends but do not include future efforts to improve air quality that reduce ozone concentrations.

Valuación y estimación de impactos económicos totales

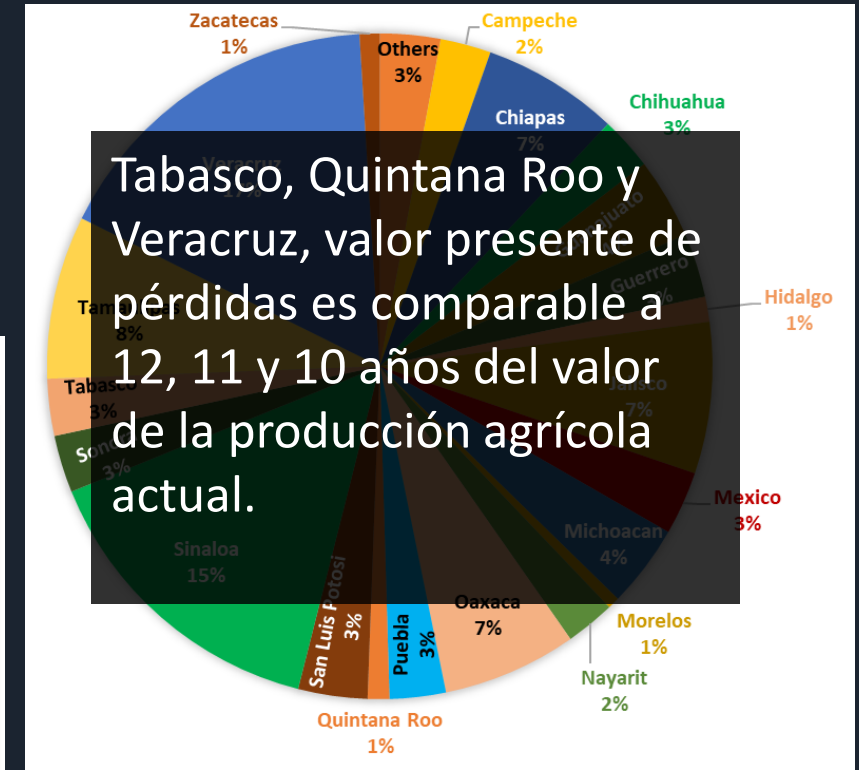
- Los impactos del cambio climático generalizados y muy diversos
 - Varían en magnitud, signo, espacio y tiempo
 - Valuación monetaria permite expresar impactos en una métrica común y su agregación
- Estimación de impactos económicos totales
 - Enumerativo
 - Modelos de equilibrio general computable
 - Métodos econométricos*
 - (Elicitación de expertos)

Impactos en agricultura

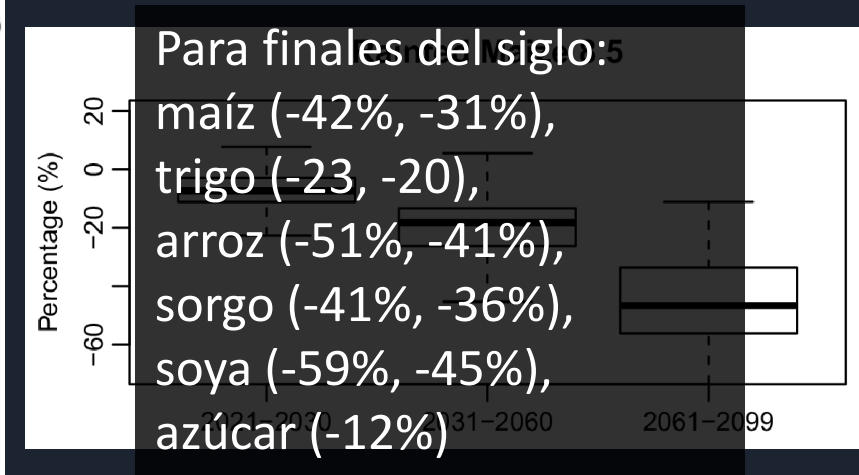
Bajo un escenario de inacción, cambio climático puede reducir drásticamente la capacidad de producción agrícola en México



Valor presente de las pérdidas en 6 cultivos:
 Nacional \$38,000 millones de dólares
 (2 veces el producto agrícola nacional)



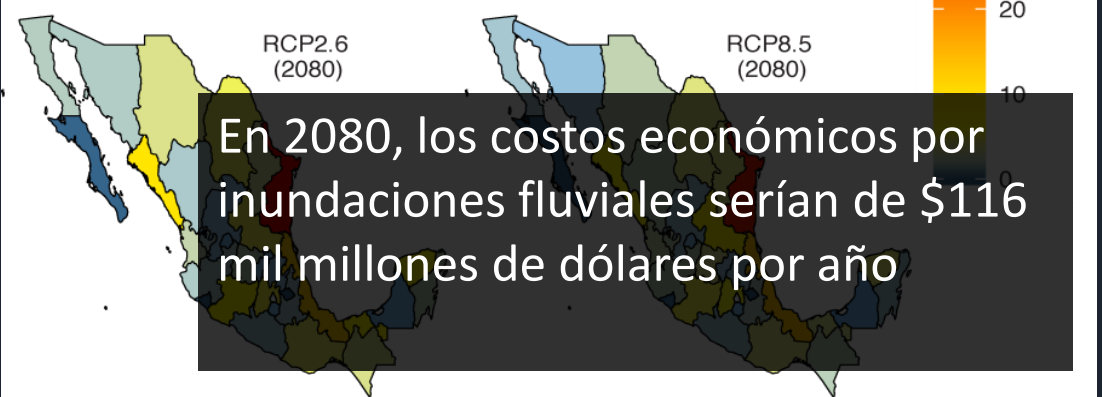
Tabasco, Quintana Roo y Veracruz, valor presente de pérdidas es comparable a 12, 11 y 10 años del valor de la producción agrícola actual.



Para finales del siglo: 5
 maíz (-42%, -31%),
 trigo (-23, -20),
 arroz (-51%, -41%),
 sorgo (-41%, -36%),
 soya (-59%, -45%),
 azúcar (-12%)



Actualmente, el daño anual esperado por inundaciones fluviales es de \$7 mil millones de dólares



En 2080, los costos económicos por inundaciones fluviales serían de \$116 mil millones de dólares por año

Tamaulipas, Veracruz y San Luis Potosí tendrán los mayores niveles de riesgo por inundación fluvial; los mayores aumentos en riesgo son en el centro del país

Costos por inundaciones fluviales y costeras

Los riesgos por inundaciones en México ya son actualmente elevados. Estos riesgos se incrementarán de manera importante por desarrollo socioeconómico y cambio climático.



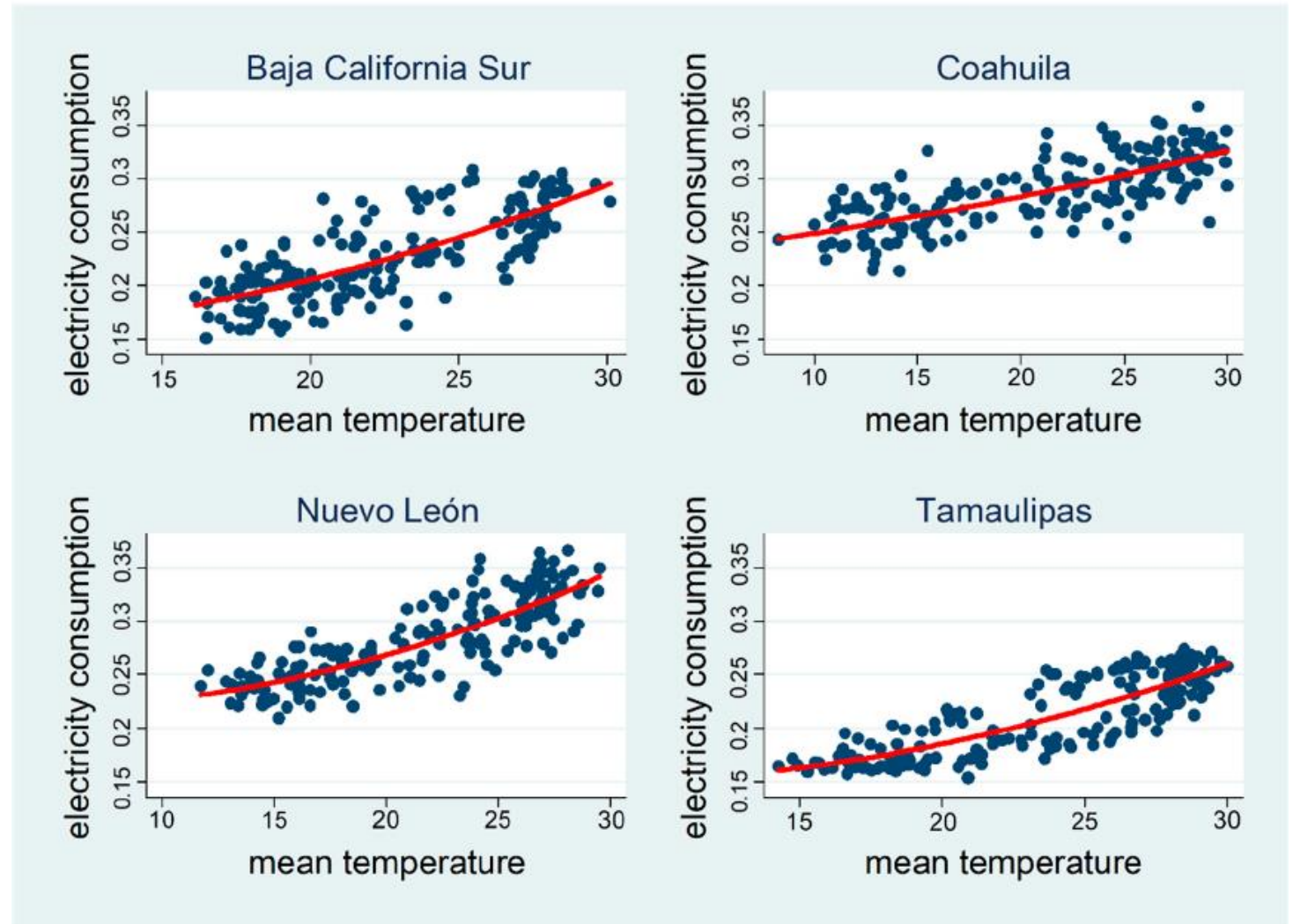
Actualmente, el daño anual esperado por inundaciones costeras es \$130 millones de dólares



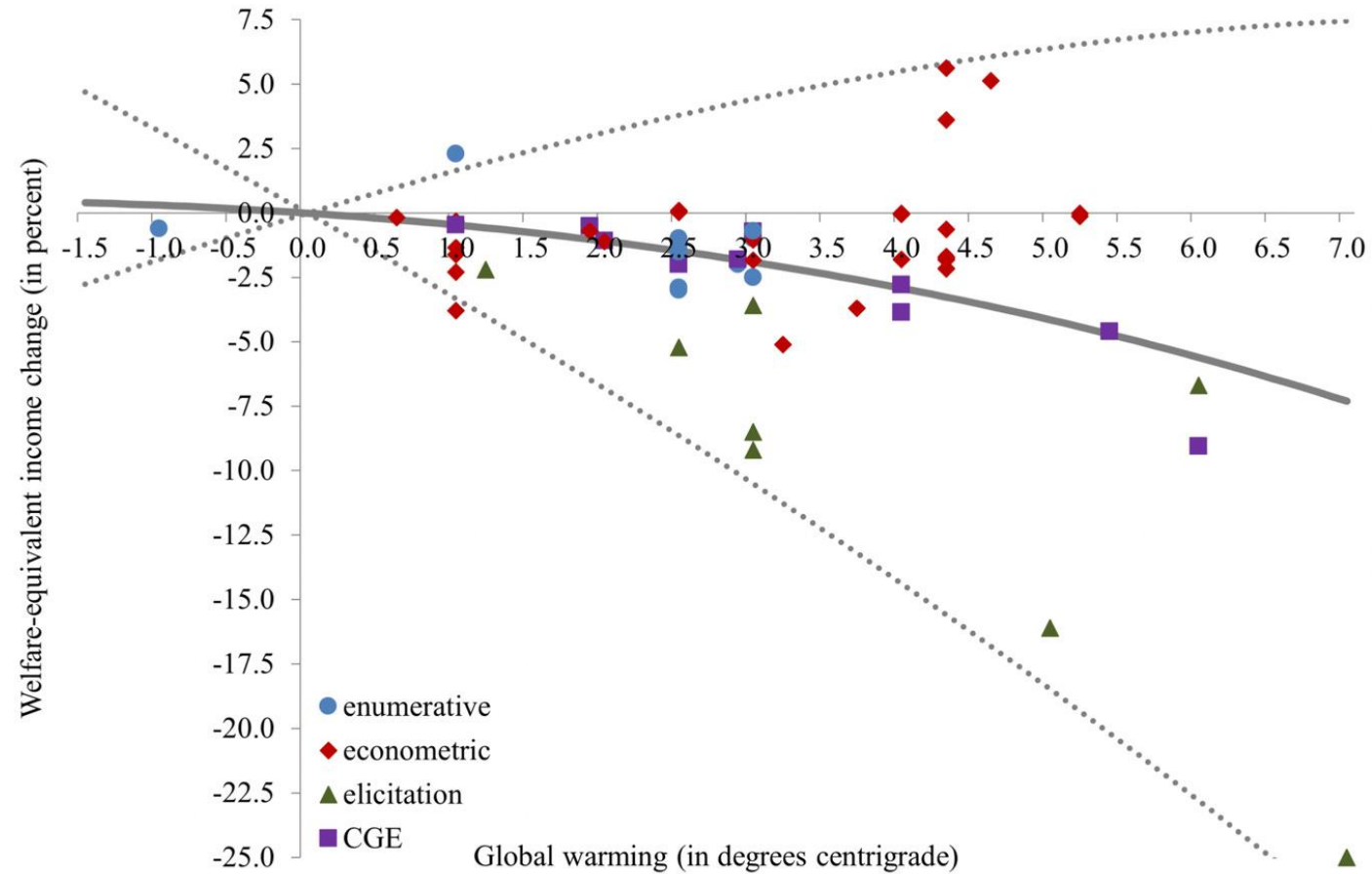
En 2080, los costos por inundaciones costeras serían de \$10 mil millones de dólares anuales

ENERGÍA

- Impactos de cambio climático en la demanda, finales de siglo
- El consumo de energía eléctrica podría aumentar en 12% para finales de este siglo: 69 mil millones de USD por año
- Costos totales por cambios en demanda eléctrica y gas LP: 43 mil millones USD por año
- Aumentos en consumo de energía harían más difícil cumplir las metas nacionales de mitigación



Impactos totales del cambio climático

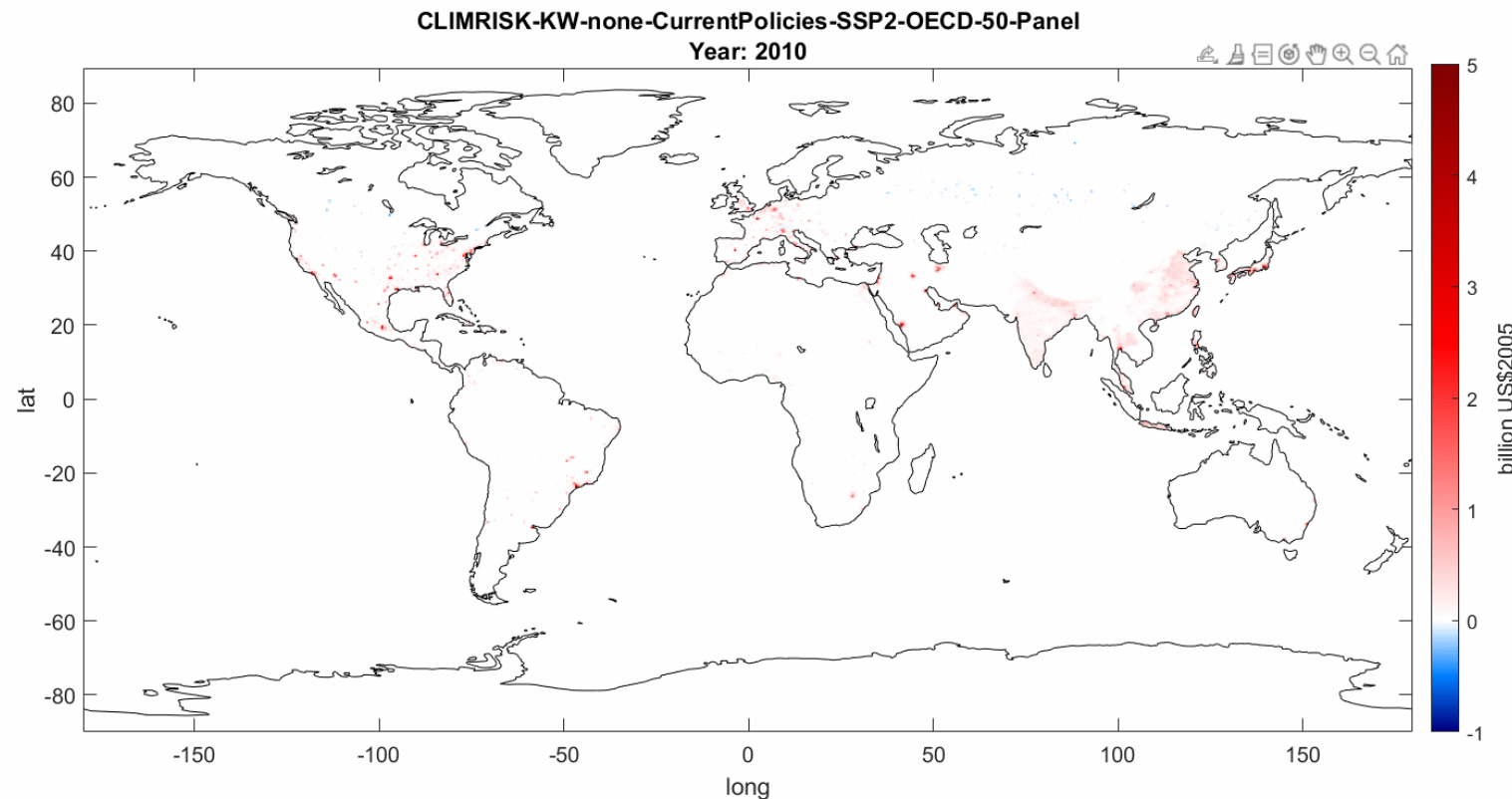


Hechos estilizados de los impactos del cambio climático

- **Heterogeneidad en impactos:** riesgos desproporcionados a países con ingreso bajo y a grupos sociales con menores recursos al interior de los mismos (Tang, Petrie & Rao, 2009; Nordhaus, 2013, 2017; Stern, 2013; Tol, 2018)
- **Impactos son persistentes y pueden ser potencialmente irreversibles** (Alley et al., 2003; Weitzman, 2009; Stocker et al., 2013; IPCC, 2014; Estrada, Tol & Gay-García, 2015b)
- **Eventos extremos y posibles catástrofes climáticas** (Vellinga and Wood, 1998; Anthoff, Tol & Estrada, 2016; Estrada, Tol & Botzen, 2015)
- **Retroalimentaciones y sinergias entre impactos, otros problemas/características ambientales y sociales** (Gallup et al., 1999; Fankhauser & S.J. Tol, 2005; Estrada, Botzen & Tol, 2017)
 - Trampas de pobreza: enfermedades, baja productividad laboral, pobreza, servicios deficientes de salud
 - Convergencia de problemas sociales y ambientales
 - Retroalimentación entre impactos

Heterogeneidad en impactos

- Heterogeneidad en exposición, amenaza, vulnerabilidad y capacidad de respuesta entre regiones/países y al interior de los mismos



Multiescalar
Enfoque común
regiones o países

Persistencia en impactos del cambio climático

The persistence of shocks in GDP and the estimation of the potential economic costs of climate change

Francisco Estrada^{a, b, *}, Richard S.J. Tol^{c, b, d, e, f}, Carlos Gay-García^a



Extending integrated assessment models' damage functions to include adaptation and dynamic sensitivity

Francisco Estrada^{a, b, *}, Richard S.J. Tol^{c, b, d, e, f, g}, W.J. Wouter Botzen^{b, h}

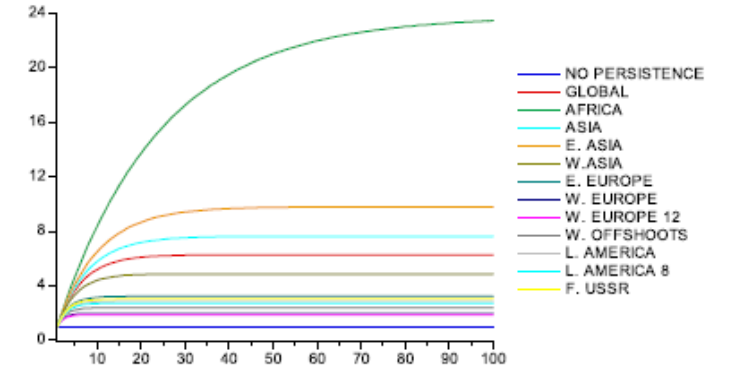
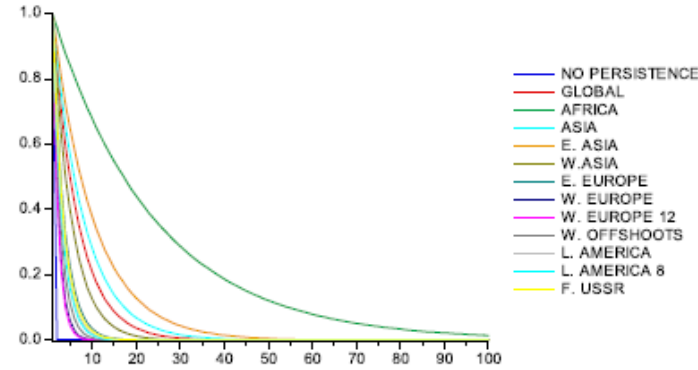
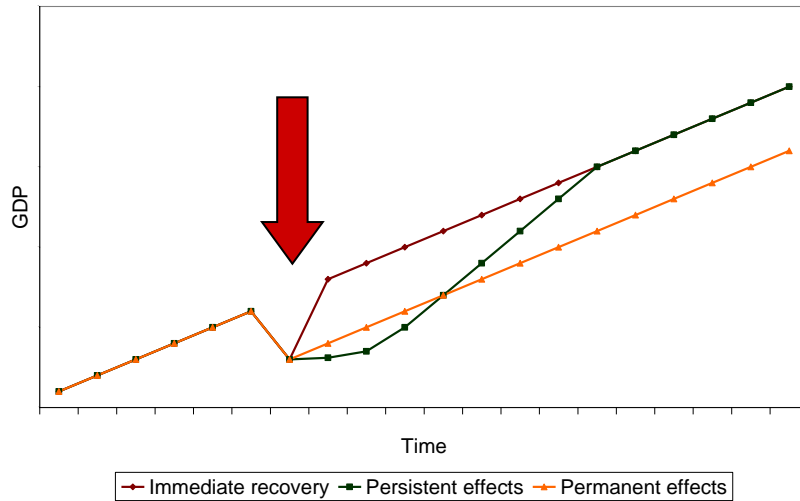
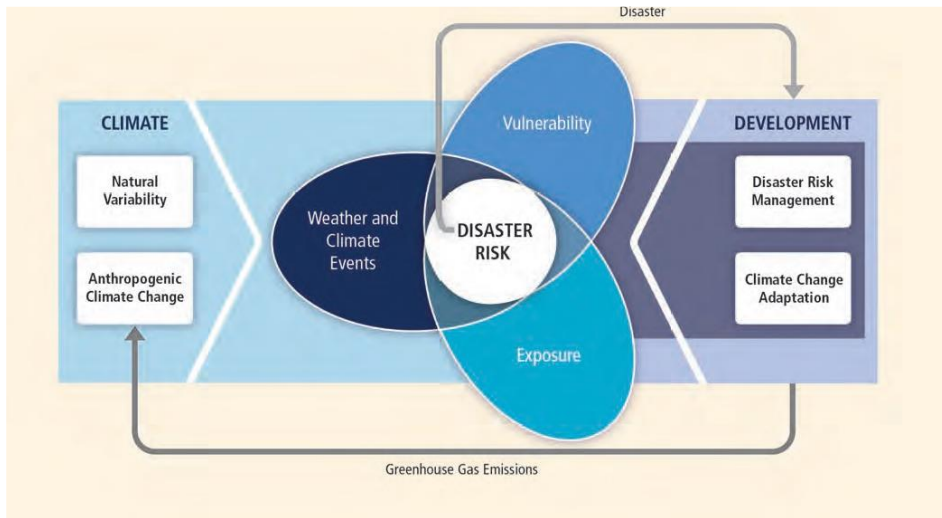


Table 2
 Estimates of global and regional climate change impacts under the RCP4.5 emissions scenario and for different values of α .


Region	$\alpha = 0$	$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.5$	$\alpha = 0.8$	$\alpha = 0.9$	$\alpha = 1$	α	NPV
Europe	0.12 (0.03, 0.24)	0.13 (0.04, 0.26)	0.23 (0.06, 0.45)	0.51 (0.14, 1.02)	0.84 (0.22, 1.71)	2.24 (0.58, 4.60)	0.5	0.23 (0.06, 0.46)
Latin America	0.83 (0.21, 1.78)	0.92 (0.23, 2.00)	1.56 (0.40, 3.36)	3.51 (0.86, 7.64)	5.79 (1.36, 12.68)	14.47 (3.58, 30.65)	0.65	2.17 (0.54, 4.77)
South Asia	1.77 (0.47, 3.77)	1.93 (0.52, 4.07)	3.33 (0.89, 7.01)	7.23 (1.88, 15.36)	11.57 (3.01, 24.43)	27.06 (6.82, 55.45)	0.8	7.23 (1.88, 15.36)
North Asia	-0.25 (-0.70, 0.02)	-0.27 (-0.78, 0.03)	-0.47 (-1.35, 0.04)	-1.01 (-2.90, 0.08)	-1.66 (-4.86, 0.11)	-4.04 (-11.72, 0.33)	0.8	-1.01 (-2.90, 0.08)
North America	0.03 (0.01, 0.07)	0.03 (0.01, 0.08)	0.05 (0.01, 0.13)	0.12 (0.02, 0.30)	0.20 (0.03, 0.49)	0.53 (0.09, 1.28)	0.6	0.07 (0.01, 0.16)
Africa	1.51 (0.39, 3.21)	1.67 (0.43, 3.52)	2.87 (0.77, 6.24)	6.25 (1.60, 13.40)	10.05 (2.55, 21.61)	24.34 (5.86, 52.30)	0.9	10.05 (2.55, 21.61)
China	0.12 (0.02, 0.31)	0.13 (0.02, 0.33)	0.21 (0.03, 0.57)	0.48 (0.07, 1.23)	0.77 (0.11, 2.09)	1.97 (0.28, 5.32)	0.8	0.48 (0.07, 1.23)
World	0.28 (0.08, 0.56)	0.30 (0.08, 0.55)	0.52 (0.14, 1.06)	1.14 (0.31, 2.33)	1.85 (0.49, 3.83)	4.52 (1.17, 9.16)	-	1.10 (0.30, 2.27)

Figures denote the number of times of the GDP in year 2001 that the present value of the economic impacts of climate change over this century amounts to. Figures in parenthesis give the 5% and 95% percentiles.



Published: 19 October 2015

Economic losses from US hurricanes consistent with an influence from climate change

Francisco Estrada , W. J. Wouter Botzen & Richard S. J. Tol

Nature Geoscience 8, 880–884 (2015) | [Cite this article](#)

4355 Accesses | 91 Citations | 157 Altmetric | [Metrics](#)

Ausencia de tendencias en pérdidas atribuibles a cambio climático (Crompton et al., 2011; Emanuel, 2011)

- Gran parte de pérdidas observadas son el producto de **mayor riqueza y población** en lugares susceptibles a estos eventos
- Se muestra que parte de las pérdidas observadas son producto del calentamiento global
- Enormes implicaciones en términos de **políticas de adaptación y mitigación**

Pérdidas económicas por huracanes en EUA

- Cambio climático 2%-12% pérdidas en 2005
- **1°C en T global: aumento en pérdidas por tormentas y huracanes de \$19-\$88 mil millones de dólares**

Hurricanes Harvey, Irma could cost US economy \$290 billion, estimate says



Hurricanes Harvey, Irma could cost US economy \$290 billion

Combined damages from Hurricanes Harvey and Irma could cost the U.S. economy as much as \$290 billion, according to a new forecast. Hurricane...
abcnews.go.com

Synergistic impacts of global warming and thermohaline circulation collapse on amphibians

Julián A. Velasco, Francisco Estrada, Oscar Calderón-Bustamante, Didier Swingedouw, Carolina Ureta, Carlos Gay & Dimitri DeFrance

Communications Biology 4, Article number: 141 (2021) | Cite this article

1364 Accesses | 34 Altmetric | Metrics

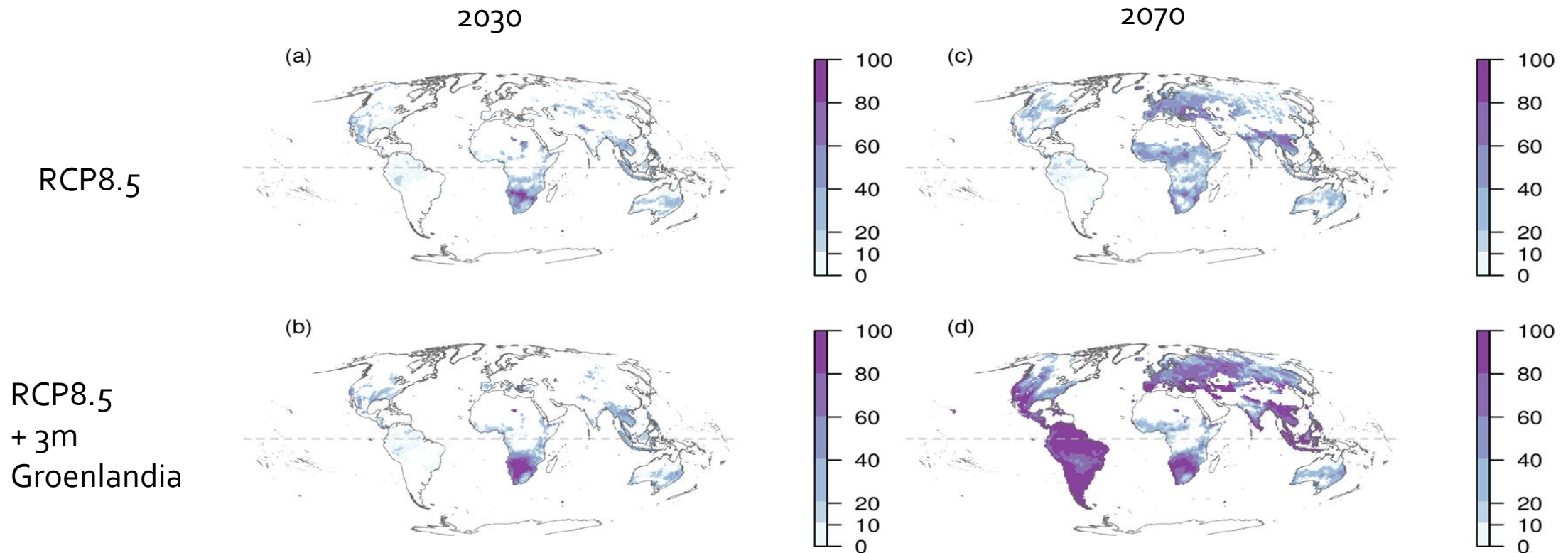


Shutting Down the Thermohaline Circulation

David Anthoff

Francisco Estrada

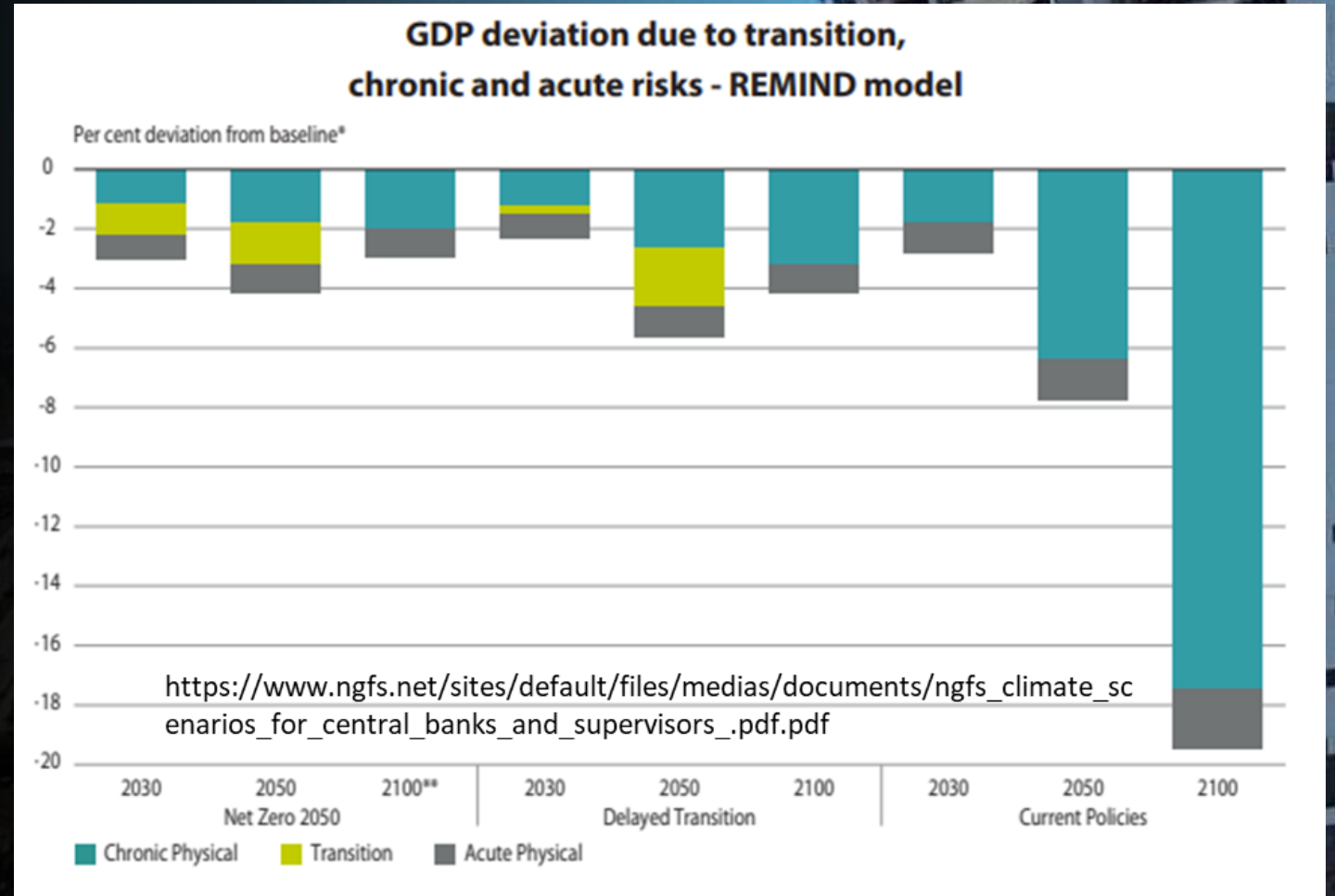
Richard S. J. Tol



Patrones espaciales del porcentaje de especies de anfibios perdido

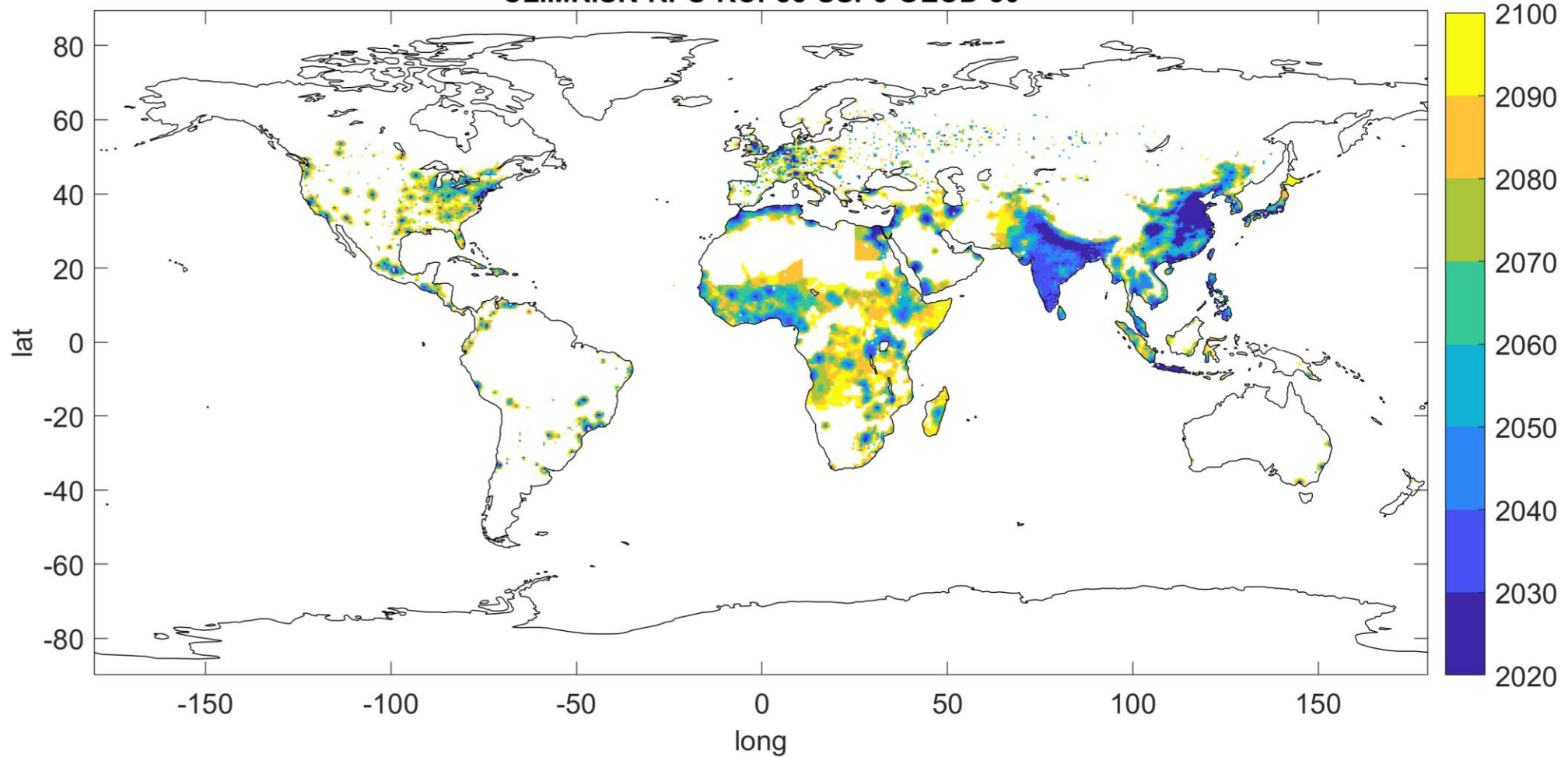
Eventos extremos y cambio climático

- El huracán "Otis" ya tiene un costo confirmado de cerca de **2 mil millones de dólares**, dijo la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS) al hacer un "corte de caja" de este siniestro que devastó Acapulco y zonas aledañas.



<https://www.reforma.com/otis-genero-costo-de-2-mil-mdd-a-aseguradoras/ar2787136>

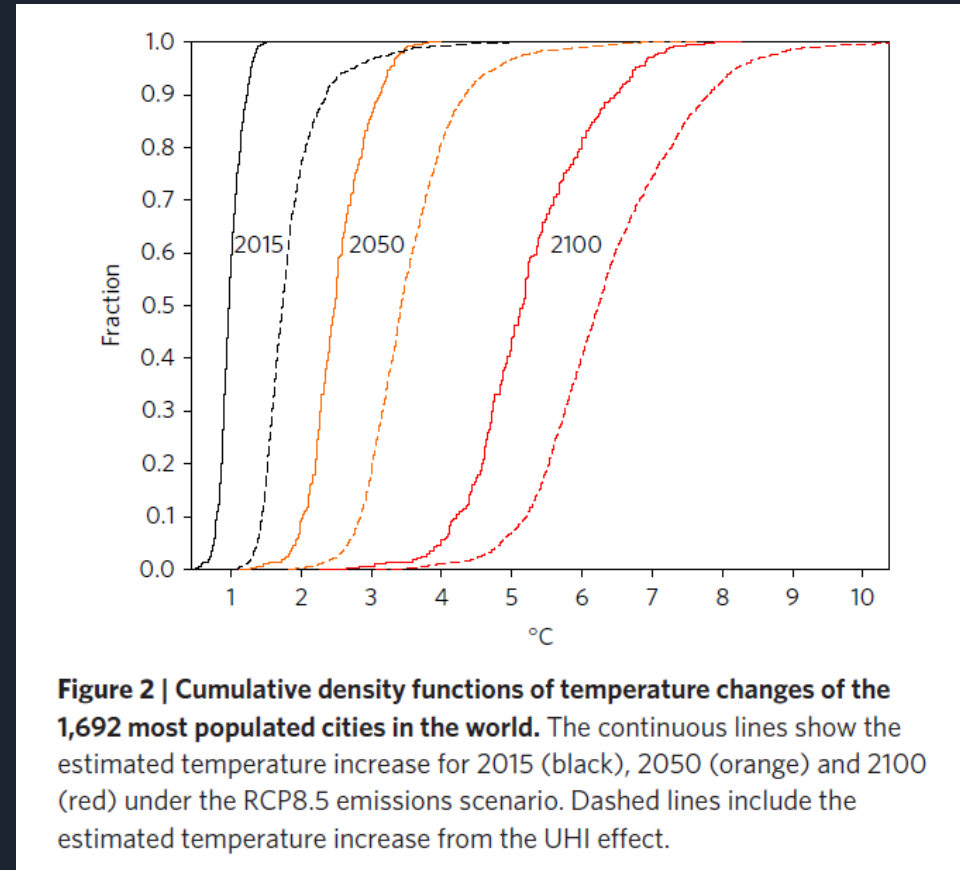
Date for losses exceeding: 1 billion US\$2005
CLIMRISK-RPU-RCP85-SSP5-OECD-50



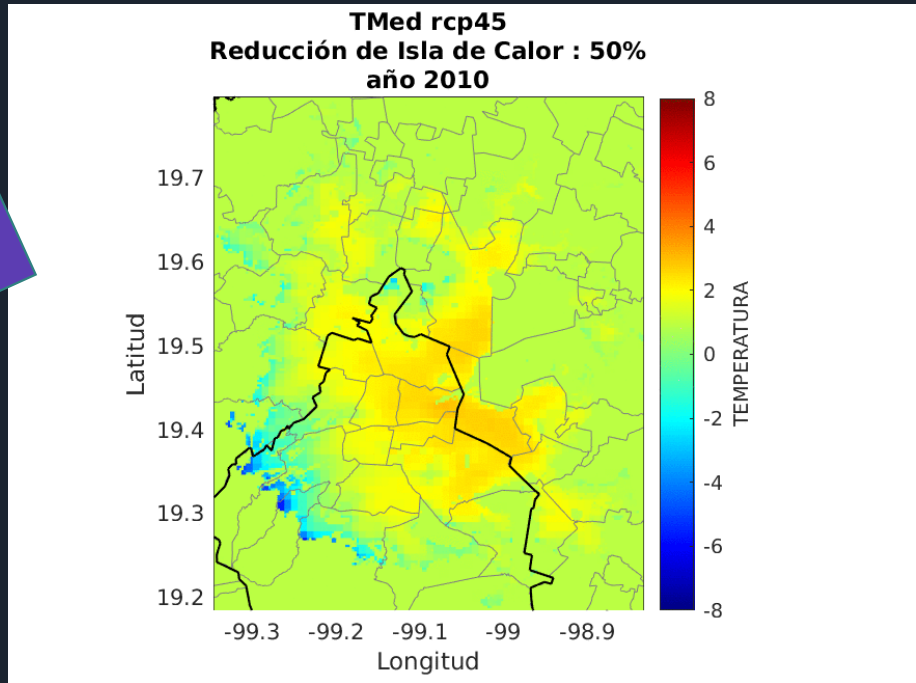
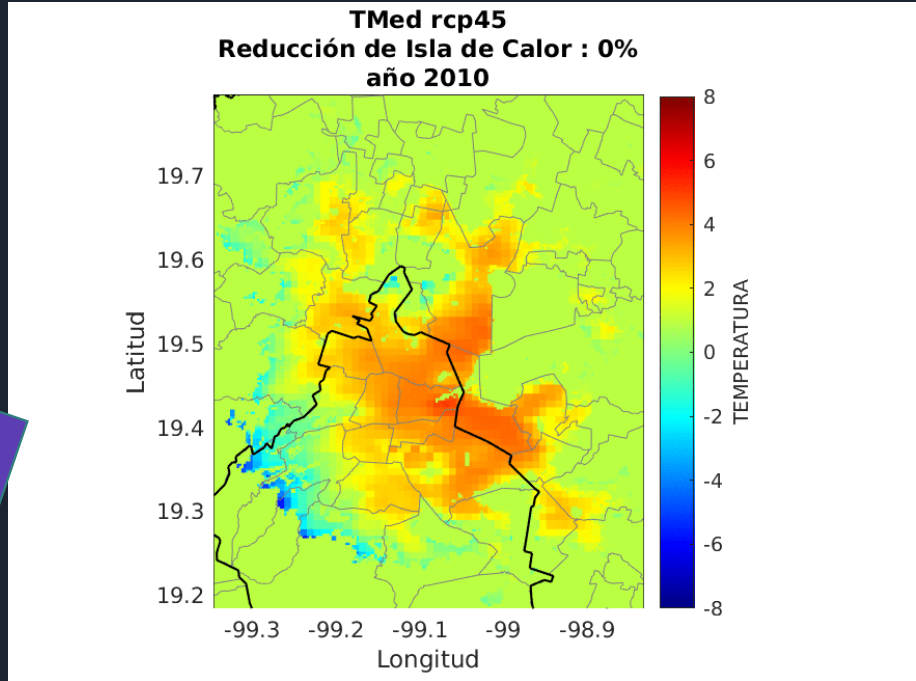
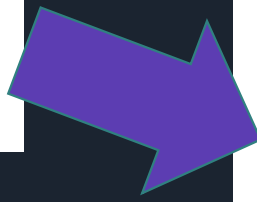
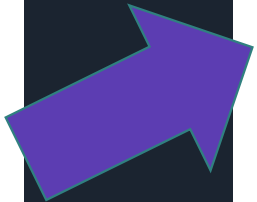
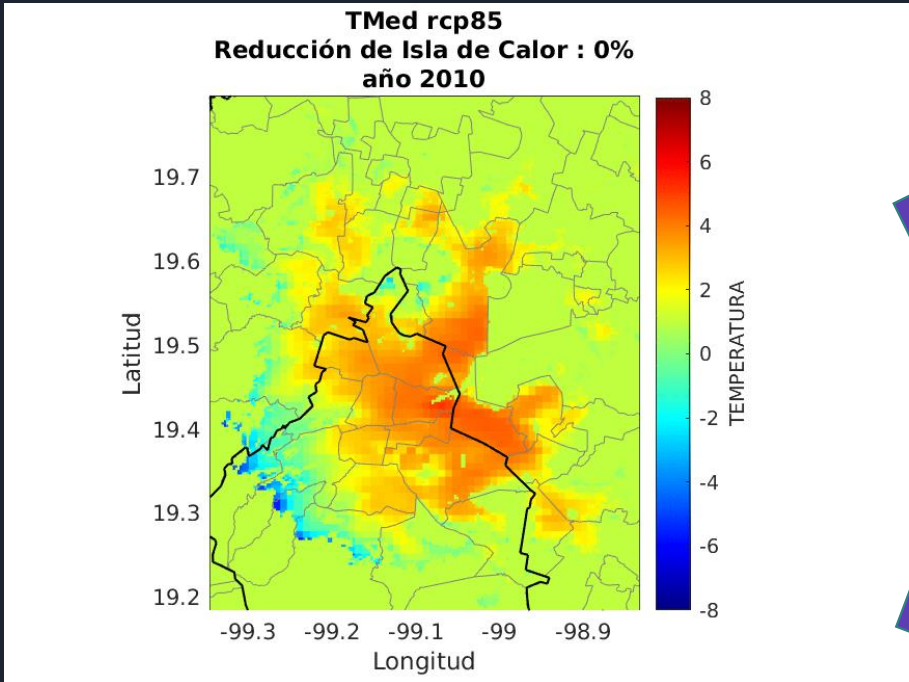
Estrada F., Botzen W.J.W., 2021. Economic impacts and risks of climate change under failure and success of the Paris Agreement. Ann. N.Y. Acad. Sci. <https://doi.org/10.1111/nyas.14652>



Ciudades: sinergias entre cambio climático global y local



- Una proporción considerable de la población ha experimentado un calentamiento mucho mayor
- Los impactos económicos son al menos 2.6 veces los calculados previamente (cambio climático global)
- Acciones locales para mitigar la isla de calor son necesarias para reducir los impactos y riesgos del cambio climático



Acuerdo de mitigación similar NDC

Sin adaptación local

Acuerdo de mitigación similar NDC

Con adaptación local

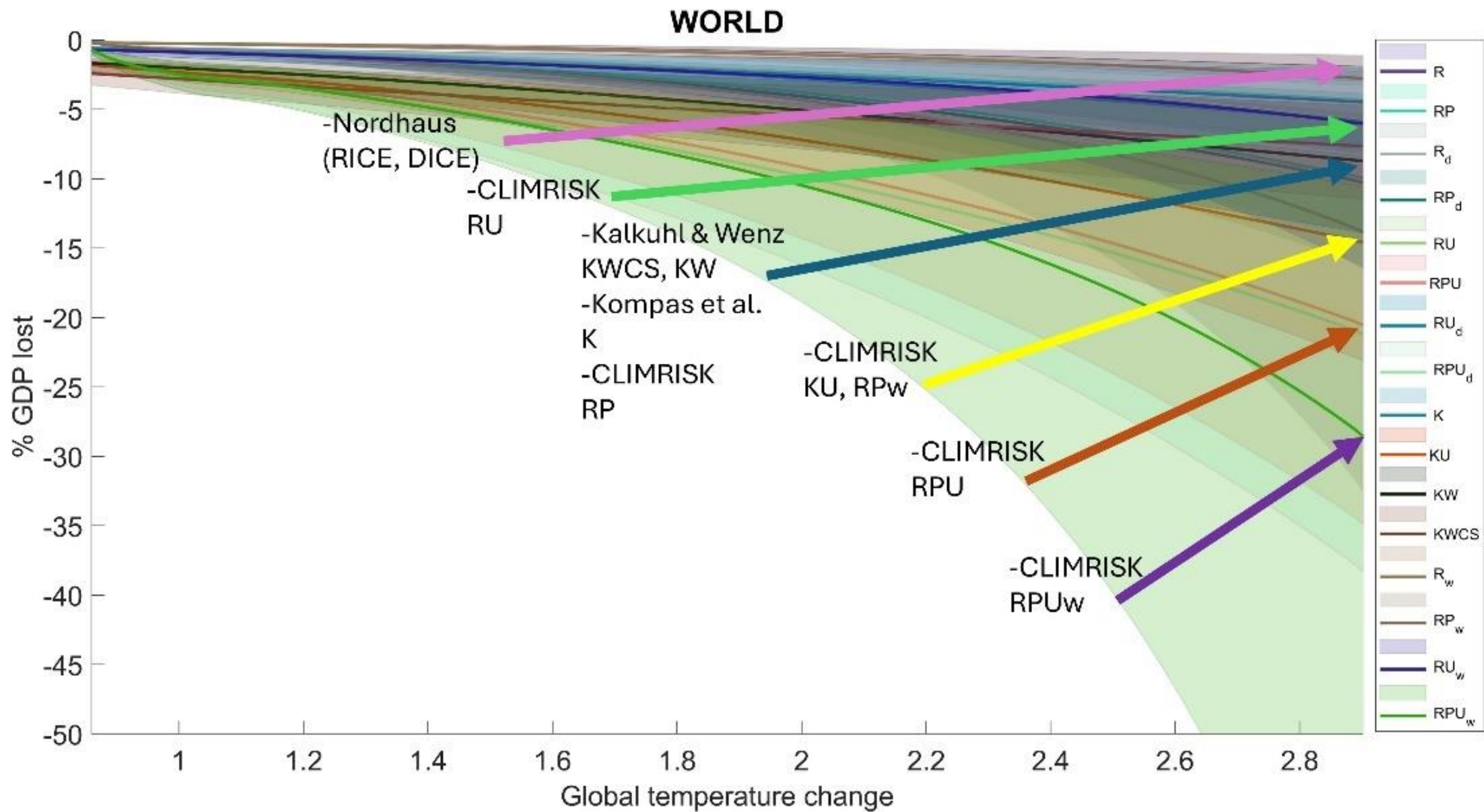
Adaptación y reducción del riesgo mediante acciones locales

Table 2 | Costs and benefits of urban heat island reduction policies under different baseline scenarios.

	Policy A	Policy B	Policy C	Policy D
Benefit-cost ratio				
RCP8.5	\$14.5 {\$5.37, \$9.12}	\$15.2 {\$6.0, \$9.25}	\$6.09 {\$2.35, \$3.73}	\$3.96 {\$1.59, \$2.37}
RCP6	\$12.3 {\$5.37, \$6.95}	\$13.1 {\$6.0, \$7.05}	\$5.2 {\$2.35, \$2.85}	\$3.4 {\$1.59, \$1.81}
RCP4.5	\$12.1 {\$5.37, \$6.76}	\$12.9 {\$6.0, \$6.86}	\$5.13 {\$2.35, \$2.77}	\$3.35 {\$1.59, \$1.76}
NGCC	\$5.37	\$6.0	\$2.35	\$1.59

GUP, global urban product. NGCC, a no global climate change scenario. TL, the net present value of the benefits of the different policies as a fraction of the present value of the total losses. Numbers in parenthesis show the percentage of cities with net losses and numbers in brackets show the benefits for the cities in the 2.5th and 97.5th percentiles. The symbol \$ denotes US dollars. Figures in braces show the benefit-cost ratio decomposed into the contribution of local policy and interaction effects of global and local climate change, in that order. Policies: A—Large-scale cool roofs and cool pavements; B—Moderate-scale cool roofs and cool pavements; C—Moderate-scale green and cool roofs and cool pavements; D—Small-scale green and cool roofs and cool pavements. Figures are rounded to three significant digits.

- Policy A, 50% change of total roof area to cool roofs (liquid applied coating) and 100% change of the paved area to cool pavement (hot mix asphalt with light aggregate);
- Policy B, 20% change to cool roofs and 50% to cool pavement;
- Policy C, 10% change to green roofs, 25% change to cool roofs and 50% change to cool pavement;
- Policy D, 10% change to green roofs, 10% to cool roofs and 20% to cool pavement.



Funciones de daño en MEI

- Funciones matemáticas estilizadas que relacionan cambios en variables climáticas con cambios en variables económicas (PIB, bienestar...)
- Cuantifican los costos económicos asociados con distintos niveles de calentamiento
- Son funciones resumen, generalmente no lineales
- Son calibradas con estimaciones agregadas de daños (enumerativo, CGE...) o a través de modelos estadísticos que relacionan de forma directa clima y PIB (por ejemplo)
- Escalas desde global hasta espacialmente explícitas
- Agregadas o sectoriales

Métricas comunes utilizadas para expresar los impactos económicos del cambio climático

- Impacto por horizonte temporal o para algún escenario (\$USD, %)
- Valor presente (tasa de descuento)
- Valor presente relativo (VP/PIB(t=0))
- Costo Social del CO2

Costo social del CO₂

Damage function	Global SCC (US2005/tCO ₂)
RPU(d)	1188.63
RU(d)	290.15
RP(d)	579.84
R(d)	136.60
KU	482.93
K	185.93
Catastrophic	
RPU(w)	6221.57
RU(w)	1473.18
RP(w)	3069.87
R(w)	696.37
KU(w)	1796.07
K(w)	696.37



**CONSEJO MONETARIO
CENTROAMERICANO** 60
AÑOS
Secretaría Ejecutiva



PINCC
Programa de Investigación
en Cambio Climático



Taller: Análisis del riesgo proveniente del cambio climático y la pérdida de naturaleza

Impactos ambientales, económicos y sociales provenientes del cambio climático

Dr. Francisco Estrada Porrúa

Programa de Investigación en Cambio Climático, UNAM

Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM