



Cambio climático y transición energética

Alejandro de Keijser
Paulina Terrazas

29 abril 2023



¿Qué es lo más reciente que sabemos en cambio climático?

¿Qué es el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático-IPCC?

- Organismo de Naciones Unidas responsable de evaluar la **ciencia del cambio climático**.
- Creado en **1988** para proveer a los gobiernos información científica para políticas del clima.
- Tiene **195 Estados** (52 personas escritoras).
- Evalúa miles de documentos científicos publicados cada año. Realizan un **resumen comprensivo** sobre las causas, impactos, riesgos, adaptación y mitigación, no su propia investigación.
- Tiene **tres grupos de trabajo** y un grupo especial para los inventarios de GEI.
 - ✓ Bases físicas del cambio climático
 - ✓ Impactos, adaptación y vulnerabilidad
 - ✓ Mitigación
 - ✓ Cálculo y reporte de emisiones



- Se realiza un informe cada 6-7 años.
- El Informe de síntesis del 6º Informe de Evaluación del IPCC (AR6) se adoptó en Suiza el 19/03/2023 (el 5º es de 2014, AR5).

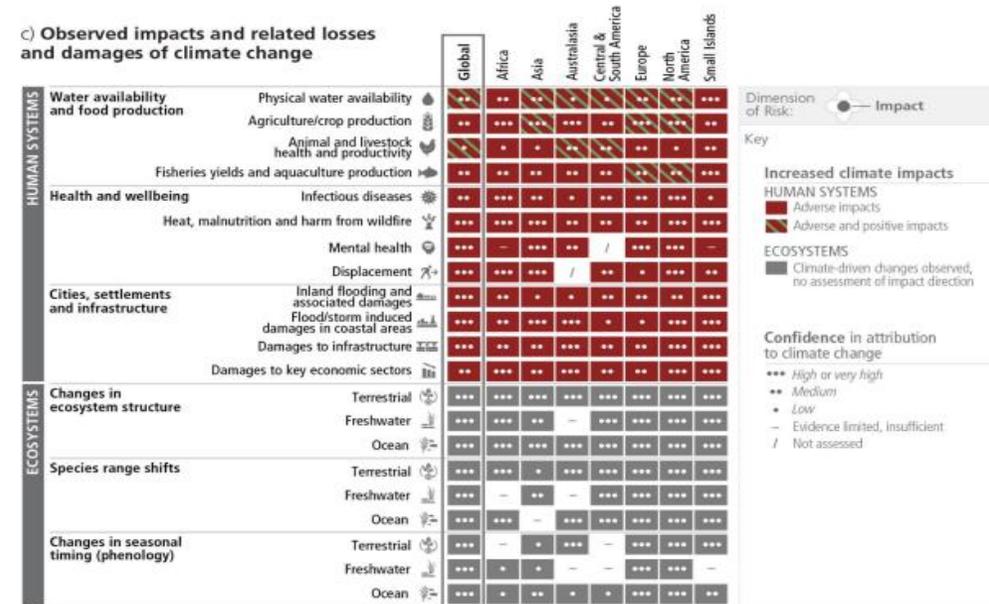
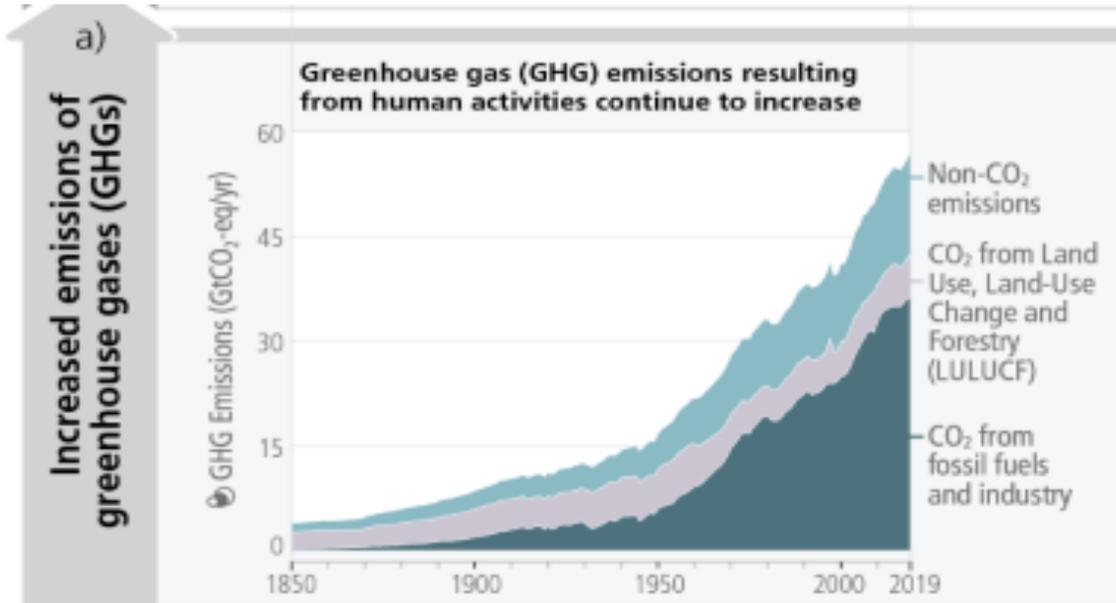
<https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>

Las actividades humanas están causando un calentamiento global inédito

- Este reporte reconoce:
 - ✓ La **interdependencia** del clima, los ecosistemas, la biodiversidad y las sociedades humanas.
 - ✓ El valor de las diversas formas de **conocimiento**.
 - ✓ Los **vínculos** cercanos entre la adaptación, mitigación, salud de ecosistemas, bienestar humano y desarrollo sostenible.
 - ✓ A partir de los **múltiples marcos analíticos** de ciencias físicas y sociales se identifican las oportunidades para **acciones transformadoras** que sean efectivas, factibles, justas y equitativas.
- Los hallazgos principales se formulan como hechos por **su nivel de confianza en lenguaje calibrado**, es decir que están fundamentados en la evidencia científica y en el consenso.
- Las actividades humanas, principalmente a través de la **emisión de gases y compuestos de efecto invernadero (GEI) son la causa inequívoca del calentamiento global**.
 - ✓ Existe una temperatura de **1.1°C superior** en la década de 2011-2020 que en 1850-1900.
 - ✓ En 2019, las concentraciones de CO₂ fueron **410 partes por millón**, las de metano fueron 1,866 partes por billón (ppb) y las de óxido nitroso fueron 332 ppb, más altas que en la historia.

Hay emisiones crecientes y distribuidas de manera diferenciada

- ✓ Se estima que las emisiones globales netas en 2019 fueron de **59 ± 6.6 GtCO₂ eq** con la mayor parte del crecimiento derivado de la combustión de combustibles fósiles y procesos industriales.
- ✓ Las contribuciones históricas de emisiones de CO₂ varían sustancialmente entre regiones en **magnitud** y en **composición**.
- ✓ Hay daños sustanciales e irreversibles. De **3.3 a 3.6 mil millones de personas** viven en entornos extremadamente vulnerables.

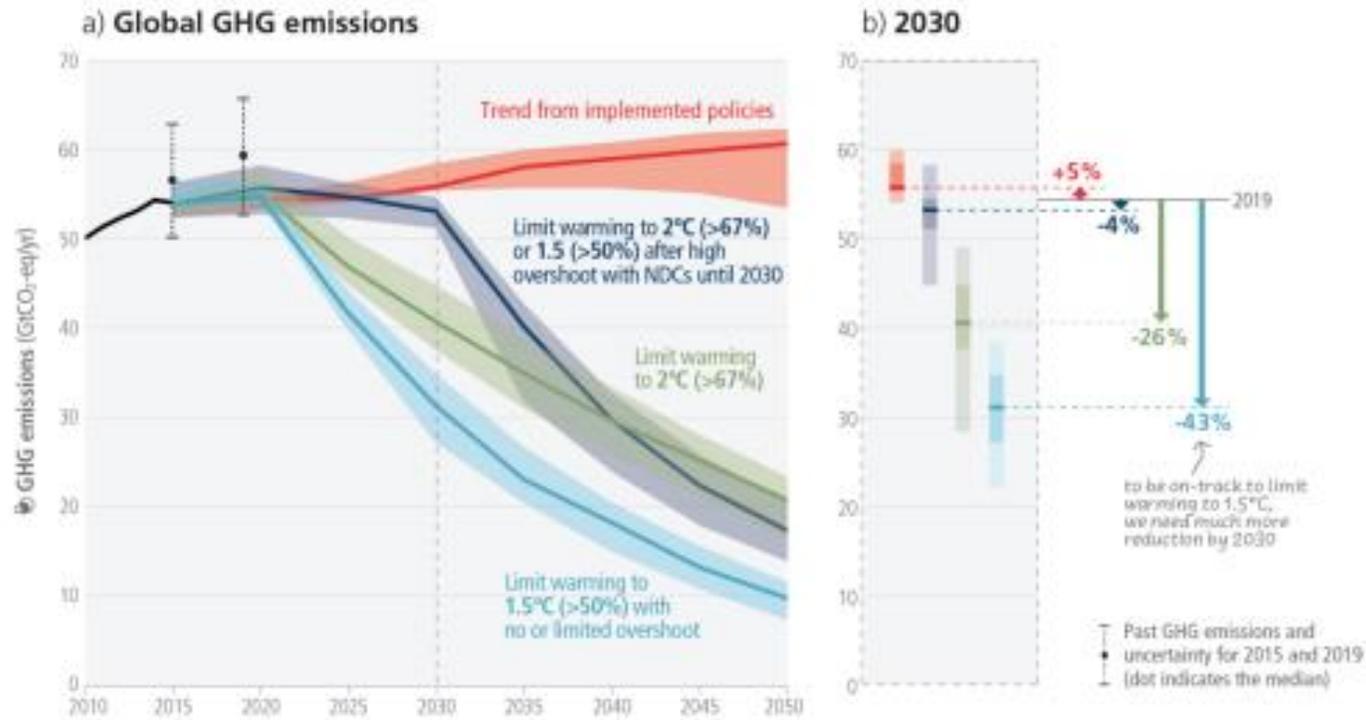


Importantes respuestas al momento, pero insuficientes

- Los **acuerdos** climáticos internacionales, las **ambiciones** nacionales crecientes, y el incremento de la **consciencia pública** sobre el tema aceleran los esfuerzos para atender el cambio climático.
 - ✓ La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, el Protocolo de Kyoto y el Acuerdo de París han promovido más ambición a nivel nacional. Sinergias con muchos otros acuerdos
- Las políticas de **mitigación** han contribuido a **disminuir** la **intensidad energética** y de **carbono**.
 - ✓ Expansión consistente de políticas y leyes. En 2020, **56 países** legislan para reducir emisiones (53%).
 - ✓ 2010 a 2019: reducción de **costos unitarios** de la energía solar (85%), eólica (55%) y baterías (85%).
- Muchos países han logrado reducir emisiones de GEI por más de una década.
 - ✓ La **intensidad energética global** (por unidad PIB) se ha reducido 2% al año.
 - ✓ Las **tecnologías** bajas en emisiones se están volviendo más **asequibles** con alternativas en los sectores de energía, construcción, transporte e industria.
- El progreso en la planeación e implementación de las acciones de adaptación ha generado múltiples beneficios. Se observa progreso en todos los sectores y regiones.
 - ✓ **60%** de la adaptación documentada se relaciona con riesgos del **ciclo hidrológico** y su impacto.
 - ✓ **Inversión** creciente desde AR5, pero es baja, desigual y ha crecido de forma **heterogénea**.

Es probable que el calentamiento exceda 1.5°C y difícil que no sobrepase 2°C

Projected global GHG emissions from NDCs announced prior to COP26 would make it *likely* that warming will exceed 1.5°C and also make it harder after 2030 to limit warming to below 2°C



- Existen diferencias entre las ambiciones globales y la suma de las ambiciones nacionales declaradas... así como entre las ambiciones y la implementación.

✓ 10-16 GtCO₂ eq/año (NDC y <2°C)

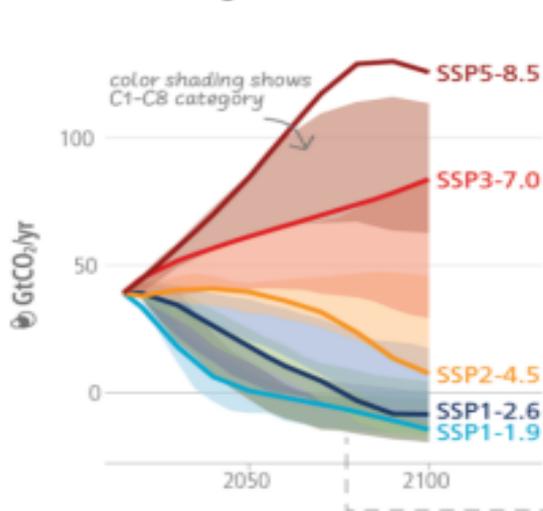
- Para mitigación, las emisiones GEI en 2030 implícitas en los anuncios de NDC de la COP26 de 2021 harían probable >1.5°C y difícil mantenerlas < 2°C.
- Hay **barreras sistemáticas** para la adaptación: financiamiento, conocimiento, práctica, falta de conocimiento y de datos suficientes.
- 100 países están adoptando o discutiendo llegar a *net zero* en GEI o en CO₂ para 2050.

Scenarios and warming levels structure our understanding across the cause-effect chain from emissions to climate change and risks

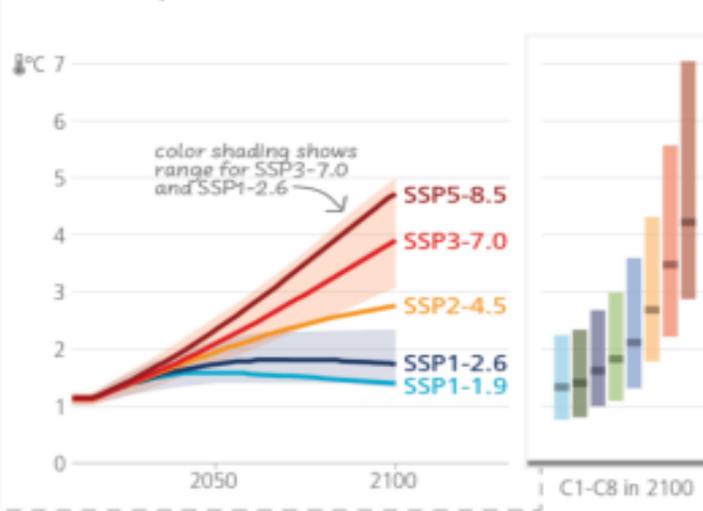
a) AR6 integrated assessment framework on future climate, impacts and mitigation



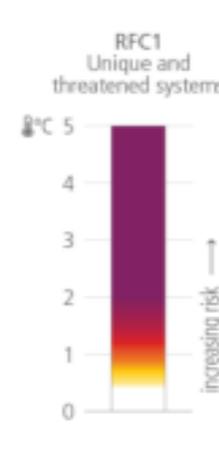
CO₂ emissions for SSP-based scenarios and C1-C8 categories



Temperature for SSP-based scenarios over the 21st century and C1-C8 at 2100



Risks can be represented as "burning embers"



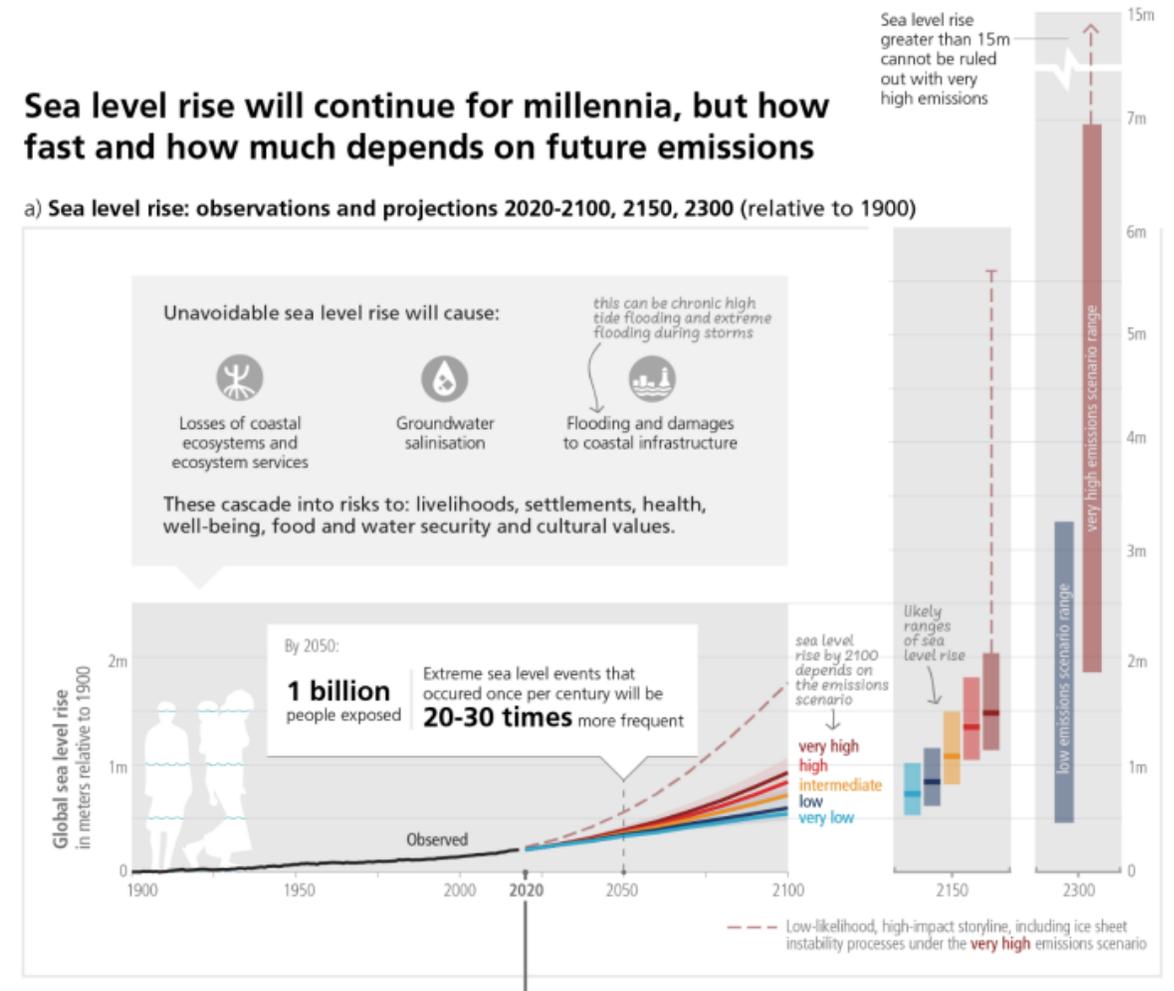
- Se construyeron **5 escenarios** (Shared Socio-Economic Pathways SSP) para ilustrar distintos supuestos socioeconómicos y niveles de mitigación y adaptación climática.
- Los escenarios de emisiones altas y muy altas (SSP3 y SSP5) tienen un rango de emisiones que se duplican de los niveles actuales en 2100 y 2050 respectivamente.

A largo plazo, el calentamiento futuro afectará todos los componentes del clima

- El calentamiento global depende de las emisiones GEI futuras: el mejor escenario de bajas emisiones es de **1.4°C más** que de 1850 a 1900. El rango de equilibrio más probable es de 2.5°C a 4.0°C. **En todos los escenarios y trayectorias modelados se incrementa el calentamiento.**
- Las trayectorias modeladas con la continuidad de políticas de 2020 implican un calentamiento de **3.2°C** para el **2100**.
- Se necesitan **reducciones profundas, rápidas y sostenidas** alcanzando emisiones *Net Zero* de CO₂ y fuertes reducciones de los otros gases, especialmente CH₄ para lograr que el incremento < 2°C a 2100.
- Muchos cambios en el sistema climático son **irreversibles** en la escala temporal.
 - ✓ El calentamiento adicional llevará a más frecuente e **intensas corrientes marinas calientes**, amplificará el **derretimiento** de las capas de hielo y con ello la **precipitación**, así como los eventos y temporadas de **sequía**.
 - ✓ En todas las regiones se proyectan **incrementos** en **extremos de temperatura**.
 - ✓ Incluso con 1.5°C se proyecta una **intensificación** de la **precipitación** e **inundaciones** en la mayor parte de las regiones de África, Asia, Norteamérica y Europa.

Alternativas de adaptación de largo plazo y sus límites

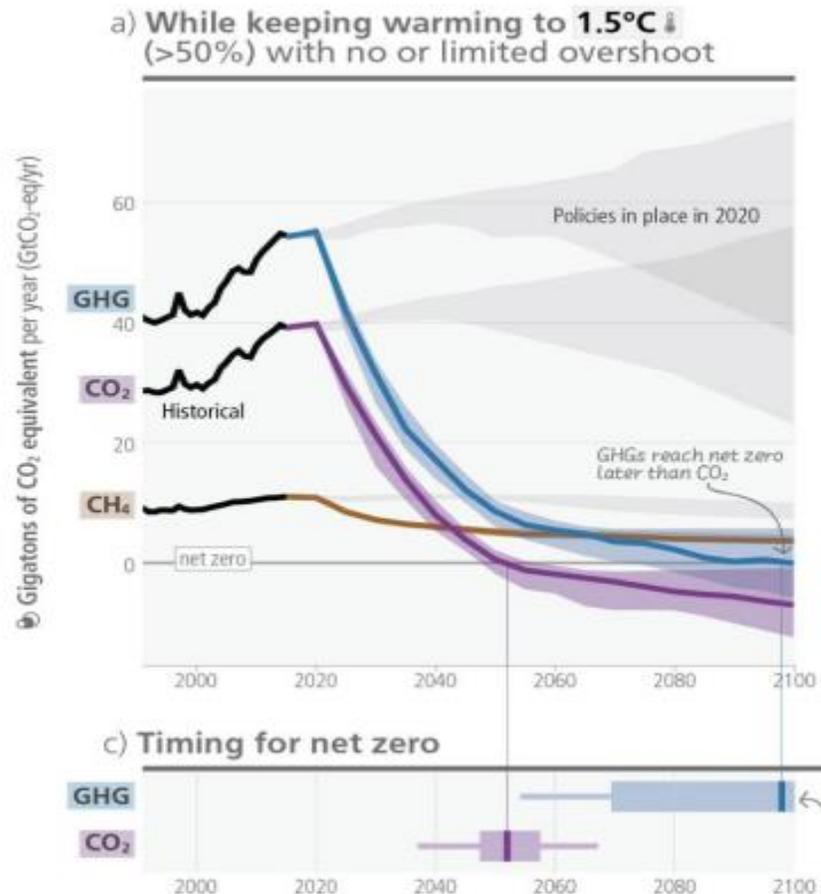
- Las **soluciones integradas, multi sectoriales y transversales** aumentan la efectividad de la adaptación.
- Conforme aumenta el **calentamiento**, las opciones de **adaptación** se vuelven más constreñidas y menos efectivas. Con mayores niveles de calentamiento, los daños y pérdidas incrementan y los sistemas humanos y naturales alcanzan sus límites.
 - ✓ La **efectividad de la adaptación** relacionada con agua para reducir los riesgos se reduce conforme incrementa la temperatura por encima de 2°C.
 - ✓ El **incremento en el nivel del mar** implica un reto específico porque viene acompañado de eventos frecuentes extremos.



Trayectorias de mitigación

Global modelled pathways that limit warming to 1.5°C (>50%) with no or limited overshoot reach **net zero CO₂ emissions** around 2050

Total **greenhouse gases (GHG)** reach net zero later

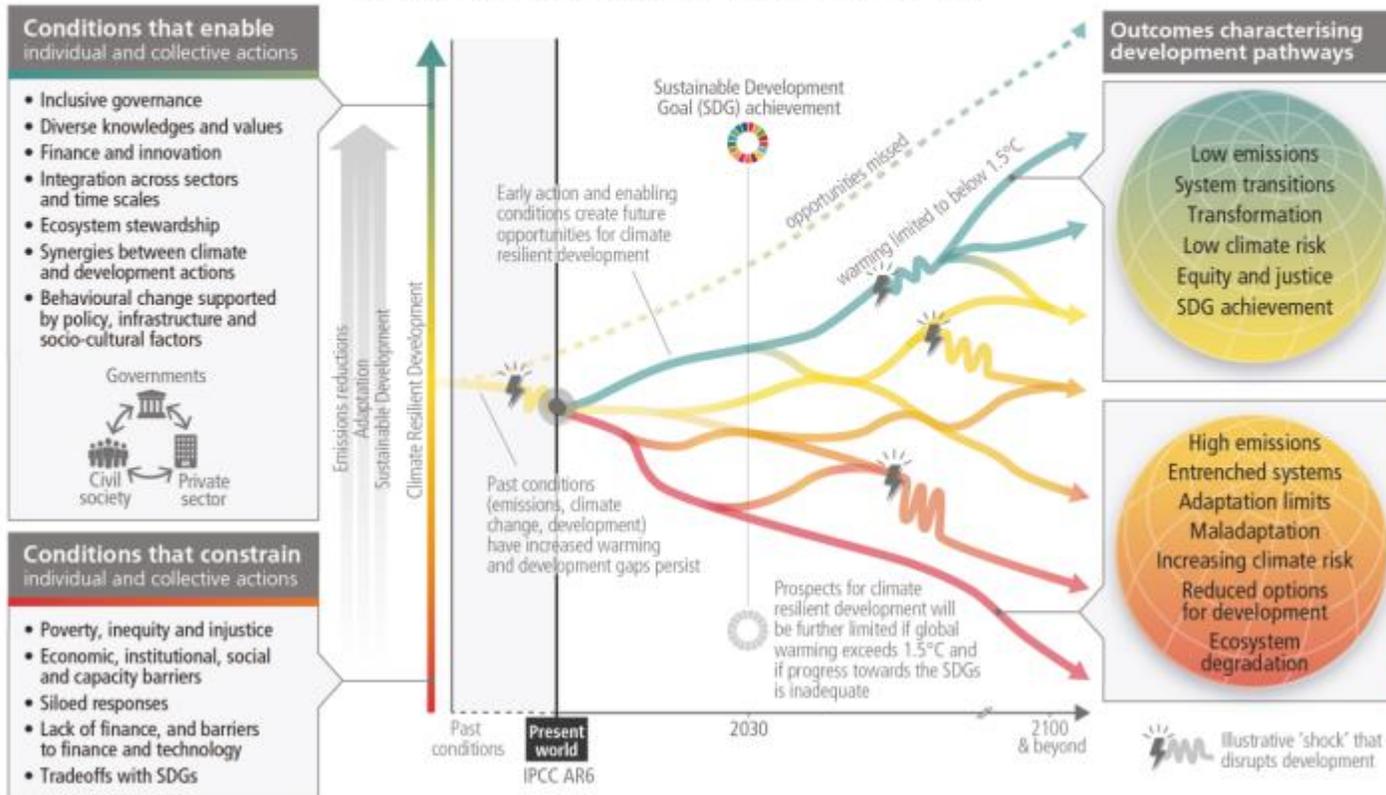


- Limitar el incremento de temperatura requiere limitar las emisiones netas de CO₂ a un presupuesto finito y reducciones en demás GEI.
 - ✓ Por cada **1,000 GtCO₂** emitidos por la actividad humana, la temperatura media global incrementa de **0.27°C a 0.63°C**.
 - ✓ Los **sumideros de carbono** en tierra y mar serán menos efectivos conforme crezcan las emisiones.
- El mejor estimado de lo que nos queda de presupuesto de carbono a partir de 2020:
 - ✓ Para lograr limitar el calentamiento a **1.5°C** con una probabilidad del 50% es de **500 GtCO₂**.
 - ✓ Para lograr limitar el calentamiento a 2.0°C con una probabilidad del 67% es de **1,150 GtCO₂**.
- Las trayectorias que alcanzan y sostienen emisiones GEI *Net Zero* resultarán en un decremento gradual de la temperatura. Requieren: transición de combustibles fósiles a renovables, mejoras en eficiencia, reducción de emisiones y remoción de CO₂.

Las trayectorias dependen de las decisiones y acciones en el corto plazo

There is a rapidly narrowing window of opportunity to enable climate resilient development

Multiple interacting choices and actions can shift development pathways towards sustainability



- Estamos a **tiempo** para asegurar un futuro habitable y sostenible para todos
- Las **decisiones** de gobiernos, sector privado y sociedad civil pueden promover la transición.
- Habría beneficios de integrar acciones climáticas ambiciosas con **políticas macroeconómicas**:
 - ✓ Recuperación económica baja en emisiones
 - ✓ Protección social en la transición
 - ✓ Acceso a financiamiento, tecnología, *capacity-building* y soporte coordinado.

En todos los escenarios y trayectorias, el calentamiento global crecerá en el corto plazo (2021-2040) por las emisiones acumuladas

- En todas las regiones del mundo se proyectan **incrementos en eventos climáticos** con riesgos para los ecosistemas y los humanos. Los más relevantes, a **1.5°C** son:
 - ✓ Más intensidad y frecuencia en **temperaturas cálidas** y **condiciones peligrosas de calor-humedad** con mayor morbilidad, mortalidad y pérdidas de productividad.
 - ✓ Mayor frecuencia de **olas de calor marinas** con la consecuente pérdida de biodiversidad en los océanos, incluyendo eventos de mortalidad masiva.
 - ✓ Hay riesgos de **pérdida de biodiversidad** en los ecosistemas terrestres y marinos, especialmente en el Ártico y en los arrecifes de corales.
 - ✓ **Lluvias más frecuentes y más intensas** asociadas a **inundaciones** en muchas regiones incluyendo las costeras y las montañosas, incremento de ciclones tropicales y velocidad de los vientos.
 - ✓ Altos riesgos de **escasez de agua, incendios y degradación** del suelo congelado.
 - ✓ Aumento en el **nivel del mar** y en la magnitud de los eventos oceánicos con incidencia en costas.
 - ✓ **Daños a la salud** asociados a riesgos por alimentación, agua y vectores, más ansiedad y estrés.
 - ✓ La **interacción** entre sequías, inundaciones y faltas de productividad resultará en **riesgos** a la **salud** y a la **alimentación**, especialmente en las regiones tropicales.

Ante esta compleja y adversa perspectiva, ¿qué se puede hacer?

Se necesitan **acciones de adaptación y mitigación transversales** que:

- ✓ involucran a **diversos sectores y regiones**
- ✓ priorizan la **equidad** y la **justicia climática**
- ✓ están basadas en **derechos, justicia social e inclusión**

Pues llevan a resultados más sostenibles, reducen los trade-offs, promueven el cambio transformativo y avanzan el desarrollo de la resiliencia climática.

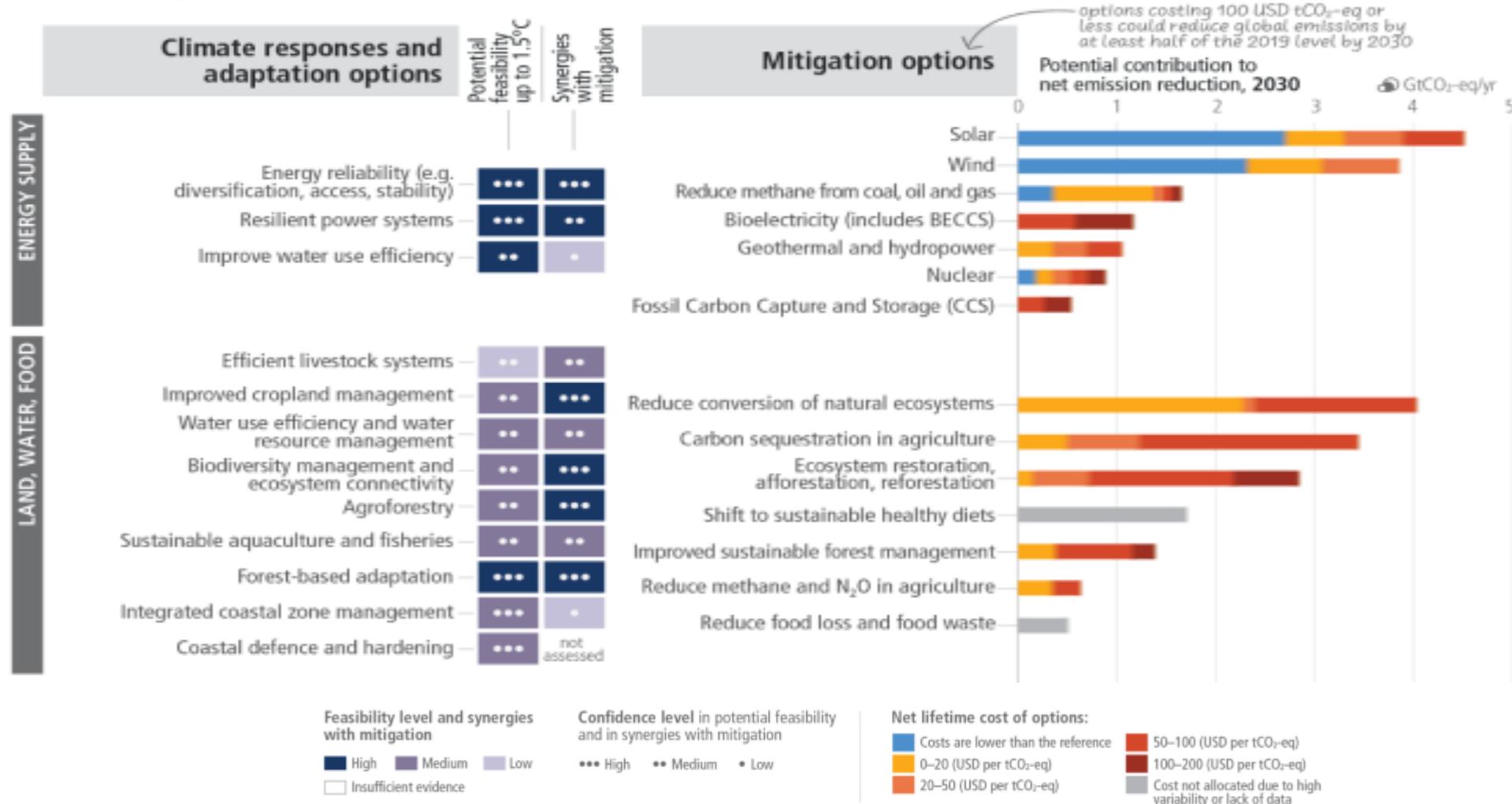
- Las **regiones** y las **personas** con restricciones en el desarrollo son altamente **vulnerables** a los riesgos de cambio climático.
 - ✓ Se recomiendan **políticas redistributivas** entre sectores y regiones que protegen a la población más vulnerable.
 - ✓ Existen **beneficios** del acceso a educación, alimentación, combate a la pobreza, igualdad de género y energía.
 - ✓ Se necesita una **participación significativa** y **planeación incluyente** informada por valores culturales, locales, originarios y también por conocimiento científico para atender los rezagos en adaptación y la mala adaptación.

Ante esta compleja y adversa perspectiva, ¿qué se puede hacer?

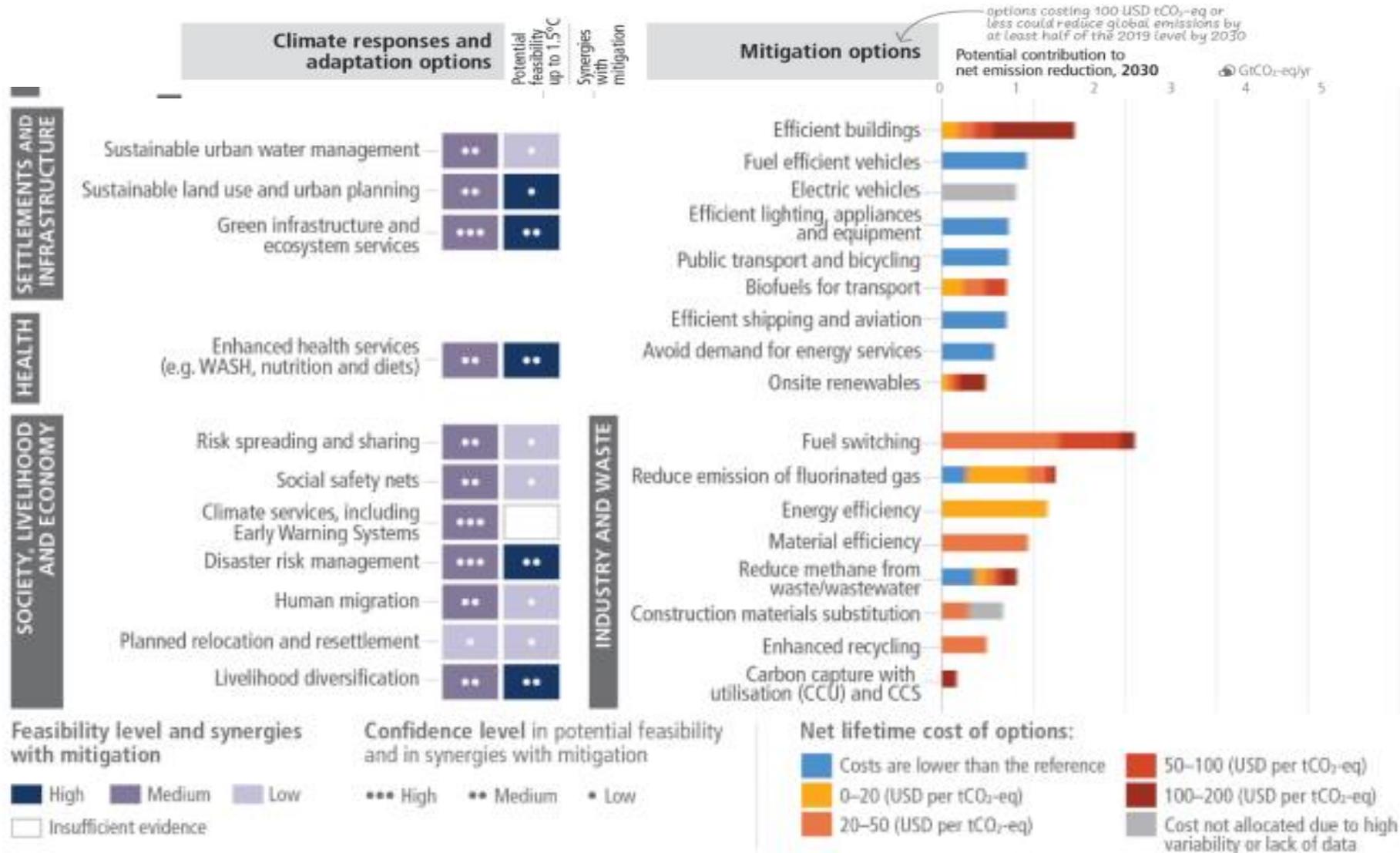
- Se necesitan **transiciones rápidas y ambiciosas** en **todos** los **sectores** en y **todos** los **sistemas** para lograr reducciones en emisiones con las que se pueda asegurar un futuro sostenible para todos.
- Estas transiciones involucran una **escalada importante del portafolio de opciones** de mitigación y adaptación.
- Ya existen opciones de mitigación y adaptación que son **factibles, efectivas y de bajo costo** con algunas diferencias entre sistemas y regiones.
 - ✓ Las alternativas de mitigación que cuestan **100 dólares por tCO₂ equivalente o menos** podrían reducir las emisiones para el 2030 a la mitad del nivel de 2019 (más de la mitad del potencial vendría de aquellas opciones que cuestan menos de 20 dólares por tCO₂ eq.
- Las iniciativas inducidas por la demanda y una nueva proveeduría de servicios pueden reducir las emisiones globales de GEI del **40 al 70%** hacia 2050, en comparación con escenarios base.

Existen múltiples oportunidades para escalar las acciones climáticas

a) Feasibility of climate responses and adaptation, and potential of mitigation options in the near-term



Existen múltiples oportunidades para escalar las acciones climáticas



Se necesitan transiciones mayores en el sistema de energía

- Las reducciones rápidas y profundas de emisiones GEI requieren **transiciones mayores** del sistema de energía. Los sistemas *Net Zero* de CO₂ en energía requieren:
 - ✓ Una reducción sustancial del uso de **combustibles fósiles**, un uso mínimo de combustibles fósiles sin abatimiento, promover la **captura y almacenamiento** (CCS) en la mayoría de los sistemas fósiles, **sistemas eléctricos** que no generan CO₂ neto, **electrificación** generalizada, energía alternativa cuando se necesite, conservación y eficiencia, mayor integración en el sistema.
 - ✓ Grandes contribuciones a la reducción de emisiones pueden venir de opciones que cuestan menos de **20 dólares por tCO₂ eq**, incluyendo energía solar y eólica, mejoras en eficiencia y reducciones de metano (de la minería, petróleo y gas, y residuos).
 - ✓ Muchas de las alternativas son **técnicamente viables** y están respaldadas por el público.
 - ✓ Mantener sistemas intensivos puede ser, en muchas regiones y sectores, más caro que transitar.
- El cambio climático y los eventos extremos afectarán los sistemas de energía incluyendo la **producción hidroeléctrica**, los rendimientos de **bioenergía**, las **eficiencias** de las **plantas térmicas** y las demandas de calefacción y enfriamiento.
 - ✓ La diversificación en la generación, el almacenamiento y las mejoras en eficiencia pueden reducir la vulnerabilidad al cambio climático, especialmente en entornos rurales.

Muchas industrias serán afectadas por los eventos extremos asociados

- Hay **diversas opciones** para reducir las emisiones industriales que difieren por tipo de industria.
- Reducir las emisiones implica **acciones coordinadas** a lo largo de las cadenas de valor para promover todas las opciones de mitigación incluyendo:
 - ✓ la **gestión de la demanda**
 - ✓ la **eficiencia de energía y materiales**
 - ✓ los **flujos circulares** de material
 - ✓ la incorporación de **tecnologías de abatimiento**
 - ✓ los **cambios transformacionales** en los procesos de producción.
- Las acciones para reducir las emisiones industriales pueden implicar **cambiar la locación** de algunas industrias intensivas en emisiones y la organización de cadenas de valor, con efectos distributivos en el empleo y la estructura económica.
- Muchos **sectores** industriales y de servicios van a estar **afectados** por el cambio climático a través de las **disrupciones de proveeduría** y operativas y necesitarán esfuerzos de adaptación.



¿Qué implica esto en términos de la transición energética?

El New Energy Outlook (NEO) es el análisis de escenarios a largo plazo de BNEF sobre el futuro de la economía energética hasta el 2050. Se plantean 2 escenarios:

1

Escenario de Transición Económica (Economic Transition Scenario ETS)

2