

Escenarios y bases de datos

Anexo 3. Escenarios y bases de datos

Autores y colaboradores

Autor principal de coordinación federal

Allison R. Crimmins, US Global Change Research Program

Autora principal del capítulo

Samantha Basile, US Global Change Research Program / ICF

Autores del capítulo

Christopher W. Avery, US Global Change Research Program / ICF

Benjamin D. Hamlington, NASA Jet Propulsion Laboratory

Kenneth E. Kunkel, North Carolina State University

Editor revisor

Donald J. Wuebbles, University of Illinois

Arte de apertura de capítulo

Lindsay Halleckson

Cita recomendada

Basile, S., A.R. Crimmins, C.W. Avery, B.D. Hamlington, and K.E. Kunkel, 2023: Anexo 3: Escenarios y bases de datos. En: *La Quinta Evaluación Nacional del Clima*. Crimmins, A.R., C.W. Avery, D.R. Easterling, K.E. Kunkel, B.C. Stewart, and T.K. Maycock, Eds. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC, USA. <https://doi.org/10.7930/NCA5.2023.A3.ES>

A3.1. Escenarios y resultados del modelo climático

Los escenarios son descripciones de cómo pueden evolucionar las condiciones a lo largo del tiempo a partir de hipótesis claras y consistentes sobre los principales factores de cambio¹. Por ejemplo, los escenarios pueden describir las emisiones, la población, la energía y el uso de la tierra en el futuro para responder preguntas como: ¿Cuántos más gases de efecto invernadero emitirá el ser humano? ¿Cómo crecerán o se desplazarán las poblaciones? ¿Cómo utilizaremos la tierra para la agricultura, la silvicultura o las ciudades?

Los modelos climáticos utilizan escenarios para describir la posible evolución de los factores humanos y naturales que afectan el futuro del sistema climático de la Tierra. Los resultados de los modelos climáticos no son ni previsiones ni predicciones, sino proyecciones. Las proyecciones climáticas son condicionales: el momento de alcanzar un determinado resultado depende tanto de las decisiones humanas como de la complejidad de la respuesta del sistema climático a esas decisiones. Los escenarios y las proyecciones de los modelos climáticos nos permiten explorar cómo respondemos a las preguntas sobre el futuro y las posibles implicaciones de las decisiones tomadas a lo largo del tiempo. Estas herramientas han evolucionado y mejorado con el tiempo, pero están limitadas por el estado actual de los conocimientos y las simplificaciones necesarias que hacen los modelos para representar el complejo sistema climático de la Tierra.

El estado de la ciencia representada en la Evaluación Nacional del Clima (National Climate Assessment, NCA) evoluciona constantemente, a menudo a ritmos diferentes en campos distintos. No se implementó un único conjunto de modelos, escenarios o proyecciones climáticas en toda la Quinta Evaluación Nacional del Clima (Fifth National Climate Assessment, NCA5). Los autores podían evaluar y referenciar cualquier escenario climático que cumpliera los estándares de calidad de las evidencias exigidas legalmente (Anexo 2). Entre ellos se incluyen las Trayectorias de Concentración Representativas (Representative Concentration Pathway, RCP), que se utilizaron en la Fase 5 del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados (Phase 5 of the Coupled Model Intercomparison Project, CMIP5), y un conjunto más reciente de escenarios que integraban Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (Shared Socioeconomic Pathways, SSP)^{2,3,4}. Un conjunto de combinaciones SSP-RCP se utilizó en los experimentos de modelos internacionales de la Fase 6 del CMIP (CMIP6)^{3,4,5}. En la NCA5, el Capítulo 3 ofrece una descripción de las SSP junto con una representación gráfica del desarrollo de escenarios (Figura 3.4), y la Guía del informe aporta una lista de términos descriptivos para los escenarios RCP y SSP a los que se hace referencia habitualmente en el texto del informe (Tabla 3). Para ciertos temas o estudios de impacto, pueden ser pertinentes escenarios anteriores a las RCP, como los del Informe Especial sobre Escenarios de Emisiones (Special Report on Emissions Scenarios, SRES)⁶. Al igual que las RCP y SSP, los escenarios del SRES incluyen un conjunto de hipótesis consistentes que se traducen en una serie de emisiones de carbono y concentraciones de dióxido de carbono, sin embargo, el SRES no incluye un escenario de emisiones negativas netas (Figura 33.19 en Walsh *et al.* 2014⁷). Para ver un análisis más detallado de los escenarios de emisiones, las RCP y SSP, consulte el Capítulo 4 del Volumen I de la *Cuarta Evaluación Nacional del Clima*⁸.

En general, los modelos del CMIP6 muestran algunas mejoras específicas con respecto a los del CMIP5 en su representación de los procesos del sistema terrestre, principalmente debido a que más modelos incluyen interacciones biológicas y químicas, así como una mayor resolución (Figura TS.2, Sección TS.1.2.2 en Arias *et al.* 2021⁹)¹⁰. Es importante señalar que las proyecciones pueden variar con base en los modelos y escenarios climáticos particulares utilizados, los supuestos o parámetros empleados en esos modelos y escenarios y los métodos utilizados para analizar o interpretar los resultados de los modelos. Por ejemplo, algunos modelos del CMIP6 muestran una respuesta de la temperatura global especialmente grande al aumento de las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono, una respuesta que no se considera realista (KM 3.1; p. ej., Meehl *et al.* 2020¹¹, Nijssen *et al.* 2020¹²). Los científicos pueden utilizar distintos métodos para tener en cuenta los posibles sesgos de los modelos en la respuesta de la temperatura y otros cambios del sistema climático^{13,14}. Al comparar las proyecciones entre la NCA5 o con otra evaluación, es fundamental comprender en qué pueden diferir las metodologías subyacentes a los resultados. La información que respalda las conclusiones de la NCA5 puede encontrarse en el texto del capítulo, en las referencias citadas, en las cuentas trazables o en las leyendas y metadatos de las figuras, todos ellos disponibles en el sitio web del informe.

Recuadro A3.1. Proyección de los impactos climáticos más allá de 100 años en el futuro

El cambio climático no acabará en 2100. Sin embargo, en la actualidad existe un número limitado de estudios climáticos con proyecciones que se extiendan más allá del año 2100. La falta de escenarios de emisiones o de uso de la tierra que se extiendan más allá de 2100 limita la capacidad de los autores de la NCA5 para presentar o evaluar proyecciones a 100 años en el futuro, tal y como exige la Ley de Investigación del Cambio Global de 1990^{15,16}. Una excepción notable son los escenarios de aumento del nivel del mar (sea level rise, SLR) descritos en este anexo y en el Capítulo 9, que sí se extienden más allá de 2100 para los EE. UU. contiguos. Para comprender los impactos a escala de siglo y más allá, los autores podrían evaluar los posibles cambios del sistema climático basándose en las leyes físicas aplicadas, la dinámica del sistema terrestre y la extrapolación de los indicadores de cambio del sistema climático. Además, los escenarios climáticos muy altos, como la RCP8.5 y SSP5-8.5, pueden ser herramientas útiles al considerar una gama de concentraciones recomendables de gases de efecto invernadero más allá de 2100^{17,18}.

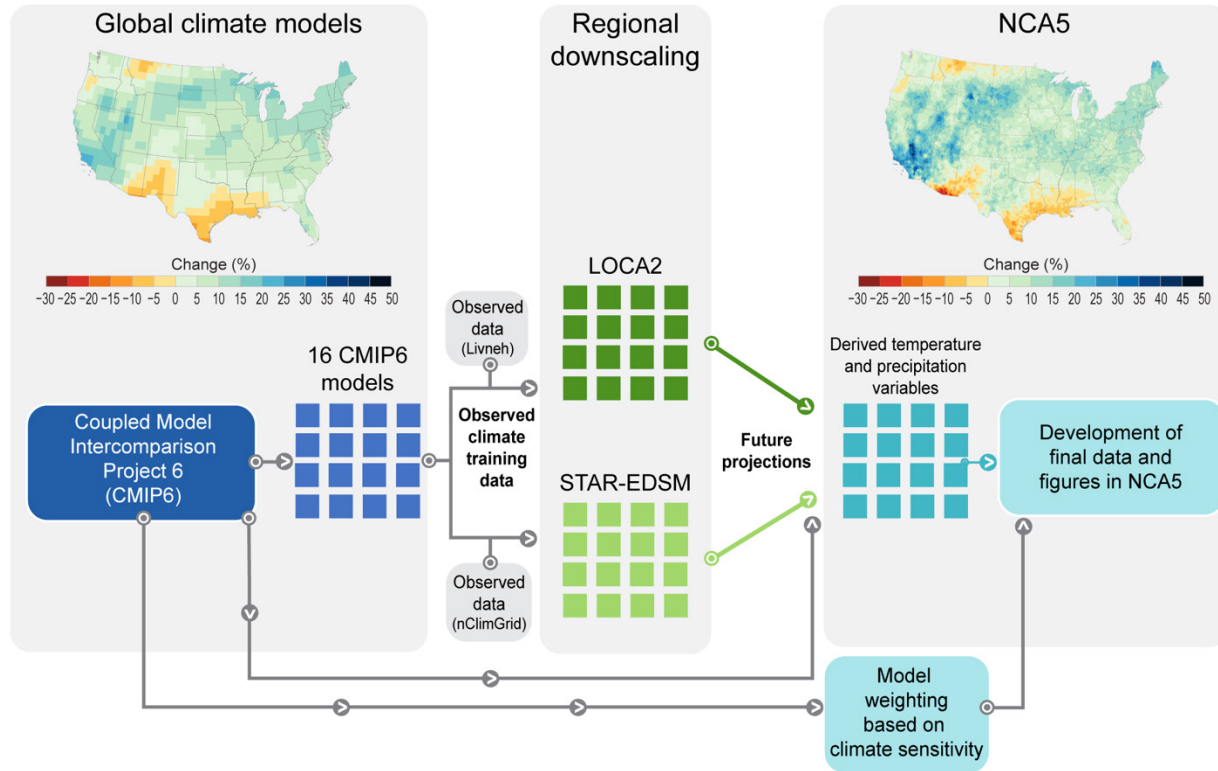
A3.2. Variables climáticas proyectadas

La Unidad de Apoyo Técnico (Technical Support Unit, TSU) de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) brindó a los autores información sobre las variables climáticas proyectadas a partir de 43 modelos del CMIP6 utilizando un conjunto de cinco escenarios SSP-RCP, que se describieron en una guía de referencia facilitada a los autores para garantizar una terminología consistente en toda la NCA5 (consulte la Guía del informe). Dependiendo de las peticiones del equipo de autores y de la disponibilidad variable, en algunas circunstancias la TSU seleccionó un número menor de modelos y escenarios del CMIP6 del conjunto mayor (recuadro de modelos climáticos mundiales de la Figura A3.1).

Para ofrecer proyecciones de mayor resolución a escala nacional o subnacional, se redimensionaron 16 modelos mundiales del CMIP6 utilizando algoritmos informáticos históricamente entrenados (redimensionamiento estadístico) y una ponderación de los modelos basada en la sensibilidad climática de equilibrio (Figura A3.1). Se utilizaron dos conjuntos de datos que empleaban diferentes métodos estadísticos de reducción de escala para desarrollar conjuntos de datos de temperatura y precipitación en cuadrícula para la NCA5: la versión 2 de Análogos Construidos Localizados (Localized Constructed Analogs, Version 2, LOCA2)¹⁹ y Tendencias Estacionales y Análisis de Residuos, Modelo de Reducción de Escala Empírico-Estadístico (Seasonal Trends and Analysis of Residuals, Empirical-Statistical Downscaling Model, STAR-ESDM)^{20,21} (recuadro de reducción de escala regional de la Figura A3.1). A menudo se utiliza una colección (conjunto) de modelos para mostrar un rango de incertidumbre. LOCA2 y STAR-ESDM se aplicaron a 16 modelos del CMIP6, y los resultados de la reducción de escala se ponderaron con base en la sensibilidad climática del CMIP6 mediante un promedio de modelos bayesiano^{22,23,24,25}. Se pusieron a disposición de los autores de la NCA5 proyecciones de cambios en la temperatura promedio y extrema y en las precipitaciones a escala nacional y subnacional para todo el siglo XXI (recuadro NCA5 de la Figura A3.1).

El desarrollo de la NCA5 coincidió con la publicación de los datos del CMIP6, lo que limitó la disponibilidad de las proyecciones climáticas a escala reducida del CMIP6. Aunque STAR-ESDM también aportó datos redimensionados para estaciones meteorológicas individuales seleccionadas, sigue habiendo una brecha general en las proyecciones climáticas para geografías fuera de los EE. UU. contiguos, incluidas las regiones cubiertas por los capítulos de Alaska, el Caribe estadounidense y Hawái y las Islas del Pacífico afiliadas a los EE. UU. También se orientó a los autores sobre cómo acceder a los conjuntos de datos regionales o a los datos redimensionados dinámicamente del Experimento Coordinado de Reducción de Escala del Clima Regional del CMIP5 para incluir datos de estas regiones cuando estuvieran disponibles^{26,27}.

Reducción de escala de los datos del modelo climático mundial para la NCA5



Los datos de los modelos mundiales se redimensionaron y ponderaron para generar proyecciones climáticas de mayor resolución.

Figura A3.1. Este diagrama de flujo muestra los pasos dados para reducir la escala de los datos globales de baja resolución de Fase 6 del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados (Phase 6 of the Coupled Model Intercomparison Project, CMIP6; **parte izquierda del diagrama**) a los productos de alta resolución de la NCA5 ajustados al sesgo (**parte derecha del diagrama**). Dos algoritmos de reducción de escala (**centro del diagrama**), la versión 2 de Análogos Construidos Localizados (Localized Constructed Analogs Version 2, LOCA2) y Tendencias Estacionales y Análisis de Residuos, Modelo de Reducción de Escala Empírico-Estadístico (Seasonal Trends and Analysis of Residuals, Empirical-Statistical Downscaling Model, STAR-ESDM), se desarrollaron para cada uno de los 16 modelos climáticos mundiales seleccionados (mostrados en azul oscuro) mediante entrenamiento con dos conjuntos de datos observacionales (Livneh para LOCA2 y nClimGrid para STAR; mostrados en verde). Los algoritmos resultantes producen conjuntos de datos de alta resolución ajustados al sesgo de la temperatura y la precipitación diarias para el período de observación del conjunto de datos de capacitación. Estos algoritmos específicos de cada modelo se aplican a las proyecciones mundiales para producir proyecciones de alta resolución de la temperatura y la precipitación en Estados Unidos para cada modelo (mostradas en celeste). Las proyecciones de los modelos individuales se promedian con ponderaciones de modelos basadas en la sensibilidad climática para producir los conjuntos de datos y gráficos finales de la NCA5. LOCA2 y STAR ofrecen datos en cuadrículas para los 48 estados contiguos. STAR incluye además datos redimensionados de estaciones individuales de Alaska, Hawái y Puerto Rico. Créditos de la figura: USGCRP/ICF, USGCRP y North Carolina State University.

A3.3. Aumento del nivel del mar

A los autores de la NCA5 se les suministraron escenarios de aumento del nivel del mar elaborados por un grupo de trabajo interinstitucional para el Informe técnico de 2022 sobre el aumento del nivel del mar²⁸. El informe técnico utiliza cinco escenarios de SLR que abarcan el período comprendido entre 2020 y 2150, elaborados a partir de las proyecciones sobre el nivel del mar del Sexto Informe de Evaluación (Sixth Assessment Report, AR6) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)²⁹ y definidos por los siguientes valores medios mundiales de SLR en 2100: Bajo (0.3 m [1 pie]), Intermedio-Bajo (0.5 m [1.5 pies]), Intermedio (1 m [3 pies]), Intermedio-Alto (1.5 m [5 pies]) y Alto (2 m [6.5 pies]). Específicamente, las proyecciones del AR6 para todos los niveles de calentamiento y emisiones posibles se filtran para encontrar las que describen trayectorias que cumplen estos cinco valores objetivo de media global de aumento del nivel del mar. Las estimaciones del SLR a corto plazo se derivan de una extrapolación de las tasas observadas y de la aceleración hasta 2050.

Estos cinco escenarios de SLR están relacionados con las proyecciones de temperatura y precipitación del CMIP6 descritas anteriormente en las Secciones A3.1 y A3.2, pero son distintos de ellas. La descripción de estos cinco escenarios reduce la complejidad de las proyecciones sobre el nivel del mar, que dependen de las emisiones futuras y de procesos físicos difíciles de cuantificar. Esto respalda la toma de decisiones de varias maneras, por ejemplo, al ofrecer un marco basado en el riesgo y permitir a los planificadores comparar el rendimiento de diferentes estrategias de gestión a lo largo del tiempo en diferentes escenarios de SLR. El Capítulo 2 presenta estos cinco escenarios; el Capítulo 9 utiliza estos escenarios y las proyecciones del IPCC para ofrecer detalles sobre la dinámica del aumento del nivel del mar y el aumento del nivel del mar regional.

Aunque no es posible asignar directamente probabilidades a cada uno de los escenarios, los supuestos adicionales sobre el futuro (p. ej., nivel de calentamiento global por encima de las condiciones preindustriales; consulte la Guía del informe) permiten asignar una probabilidad de superar un determinado escenario de nivel del mar en ese futuro supuesto (Tabla A3.1). Aunque se generaron utilizando el SLR medio mundial, estas probabilidades de superación son aplicables a los EE. UU. debido a la construcción de las proyecciones del nivel del mar. A partir de 2100, el principal factor de los escenarios de SLR en el extremo superior de la escala es la posibilidad de una rápida pérdida de la capa de hielo; para tener en cuenta esta posibilidad, la columna de la extrema derecha de la Tabla A3.1 representa un futuro con emisiones muy altas, un calentamiento alto y contribuciones significativas al SLR de estos procesos de pérdida de hielo.

Tabla A3.1. Probabilidades de superación del aumento del nivel del mar

La tabla muestra las probabilidades de superar las cantidades del aumento del nivel del mar (sea level rise, SLR) proyectadas para los cinco escenarios (bajo, intermedio-bajo, intermedio, intermedio-alto y alto) suministrados en el Informe técnico de 2022 sobre el aumento del nivel del mar. Se muestran las probabilidades para finales de siglo (2100) para cinco niveles de calentamiento global (calculados como aumentos de la temperatura media global en superficie por encima de los niveles preindustriales para el período 2081-2100), así como para un posible futuro con emisiones muy altas y rápidos procesos de pérdida de la capa de hielo, que actualmente solo se comprenden con una *confianza baja*. Las probabilidades se basan en las proyecciones del IPCC. Adaptado de Sweet *et al.* 2022²⁸.

Probabilidad de superar el escenario de SLR descrito a continuación en 2100 con el nivel de calentamiento global descrito a la derecha	1.5 °C (2.7 °F)	2.0 °C (3.6 °F)	3.0 °C (5.4 °F)	4.0 °C (7.2 °F)	5.0 °C (9 °F)	<i>Confianza baja para procesos de pérdida de la capa de hielo, emisiones muy altas</i>
Bajo (0.3 m)	92 %	98 %	>99 %	>99 %	>99 %	>99 %
Intermedio-Bajo (0.5 m)	37 %	50 %	82 %	97 %	>99 %	96 %
Intermedio (1.0 m)	<1 %	2 %	5 %	10 %	23 %	49 %
Intermedio-Alto (1.5 m)	<1 %	<1 %	<1 %	1 %	2 %	20 %
Alto (2.0 m)	<1 %	<1 %	<1 %	<1 %	<1 %	8 %

A3.4. Herramientas y aplicaciones

Además de las proyecciones, la TSU elaboró información climática histórica para los autores de la NCA5. Los análisis históricos se basan en los conjuntos de datos nClimGrid y GHCN-Daily de la NOAA,³⁰ y se facilitó el acceso a través de una herramienta de visualización interactiva. Las variables climáticas históricas y proyectadas del análisis de la TSU incluyen la temperatura y las precipitaciones promedio anuales y estacionales, las cantidades máximas y mínimas extremas, la superación de umbrales y variables derivadas como la humedad media del suelo en verano y la temperatura mínima anual. El conjunto completo de datos climáticos históricos y futuros y los registros de metadatos desarrollados para la NCA5 se pondrán a disposición del público a través del [Atlas de la NCA5](#) y del [Sistema de Información sobre el Cambio Global](#). El Anexo de Indicadores de la NCA5 ofrece más detalles sobre las tendencias observadas en los parámetros climáticos más utilizados (Anexo 4).

Referencias

1. IPCC, 2021: Annex VII: Glossary. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Matthews, J.B.R., V. Möller, R. van Diemen, J.S. Fuglestedt, V. Masson-Delmotte, C. Méndez, S. Semenov, and A. Reisinger, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 2215–2256. <https://doi.org/10.1017/9781009157896.022>
2. O'Neill, B.C., E. Kriegler, K. Riahi, K.L. Ebi, S. Hallegatte, T.R. Carter, R. Mathur, and D.P. van Vuuren, 2014: A new scenario framework for climate change research: The concept of Shared Socioeconomic Pathways. *Climatic Change*, **122** (3), 387–400. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0905-2>
3. Riahi, K., D.P. van Vuuren, E. Kriegler, J. Edmonds, B.C. O'Neill, S. Fujimori, N. Bauer, K. Calvin, R. Dellink, O. Fricko, W. Lutz, A. Popp, J.C. Cuaresma, S. Kc, M. Leimbach, L. Jiang, T. Kram, S. Rao, J. Emmerling, K. Ebi, T. Hasegawa, P. Havlik, F. Humpenöder, L.A. Da Silva, S. Smith, E. Stehfest, V. Bosetti, J. Eom, D. Gernaat, T. Masui, J. Rogelj, J. Strefler, L. Drouet, V. Krey, G. Luderer, M. Harmsen, K. Takahashi, L. Baumstark, J.C. Doelman, M. Kainuma, Z. Klimont, G. Marangoni, H. Lotze-Campen, M. Obersteiner, A. Tabeau, and M. Tavoni, 2017: The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview. *Global Environmental Change*, **42**, 153–168. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009>
4. van Vuuren, D.P., J. Edmonds, M. Kainuma, K. Riahi, A. Thomson, K. Hibbard, G.C. Hurtt, T. Kram, V. Krey, J.-F. Lamarque, T. Masui, M. Meinshausen, N. Nakicenovic, S.J. Smith, and S.K. Rose, 2011: The Representative Concentration Pathways: An overview. *Climatic Change*, **109** (1), 5. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0148-z>
5. Tebaldi, C., K. Debeire, V. Eyring, E. Fischer, J. Fyfe, P. Friedlingstein, R. Knutti, J. Lowe, B. O'Neill, B. Sanderson, D. van Vuuren, K. Riahi, M. Meinshausen, Z. Nicholls, K.B. Tokarska, G. Hurtt, E. Kriegler, J.F. Lamarque, G. Meehl, R. Moss, S.E. Bauer, O. Boucher, V. Brovkin, Y.H. Byun, M. Dix, S. Gualdi, H. Guo, J.G. John, S. Kharin, Y. Kim, T. Koshiro, L. Ma, D. Olivié, S. Panickal, F. Qiao, X. Rong, N. Rosenbloom, M. Schupfner, R. Séférian, A. Sellar, T. Semmler, X. Shi, Z. Song, C. Steger, R. Stouffer, N. Swart, K. Tachiiri, Q. Tang, H. Tatebe, A. Voldoire, E. Volodin, K. Wyser, X. Xin, S. Yang, Y. Yu, and T. Ziehn, 2021: Climate model projections from the Scenario Model Intercomparison Project (ScenarioMIP) of CMIP6. *Earth System Dynamics*, **12** (1), 253–293. <https://doi.org/10.5194/esd-12-253-2021>
6. Nakicenovic, N., J. Alcamo, G. Davis, B. de Vries, J. Fenhann, S. Gaffin, K. Gregory, A. Grübler, T.Y. Jung, T. Kram, E. Lebre La Rovere, L. Michaelis, S. Mori, T. Morita, W. Pepper, H. Pitcher, L. Price, K. Riahi, A. Roehrl, H.-H. Rogner, A. Sankovski, M. Schlesinger, P. Shukla, S. Smith, R. Swart, S. van Rooijen, N. Victor, and Z. Dadi, 2000: *IPCC Special Report on Emissions Scenarios*. Nakicenovic, N. and R. Swart, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 599 pp. <http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/emission/index.php?idp=0>
7. Walsh, J., D. Wuebbles, K. Hayhoe, J. Kossin, K. Kunkel, G. Stephens, P. Thorne, R. Vose, M. Wehner, J. Willis, D. Anderson, V. Kharin, T. Knutson, F. Landerer, T. Lenton, J. Kennedy, and R. Somerville, 2014: Appendix 3: Climate science supplement. In: *Climate Change Impacts in the United States: The Third National Climate Assessment*. Melillo, J.M., T. (T.C.) Richmond, and G.W. Yohe, Eds. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC, 735–789. <https://doi.org/10.7930/j0ks6pjh>
8. Hayhoe, K., J. Edmonds, R.E. Kopp, A.N. LeGrande, B.M. Sanderson, M.F. Wehner, and D.J. Wuebbles, 2017: Ch. 4. Climate models, scenarios, and projections. In: *Climate Science Special Report: Fourth National Climate Assessment*, Volume I. Wuebbles, D.J., D.W. Fahey, K.A. Hibbard, D.J. Dokken, B.C. Stewart, and T.K. Maycock, Eds. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC, USA, 133–160. <https://doi.org/10.7930/j0wh2n54>
9. Arias, P.A., N. Bellouin, E. Coppola, R.G. Jones, G. Krinner, J. Marotzke, V. Naik, M.D. Palmer, G.-K. Plattner, J. Rogelj, M. Rojas, J. Sillmann, T. Storelvmo, P.W. Thorne, B. Trewin, K. Achuta Rao, B. Adhikary, R.P. Allan, K. Armour, G. Bala, R. Barimalala, S. Berger, J.G. Canadell, C. Cassou, A. Cherchi, W. Collins, W.D. Collins, S.L. Connors, S. Corti, F. Cruz, F.J. Dentener, C. Dereczynski, A. Di Luca, A. Diongue Niang, F.J. Doblas-Reyes, A. Dosio, H. Douville, F. Engelbrecht, V. Eyring, E. Fischer, P. Forster, B. Fox-Kemper, J.S. Fuglestedt, J.C. Fyfe, N.P. Gillett, L. Goldfarb, I. Gorodetskaya, J.M. Gutierrez, R. Hamdi, E. Hawkins, H.T. Hewitt, P. Hope, A.S. Islam, C. Jones, D.S. Kaufman, R.E. Kopp, Y. Kosaka, J. Kossin, S. Krakovska, J.-Y. Lee, J. Li, T. Mauritsen, T.K. Maycock, M. Meinshausen, S.-K. Min, P.M.S. Monteiro, T. Ngo-Duc, F. Otto, I. Pinto, A. Pirani, K. Raghavan, R. Ranasinghe, A.C. Ruane, L. Ruiz, J.-B. Sallée, B.H. Samset, S. Sathyendranath, S.I. Seneviratne, A.A. Sörensson, S. Szopa, I. Takayabu, A.-M. Tréguier, B. van den Hurk, R. Vautard, K. von Schuckmann, S. Zaehle, X. Zhang, and K. Zickfeld, 2021: Technical summary. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 33–144. <https://doi.org/10.1017/9781009157896.002>

10. Eyring, V., S. Bony, G.A. Meehl, C.A. Senior, B. Stevens, R.J. Stouffer, and K.E. Taylor, 2016: Overview of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) experimental design and organization. *Geoscientific Model Development*, **9** (5), 1937–1958. <https://doi.org/10.5194/gmd-9-1937-2016>
11. Meehl, G.A., C.A. Senior, V. Eyring, G. Flato, J.-F. Lamarque, R.J. Stouffer, K.E. Taylor, and M. Schlund, 2020: Context for interpreting equilibrium climate sensitivity and transient climate response from the CMIP6 Earth system models. *Science Advances*, **6** (26), 1981. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aba1981>
12. Nijse, F.J.M.M., P.M. Cox, and M.S. Williamson, 2020: Emergent constraints on transient climate response (TCR) and equilibrium climate sensitivity (ECS) from historical warming in CMIP5 and CMIP6 models. *Earth System Dynamics*, **11** (3), 737–750. <https://doi.org/10.5194/esd-11-737-2020>
13. Brunner, L., A.G. Pendergrass, F. Lehner, A.L. Merrifield, R. Lorenz, and R. Knutti, 2020: Reduced global warming from CMIP6 projections when weighting models by performance and independence. *Earth System Dynamics*, **11** (4), 995–1012. <https://doi.org/10.5194/esd-11-995-2020>
14. Hausfather, Z., K. Marvel, G.A. Schmidt, J.W. Nielsen-Gammon, and M. Zelinka, 2022: Climate simulations: Recognize the ‘hot model’ problem. *Nature*, **605** (7908), 26–29. <https://doi.org/10.1038/d41586-022-01192-2>
15. Global Change Research Act of 1990. 101st Congress, Pub. L. No. 101-606, 104 Stat. 3096–3104, November 16, 1990. <https://www.congress.gov/bill/101st-congress/senate-bill/169/text>
16. Meinshausen, M., Z.R.J. Nicholls, J. Lewis, M.J. Gidden, E. Vogel, M. Freund, U. Beyerle, C. Gessner, A. Nauels, N. Bauer, J.G. Canadell, J.S. Daniel, A. John, P.B. Krummel, G. Luderer, N. Meinshausen, S.A. Montzka, P.J. Rayner, S. Reimann, S.J. Smith, M. van den Berg, G.J.M. Velders, M.K. Vollmer, and R.H.J. Wang, 2020: The Shared Socio-economic Pathway (SSP) greenhouse gas concentrations and their extensions to 2500. *Geoscientific Model Development*, **13** (8), 3571–3605. <https://doi.org/10.5194/gmd-13-3571-2020>
17. Sarofim, M.C., J. Martinich, J.E. Neumann, J. Willwerth, Z. Kerrich, M. Kolian, C. Fant, and C. Hartin, 2021: A temperature binning approach for multi-sector climate impact analysis. *Climatic Change*, **165** (1), 22. <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03048-6>
18. Tebaldi, C. and R. Knutti, 2018: Evaluating the accuracy of climate change pattern emulation for low warming targets. *Environmental Research Letters*, **13** (5), 055006. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aabef2>
19. Pierce, D.W., D.R. Cayan, D.R. Feldman, and M.D. Risser, 2023: Future increases in North American extreme precipitation in CMIP6 downscaled with LOCA. *Journal of Hydrometeorology*, **24**, 951–975. <https://doi.org/10.1175/jhm-d-22-0194.1>
20. Hayhoe, K., A. Stoner, D.J. Wuebbles, and I. Scott-Fleming, 2023: STAR-ESDM: A generalizable approach to generating high-resolution climate projections through signal decomposition. ESS Open Archive. <https://doi.org/10.22541/essoar.169462036.65393270/v1>
21. Hayhoe, K., A.M. Stoner, I. Scott-Fleming, and H. Ibrahim, 2021: STAR-ESDM: A new bias correction method for high-resolution station- and grid-based climate projections. In: *EGU General Assembly Conference Abstracts*. 19–30 April 2021, EGU21-13931. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-13931>
22. Massoud, E.C., H. Lee, P.B. Gibson, P. Loikith, and D.E. Waliser, 2020: Bayesian model averaging of climate model projections constrained by precipitation observations over the contiguous United States. *Journal of Hydrometeorology*, **21** (10), 2401–2418. <https://doi.org/10.1175/jhm-d-19-0258.1>
23. Wootten, A.M., E.C. Massoud, A. Sengupta, D.E. Waliser, and H. Lee, 2020: The effect of statistical downscaling on the weighting of multi-model ensembles of precipitation. *Climate*, **8** (12), 138. <https://doi.org/10.3390/cli8120138>
24. Wootten, A.M., E.C. Massoud, D.E. Waliser, and H. Lee, 2023: Assessing sensitivities of climate model weighting to multiple methods, variables, and domains in the south-central United States. *Earth System Dynamics*, **14** (1), 121–145. <https://doi.org/10.5194/esd-14-121-2023>
25. Massoud, E., K. Lee, A. Terando, and M. Wehner, 2023: Bayesian weighting of climate models based on climate sensitivity. *Communications Earth and Environment*. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-01009-8>
26. Bukovsky, M.S. and L.O. Mearns, 2020: Regional climate change projections from NA-CORDEX and their relation to climate sensitivity. *Climatic Change*, **162** (2), 645–665. <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02835-x>

27. Giorgi, F., C. Jones, and G.R. Asrar, 2009: Addressing climate information needs at the regional level: The CORDEX framework. *WMO Bulletin*, **58** (3), 175–183. <https://public.wmo.int/en/bulletin/addressing-climate-information-needs-regional-level-cordex-framework>
28. Sweet, W.V., B.D. Hamlington, R.E. Kopp, C.P. Weaver, P.L. Barnard, D. Bekaert, W. Brooks, M. Craghan, G. Dusek, T. Frederikse, G. Garner, A.S. Genz, J.P. Krasting, E. Larour, D. Marcy, J.J. Marra, J. Obeysekera, M. Osler, M. Pendleton, D. Roman, L. Schmied, W. Veatch, K.D. White, and C. Zuzak, 2022: Global and Regional Sea Level Rise Scenarios for the United States: Updated Mean Projections and Extreme Water Level Probabilities Along U.S. Coastlines. NOAA Technical Report NOS 01. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Ocean Service, Silver Spring, MD, 111 pp. <https://oceanservice.noaa.gov/hazards/sealevelrise/sealevelrise-tech-report-sections.html>
29. Fox-Kemper, B., H.T. Hewitt, C. Xiao, G. Aðalgeirsdóttir, S.S. Drijfhout, T.L. Edwards, N.R. Golledge, M. Hemer, R.E. Kopp, G. Krinner, A. Mix, D. Notz, S. Nowicki, I.S. Nurhati, L. Ruiz, J.-B. Sallée, A.B.A. Slangen, and Y. Yu, 2021: Ch. 9. Ocean, cryosphere and sea level change. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 1211–1362. <https://doi.org/10.1017/9781009157896.011>
30. Vose, R.S., S. Applequist, M. Squires, I. Durre, M.J. Menne, C.N. Williams Jr., C. Fenimore, K. Gleason, and D. Arndt. 2014: NOAA Monthly U.S. Climate Gridded Dataset (NClmGrid), Version 1. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Centers for Environmental Information. <https://doi.org/10.7289/v5sx6b56>