

---

# Ciudad resiliente

---

PID\_00272063

Jacob Cirera  
Marc Montlleó

---

Tiempo mínimo de dedicación recomendado: 2 horas

---



**Jacob Cirera**

Licenciado en Ciencias Ambientales por la Universidad de Girona y máster en Aplicación de los sistemas de información geográfica y la teledetección a la gestión del territorio, por el Instituto Catalán de Tecnología. Su experiencia laboral, en las empresas TECNOMA, Barcelona Regional y actualmente el Servicio de redacción del PDU del Área Metropolitana de Barcelona (AMB) se ha centrado en el tratamiento de los aspectos ambientales en el planeamiento urbanístico, y en especial en aquellos relacionados con la evaluación ambiental estratégica, el verde urbano, el medio natural y el metabolismo urbano. Ejerce de docente en la UOC, en el máster Ciudad y Urbanismo, especialización Ciudad y territorios sostenibles.

**Marc Montlleó**

Biólogo por la Universidad de Barcelona (UB), máster de Ingeniería ambiental (ICT y UPC). Es director técnico y de proyectos ambientales de la empresa pública Barcelona Regional, donde ha participado en diferentes estudios, entre los que destacan la coordinación de la evaluación ambiental estratégica del Plan territorial de la región metropolitana de Barcelona, la recuperación del tramo final del río Besòs, las directrices ambientales del Ecobarrio de Vallbona y la redacción de informes ambientales de la ciudad de Barcelona. También ha coordinado los trabajos del Plan de sostenibilidad ambiental del área metropolitana de Barcelona, y ha participado en el Plan estratégico metropolitano. En la UOC es profesor de *Medio ambiente y sostenibilidad urbana* en los programas de Ciudad y Urbanismo, y ha sido profesor del curso de *Medio ambiente y calidad de vida* del máster de Gestión de la ciudad.

La revisión de este recurso de aprendizaje UOC ha sido coordinada por las profesoras: Mirela Fiori, Mar Satorras Grau

Cuarta edición: marzo 2021

© de esta edición, Fundació Universitat Oberta de Catalunya (FUOC)

Av. Tibidabo, 39-43, 08035 Barcelona

Autoría: Jacob Cirera, Marc Montlleó

Producción: FUOC



Los textos e imágenes publicados en esta obra están sujetos –excepto que se indique lo contrario– a una licencia Creative Commons de tipo Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada (BY-NC-ND) v.3.0. Se puede copiar, distribuir y transmitir la obra públicamente siempre que se cite el autor y la fuente (Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya), no se haga un uso comercial y ni obra derivada de la misma. La licencia completa se puede consultar en: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/legalcode.es>

## Índice

<b>1. Cambio global y cambio climático</b> .....	5
1.1. Acuerdos internacionales .....	9
1.2. Escenarios climáticos futuros .....	11
1.2.1. Impactos esperados .....	12
<b>2. Mitigación y adaptación</b> .....	16
<b>3. Resiliencia urbana</b> .....	22
3.1. Retos futuros .....	24
3.2. Planificar la resiliencia .....	25
<b>Bibliografía</b> .....	29



## 1. Cambio global y cambio climático

El desarrollo tecnológico, junto con la explotación de combustibles fósiles, permitió el desarrollo de las primeras ciudades industriales. Este desarrollo se ha ido acelerando a medida que avanzaba la tecnología y se descubrían nuevas fuentes energéticas aún con mayor potencial, y ha generado una expansión sin límites de la producción industrial y agrícola, así como una explosión demográfica de las urbes que a su vez ha retroalimentado la necesidad de seguir ampliando las redes de transporte para satisfacer las necesidades metabólicas de unas ciudades cada vez más grandes.

Esta expansión de los sistemas antropogénicos ha generado una aceleración de cambios y transformaciones a gran escala provocados por las actividades humanas. Este proceso de cambio global implica muchos más impactos que el cambio climático: transformación del uso del suelo y pérdida de suelo vegetal, intensificación de la agricultura y empobrecimiento del suelo fértil, invasiones biológicas y pérdida de biodiversidad global, fragmentación ecológica, alteración de los ciclos del carbono, nitrógeno y fósforo, etc. Una cadena de impactos sobre los ecosistemas con efectos también sobre los sistemas socio-económicos. Impactos sinérgicos que requieren un análisis sistémico.

El cambio global puede analizarse desde muchas perspectivas. Ninguna de ellas ofrece, por sí misma, una visión completa de la complejidad y multidimensionalidad del concepto. Una aproximación más científica al tema lleva a la conclusión de la necesidad de resolver las dualidades naturaleza-sociedad, puesto que el análisis de los procesos que intervienen en el cambio global permite observar una serie de relaciones continuas y cambiantes entre las fuerzas inductoras de carácter biofísico y las de carácter social, y solo es posible atender al fenómeno desde la atención, y acción, sobre ambas esferas.

Pero lo que es indudable es que la mayor parte de nosotros comparte la sensación de que el clima está cambiando. Esta percepción se basa, generalmente, en la comparación de los inviernos o veranos actuales con los existentes durante nuestra niñez.

Estos problemas han trascendido del mundo científico y técnico, siendo un argumento no únicamente en las conversaciones cotidianas, sino incluso como base de guiones cinematográficos. El ex vicepresidente, y el que fuera candidato a presidente de Estados Unidos, Al Gore, ha popularizado el problema del calentamiento global mediante el documental *Una verdad incómoda*, que le valió conjuntamente, con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) de Naciones Unidas, el Premio Nobel de la Paz 2007. O en movimientos juveniles como Fridays for future, que han conse-

guido manifestaciones globales nunca vistas por parte de una generación que ve cómo el cambio climático puede afectar a su futuro y en cambio no puede decidir sobre las políticas para su mitigación.

Por su parte, el informe Stern sobre la economía del cambio climático encargado por el Gobierno británico al prestigioso economista Nicholas Stern, aborda por primera vez los posibles problemas económicos derivados del calentamiento global.

Sus principales conclusiones afirman que se necesita una inversión equivalente al 1 % del PIB mundial para mitigar los efectos del cambio climático y que, de no hacerse dicha inversión, el mundo se expondría a una recesión que podría alcanzar el 20 % del PIB global. El informe también sugiere la imposición de ecotasas para minimizar los desequilibrios socioeconómicos.

Actualmente el consenso científico sobre la incidencia antropogénica en el calentamiento global que está sufriendo el planeta parece estar ya fuera de dudas.

En el último informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) se concluye que las emisiones de gases de efecto invernadero antropogénicas son sin duda la causa directa del incremento progresivo de la temperatura del planeta, y que el momento de actuar es ahora si se quiere modificar de forma notoria el clima futuro.

Según el quinto informe de evaluación del IPCC, hay cambios en el sistema climático que evidencian este hecho; algunos de los más significativos son los siguientes:

### 1) **Atmósfera**

- La temperatura media global muestra un incremento de 0,85 °C (entre 0,65 °C y 1,06 °C) en el periodo 1880-2012.
- Cada una de las últimas tres décadas ha sido más cálida que todas las anteriores desde 1850, siendo la primera década del siglo XXI la más cálida de todas.
- Las tendencias en periodos cortos (entre diez y quince años) están muy afectadas por la variabilidad natural, tal y como sucede, por ejemplo, en los últimos quince años, en los que la tasa de calentamiento ha sido inferior a la media registrada desde 1951.
- La precipitación ha aumentado en las zonas terrestres de latitudes medias del hemisferio norte desde 1950.
- Se han observado cambios en los episodios extremos desde 1950. El número de días y noches frías ha disminuido y el número de días y noches cálidas ha aumentado a nivel global.
- En el hemisferio norte el periodo 1983-2012 ha sido el intervalo de treinta años más cálido de los últimos ochocientos años.

- En el periodo correspondiente a la Anomalía Climática Medieval (entre 950 y 1250) hubo algunas regiones en el hemisferio norte que fueron tan cálidas como a mediados del siglo XX y otras tan cálidas como a finales del siglo XX.
- La distribución espacial de las temperaturas y su evolución temporal entre la Anomalía Climática Medieval y la Pequeña Edad de Hielo (entre 1450 y 1850) se debió a cambios en la actividad volcánica, la actividad solar y los ciclos orbitales.

## 2) Océano

- La capa superior del océano (desde la superficie hasta los 700 m de profundidad) se ha calentado en el periodo 1971-2010.
- El calentamiento del océano es mayor cerca de la superficie, sumando más de 0,1 °C por década en los primeros 75 m durante el periodo 1971-2010. El calentamiento decrece con la profundidad y se extiende hasta los 2.000 m.

## 3) Criosfera

- Los glaciares y los mantos de hielo (Groenlandia y Antártida) están perdiendo masa.
- La extensión del hielo marino ártico está disminuyendo, mientras que la del hielo marino antártico ha aumentado ligeramente.
- En el hemisferio norte la extensión de la cobertura de nieve en primavera ha disminuido y el permafrost se está fundiendo.

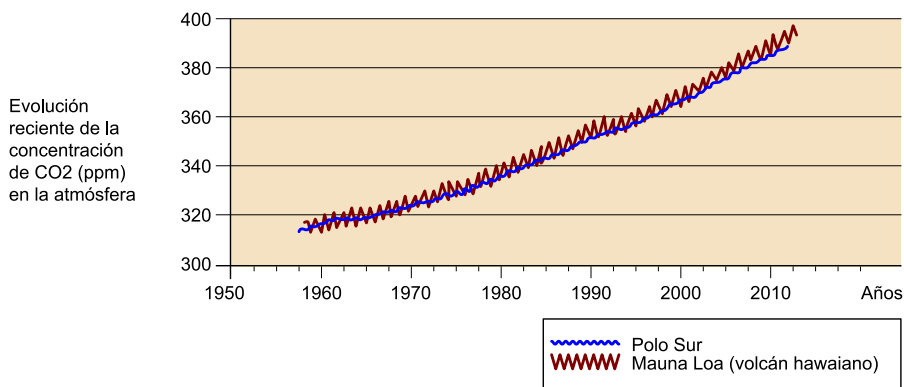
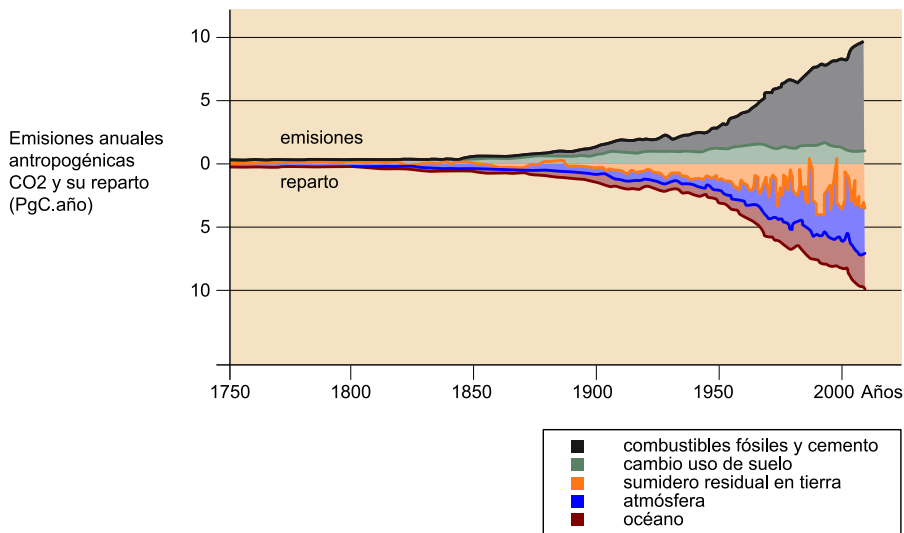
## 4) Nivel del mar

- El nivel medio del mar a nivel global ha aumentado en 0,19 m en el periodo 1901-2010.
- La tasa de aumento del nivel del mar se ha acelerado en los dos últimos siglos.
- El nivel global medio del mar ha aumentado 1,7 mm/año en el periodo 1901-2010 y 3,2 mm/año entre 1993 y 2010.
- En el último periodo interglaciar, ocurrido entre 129.000 y 116.000 años antes de la actualidad, el nivel medio máximo del mar fue, al menos, 5 m más elevado que el actual, sin llegar a exceder los 10 m.

## 5) Carbono y otras magnitudes biogeoquímicas

- La concentración de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) en la atmósfera ha aumentado por la actividad humana, fundamentalmente por el uso de combustibles fósiles y por la deforestación, con una menor contribución de la producción de cemento.
- Las concentraciones actuales de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> (metano) y N<sub>2</sub>O (óxido nitroso) exceden sustancialmente el rango de concentraciones registradas en los testigos de hielo durante los últimos 800.000 años.

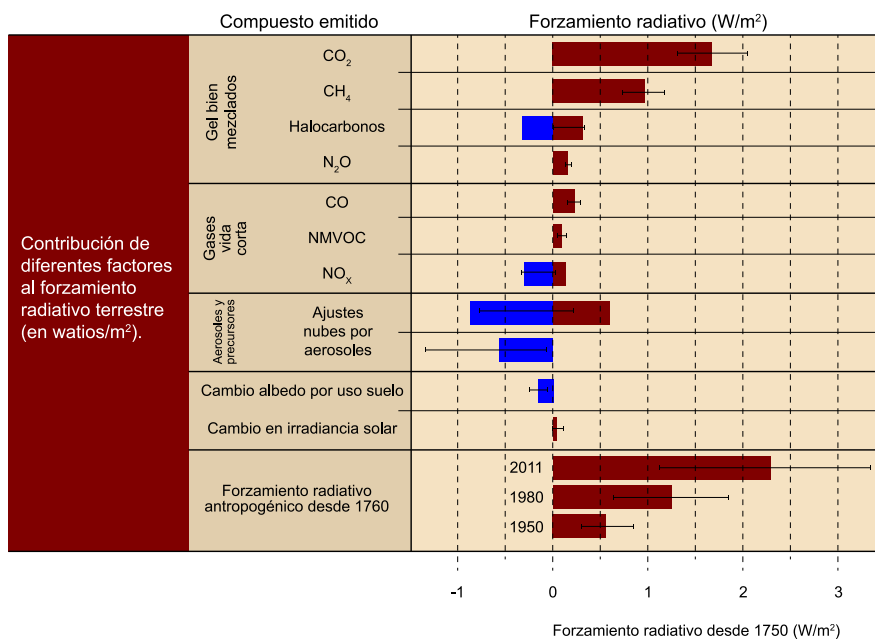
- El ritmo de incremento de las concentraciones en la atmósfera de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$  en el pasado siglo no tiene precedente en los últimos 22.000 años.
- Las concentraciones de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$  han aumentado desde 1750, excediendo los niveles preindustriales en un 40, 150 y 20 %, respectivamente.
- El pH del agua oceánica ha decrecido 0,1 desde el comienzo de la era industrial, que corresponde a un aumento del 26 % de concentración de iones hidrógeno.



Fuente: Fundación Biodiversidad, Oficina Española de Cambio Climático, Agencia Estatal de Meteorología, Centro Nacional de Educación Ambiental. 2013

Los principales gases que están contribuyendo al calentamiento global al haber aumentado sus concentraciones atmosféricas son el  $\text{CO}_2$ , el  $\text{CH}_4$ , los halocarbonos, el  $\text{N}_2\text{O}$  y el  $\text{CO}$ .





Fuente: Fundación Biodiversidad, Oficina Española de Cambio Climático, Agencia Estatal de Meteorología, Centro Nacional de Educación Ambiental. 2013

El calentamiento observado desde 1951 ha sido atribuido a una serie de factores naturales y antropogénicos, y sus contribuciones respectivas han sido cuantificadas. Los gases de efecto invernadero contribuyen al calentamiento entre 0,5 °C y 1,3 °C en el periodo 1951-2010, mientras que los aerosoles contribuyen con un enfriamiento de entre -0,6 °C y 0,1 °C. Las contribuciones de los forzamientos naturales y de la variabilidad natural están ambos en el rango entre -0,1 °C y +0,1 °C. Todas las contribuciones evaluadas son consistentes con el calentamiento observado, de aproximadamente 0,6 °C, en este periodo.

Por tanto, la influencia humana en el sistema climático es clara.

### 1.1. Acuerdos internacionales

Si un aspecto es evidente frente a la crisis climática, es la necesidad de acuerdos internacionales para solucionar el problema.

La iniciativa en este sentido parte de la cumbre de Río de Janeiro de 1992, en la que se firmó el Convenio marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático para comenzar a considerar los problemas relacionados con este problema ambiental de escala global. En 1997, los Gobiernos acordaron incorporar una adición al tratado, conocida con el nombre Protocolo de Kioto; el compromiso obligaba a limitar las emisiones conjuntas de seis gases de efecto invernadero respecto el año base 1990, durante el periodo 2008-2012, con una reducción acordada del 5,2 % para los países industrializados.

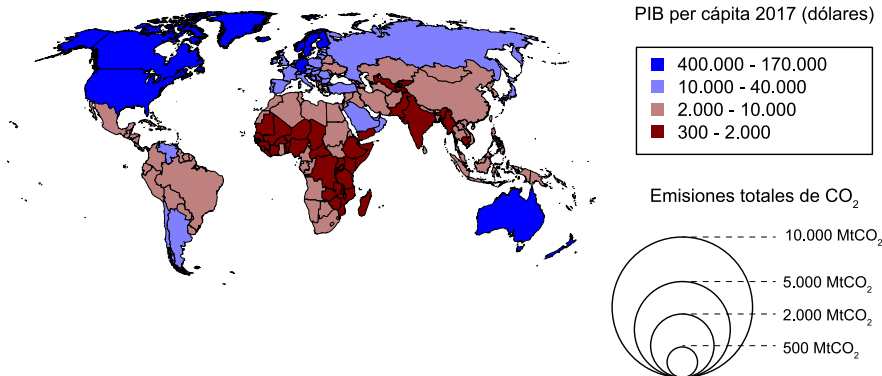
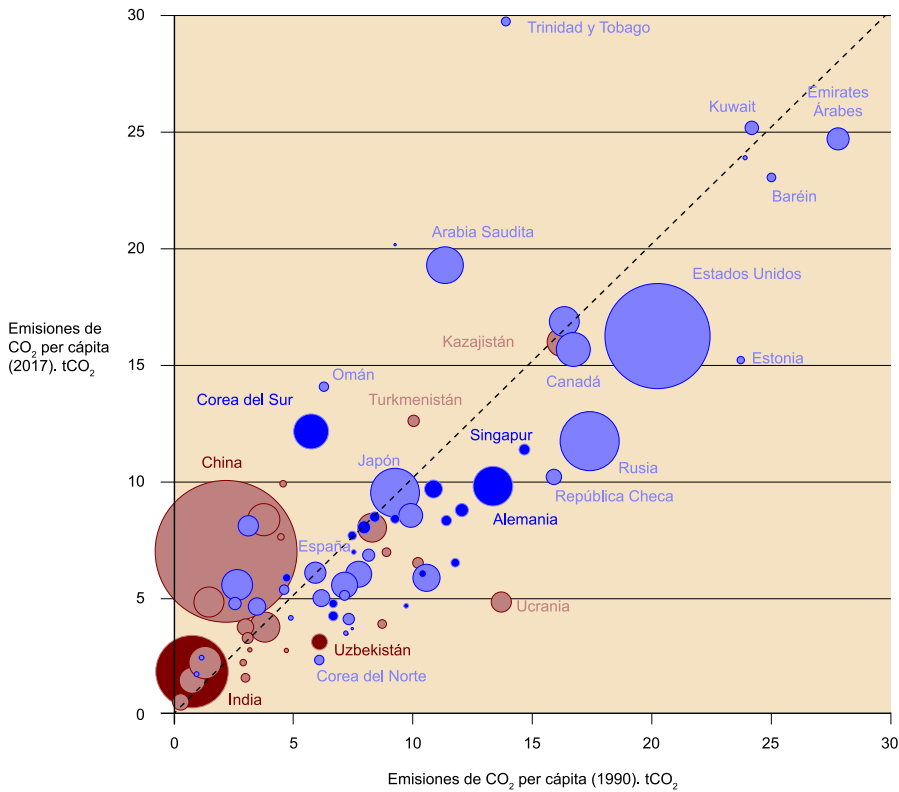
Se estableció que el compromiso sería de obligado cumplimiento cuando lo ratificasen los países industrializados responsables de, al menos, un 55 % de las emisiones de CO<sub>2</sub>. El Protocolo entró en vigor en febrero de 2005.

Los compromisos del Protocolo de Kioto se cumplieron e incluso se superaron, con lo que se logró una disminución de las emisiones de los países industrializados del 22,6 % respecto al año 1990, pero el hecho de dejar fuera de los compromisos a países en vías de desarrollo, junto a unos objetivos centrados solo en la reducción de emisiones, hizo que la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera siguiera subiendo en un 20 %.

Después de la 20.<sup>a</sup> Conferencia de las Partes (COP) entre los países firmantes del Convenio marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, donde los Estados miembros discutieron las medidas, los acuerdos, los mecanismos de financiación de reducción de los países industrializados, así como la transferencia de tecnologías a países en vías de desarrollo, mecanismos de adaptación, de mitigación, y los valores de emisiones y cumplimiento de los acuerdos, en la Conferencia de las Partes de París (COP21), diciembre de 2015, 195 países acordaron limitar el calentamiento global en 2 °C con respecto a la era preindustrial.

El acuerdo de París entró en vigor en 2016 y pretende alcanzar el máximo de emisiones lo antes posible, y a partir de ahí reducirlo hasta conseguir la neutralidad en carbono (cero emisiones netas). Los 195 países comunicaron sus compromisos nacionales de lucha contra el cambio climático, que entrarán en vigor en 2020 y serán revisados cada cinco años. El acuerdo considera herramientas tales como la compraventa de emisiones y la fijación del precio del carbono para incentivar las actividades de reducción de emisiones, y prevé la financiación con al menos 100.000 millones de dólares anuales a partir de 2020 a los países en vías de desarrollo para medidas de mitigación y adaptación.

El acuerdo de París sigue vigente pese a la decisión de la Administración Trump de retirar a Estados Unidos.



Fuente: elaboración propia. Basado en datos de World Bank. Development indicators, 2019

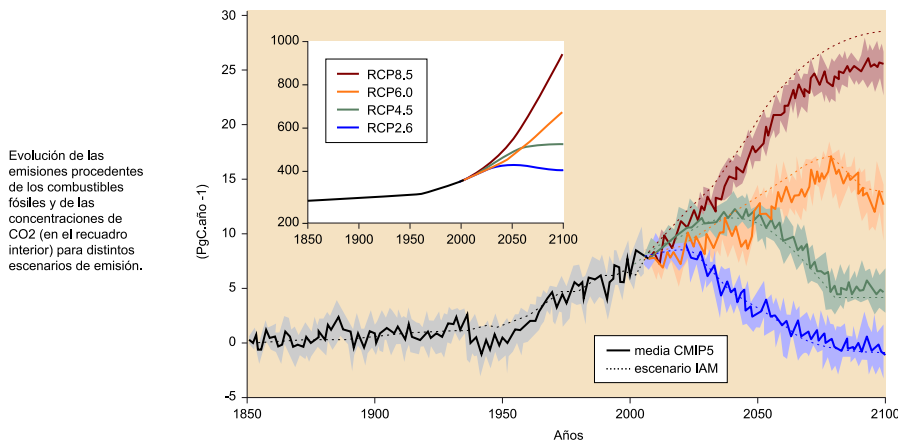
## 1.2. Escenarios climáticos futuros

Los científicos han considerado diversos escenarios posibles de emisiones futuras basados en las trayectorias representativas de concentraciones (RCP, por sus siglas en inglés). Debido a la complejidad para poder determinar con exactitud la evolución futura del clima, estos escenarios son los establecidos por el IPCC desde 2014 y se identifican por su forzamiento radiativo total para el año 2100, que van desde los 2,6 W/m<sup>2</sup> en el escenario más favorable hasta los 8,5 W/m<sup>2</sup> en el escenario más grave. A diferencia de los antiguos escenarios climáticos, los RCP permiten considerar en cada escenario los efectos de las políticas o los acuerdos internacionales para mitigar emisiones.

	FR	Tendencia del FR	[CO <sub>2</sub> ] en 2100
RCP2.6	2,6 W/m <sup>2</sup>	decreciente en 2100	421 ppm
RCP4.5	4,5 W/m <sup>2</sup>	estable en 2100	538 ppm
RCP6.0	6,0 W/m <sup>2</sup>	creciente	670 ppm
RCP8.5	8,5 W/m <sup>2</sup>	creciente	936 ppm

Fuente: Fundación Biodiversidad, Oficina Española de Cambio Climático, Agencia Estatal de Meteorología, Centro Nacional de Educación Ambiental. 2013

### Emisiones de combustibles fósiles



Fuente: Fundación Biodiversidad, Oficina Española de Cambio Climático, Agencia Estatal de Meteorología, Centro Nacional de Educación Ambiental. 2013

Las emisiones continuadas de gases de efecto invernadero causan un calentamiento adicional al actualmente existente. Unas emisiones iguales a las tasas actuales o superiores inducirán cambios en todos los componentes del sistema climático, algunos de ellos sin precedentes en cientos o miles de años. Los cambios tendrán lugar en todas las regiones del globo, incluyendo cambios en la tierra y el océano, en el ciclo del agua, en la criosfera, en el nivel del mar, en algunos episodios extremos y en la acidez de los océanos. Muchos de estos cambios persistirán durante muchos siglos. La limitación del cambio climático requerirá reducciones sustanciales y sostenidas de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

#### 1.2.1. Impactos esperados

##### 1) Atmósfera

- El cambio de la temperatura superficial no será regionalmente uniforme, si bien, en el largo plazo, el calentamiento será mayor sobre la tierra que sobre los océanos. La Región Ártica se calentará más rápidamente.
- En un clima más cálido, el contraste en la precipitación estacional media entre las regiones secas y húmedas aumentará en la mayor parte del globo. Las regiones situadas en latitudes altas y en el océano Pacífico ecuatorial verán incrementarse sus precipitaciones.

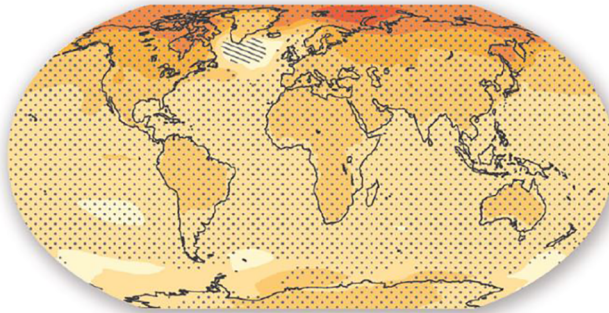
Cambios estimados en las temperaturas medias globales para los distintos escenarios de emisión

Variable	Escenario	2046-2065		2081-2100	
		Media	Rango probable	Media	Rango probable
Cambio temperatura superficial media (°C)	RCP2.6	1,0	0,4-1,6	1,0	0,3-1,7
	RCP4.5	1,4	0,9-2,0	1,8	1,1-2,6
	RCP6.0	1,3	0,8-1,8	2,2	1,4-3,1
	RCP8.5	2,0	1,4-2,6	3,7	2,6-4,8

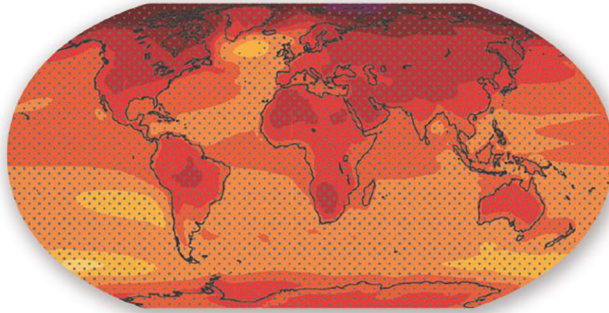
Fuente: Fundación Biodiversidad, Oficina Española de Cambio Climático, Agencia Estatal de Meteorología, Centro Nacional de Educación Ambiental. 2013

Cambio de temperatura media de superficie (diferencia entre los periodos de 1986-2005 y 2081-2100)

Escenario RCP 2.6



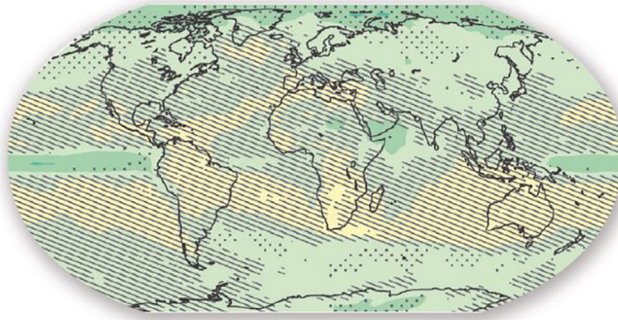
Escenario RCP 8.5



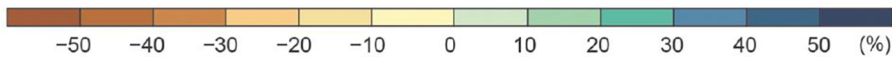
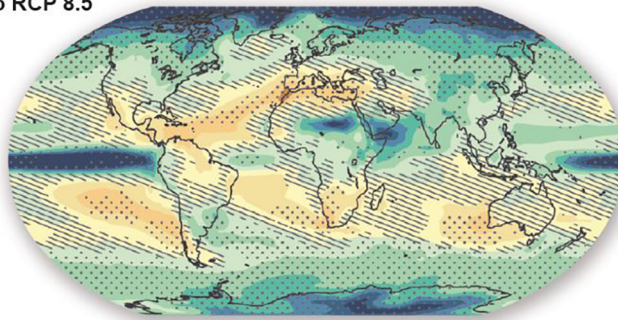
Fuente: Fundación Biodiversidad, Oficina Española de Cambio Climático, Agencia Estatal de Meteorología, Centro Nacional de Educación Ambiental. 2013

Cambio de precipitación media (diferencia entre los periodos de 1986-2005 y 2081-2100)

#### Escenario RCP 2.6



#### Escenario RCP 8.5



Fuente: Fundación Biodiversidad, Oficina Española de Cambio Climático, Agencia Estatal de Meteorología, Centro Nacional de Educación Ambiental. 2013

- En la mayoría de las regiones habrá más episodios relacionados con extremos de altas temperaturas y menos relacionados con extremos de bajas temperaturas.
- Las olas de calor serán más frecuentes y tendrán mayor duración. Los fríos invernales extremos continuarán ocurriendo ocasionalmente.
- En algunas áreas aumentará la frecuencia, intensidad y/o cantidad de precipitaciones fuertes.

## 2) Océanos

- El océano se calentará en todos los escenarios. Este proceso continuará durante siglos debido a las largas escalas temporales de la transferencia de calor entre la superficie y el océano profundo, incluso si las emisiones de gases de efecto invernadero decrecen o se mantienen constantes.
- La circulación termohalina atlántica se debilitará a lo largo del siglo XXI entre un 1 y 24 % en el escenario RCP2.6 y entre un 12 y 54 % en el escenario RCP8.5. Es muy improbable que sufra una transición abrupta en el siglo XXI en los escenarios considerados.

## 3) Criosfera

- La extensión y el espesor del hielo marino ártico continuarán disminuyendo a lo largo del siglo XXI.

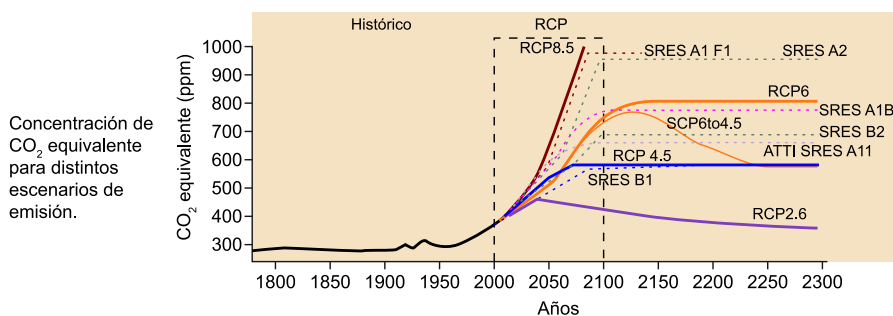
- Utilizando algunos de los modelos que mejor reproducen las tendencias de la cobertura de hielo marino ártico, se estima que, en el escenario RCP8.5, el océano Ártico quedará probablemente casi libre de hielo antes de 2050.
- La cobertura de nieve en el hemisferio norte decrecerá durante el siglo XXI.
- El área cubierta por la nieve en el hemisferio norte en primavera se estima que decrecerá entre un 7 % para el escenario RCP2.6 y un 25 % para el RCP8.5 al final del siglo XXI.
- En las latitudes altas del hemisferio norte la extensión del permafrost próximo a la superficie se reducirá durante el siglo XXI.
- La reducción del permafrost superficial para finales del siglo XXI oscilaría entre el 37 % (RCP 2.6) y el 81 % (RCP 8.5).

#### 4) Nivel del mar

- El nivel medio global del mar se incrementará durante el siglo XXI por el calentamiento de los océanos y las pérdidas de masa de glaciares y mantos de hielo, con un aumento en la confianza de las proyecciones respecto al AR4.

#### 5) Carbono y otras magnitudes biogeoquímicas

- En todos los escenarios, la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera será mayor en 2100 que en la actualidad como consecuencia del aumento de las emisiones acumuladas durante el siglo XXI.
- Parte del CO<sub>2</sub> emitido a la atmósfera continuará siendo absorbido por el océano, lo que conllevará un aumento de la acidificación oceánica.



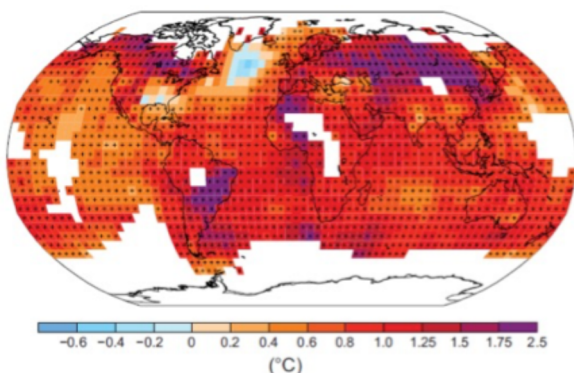
Fuente: Fundación Biodiversidad, Oficina Española de Cambio Climático, Agencia Estatal de Meteorología, Centro Nacional de Educación Ambiental. 2013

## 2. Mitigación y adaptación

Como hemos visto, el cambio climático en los foros científicos prácticamente ya no se discute, el último informe del IPCC 2013 lo daba como muy probable, y en cuanto a los valores previstos de los efectos sobre el clima, los menciona como virtualmente ciertos (*from exceptionally unlikely to virtually certain*). El informe menciona que con una seguridad del 95 % las actividades humanas son la causa del calentamiento que sufre el planeta desde mediados del siglo pasado. El informe menciona que:

«El calentamiento en el sistema climático es inequívoco y que muchos de los cambios observados no han tenido precedentes en los últimos decenios a milenios: la atmósfera y el océano se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido, el nivel del mar se ha elevado y las concentraciones de gases de efecto invernadero han aumentado».

En los últimos tres decenios, la temperatura de la superficie de la Tierra ha sido mayor que en el anterior, mostrando esta tendencia al alza.



Anomalías en las temperaturas medias de la superficie del océano y terrestre desde 1850 hasta 2012 de tres Fuentes distintas.

Otro hecho demostrado es el aumento de la concentración de CO<sub>2</sub>: hemos superado los 400 ppm a nivel atmosférico. Las previsiones de los efectos del cambio climático surgen de numerosos estudios científicos, de proyecciones y de la realización de distintos modelos de comportamiento climático a nivel mundial.

Inicialmente se habló mucho de mitigación, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, a medida que se ha ido avanzando en la ciencia del cambio climático, y se ha observado que las emisiones difícilmente se reducían y se ha ido introduciendo el concepto de adaptación. Generalizar sobre medidas de mitigación y adaptación puede tener una cierta complejidad a nivel local, ya que cada situación tiene sus singularidades.

La agricultura es uno de los sectores generadores de gases de efecto invernadero, de hecho, la fabricación de abonos, el hecho de arar la tierra, la ganadería con la producción de metano que generan las reses de ganado, los combus-

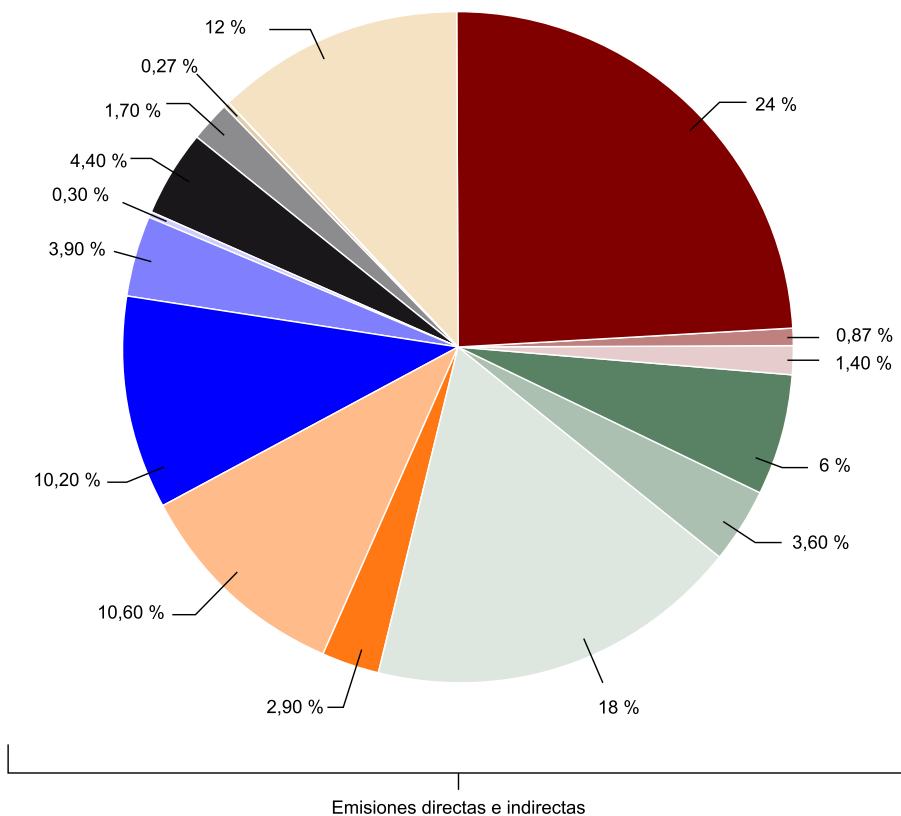
### Referencia bibliográfica

IPCC (2013): Glosario [Planton, S. (ed.)]. En: *Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al V Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Stocker, T.F.; Qin, D.; Plattner, G. K. y otros (eds.)]. Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América: Cambridge University Press.



tibles fósiles que se utilizan para recolectar grandes extensiones. Sobre todo la agricultura intensiva requiere un mayor consumo energético y, por consiguiente, una mayores emisiones de gases de efecto invernadero. La silvicultura es otro de los sectores que contribuye al aumento de gases de efecto invernadero, en este caso la tala de árboles genera emisiones de CO<sub>2</sub> al desforestar los terrenos y al eliminar la vegetación que secuestra CO<sub>2</sub> mediante la fotosíntesis; otro de los sectores emisores de GEI es la producción energética. El mundo se fundamenta principalmente en energías basadas en la combustión de derivados del petróleo, carbón o gas, todos ellos emiten GEI. Lo mismo sucede con el transporte y la industria, que se fundamentan en la quema de combustibles fósiles. Otro sector productor de GEI, sobretodo metano, es la generación y el tratamiento de residuos. Mitigar comporta reducir las emisiones de todos estos procesos y sectores.

Porcentaje de emisiones de gases de efecto invernadero por sectores de actividad



Otra edificación	Emisiones indirectas producción de electricidad y calor	Residuos	Emisiones indirectas del transporte
Emisiones indirectas edificación	Quema de gas y emisiones fugitivas	Emisiones indirectas de la industria	Residencial
AFOLU	Otras emisiones sector energético	Transporte carretera	Comercial
Emisiones indirectas AFOLU	Industria	Otras emisiones transporte	

Fuente: Guía resumida del quinto informe de evaluación del IPCC. Grupo de trabajo III. Mitigación del Cambio Climático. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2015

En el caso de la mitigación, se trata de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, por consiguiente todo lo que sea mejorar la eficiencia energética de procesos y sectores (transporte, doméstico, industrial), sector primario,

contribuye a esa disminución. Mejorar la eficiencia energética de nuestros hogares, reducir el consumo de combustibles fósiles, que afecta claramente al transporte de personas y de materiales, consumir productos locales que reducen por un lado el transporte y por el otro favorecen una agricultura más de proximidad, más adaptada al tipo de clima de cada lugar. Por otro lado, lo verdaderamente difícil es desacoplar el crecimiento económico del consumo de combustibles fósiles, muy pocos países consiguen descarbonizar su economía. Los países que apuestan claramente hacia una transición energética descarbonizada consiguen reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, por ejemplo Alemania o Dinamarca, que han apostado en la última década de manera muy clara por la implementación de energías renovables, han conseguido que estas fuentes de energía ganen peso en su mix energético. El 39 % de la electricidad consumida en Dinamarca fue generada mediante energía eólica el año 2014.

El cambio debe ser drástico, pasar de un modelo fundamentado en los combustibles fósiles a un modelo de mayor eficiencia, que no solamente se base en consumir y crecer, sino que apueste claramente por las energías renovables. La mitigación sigue siendo fundamental, pero cómo realizar este cambio de modelo está siendo mucho más lento de lo que debería, los países y las ciudades están incorporando en su agenda estrategias de adaptación a los posibles efectos de cambio climático.

La adaptación consiste en preparar, desde las distintas escalas, a las ciudades o territorios frente a los posibles efectos del cambio climático. Por consiguiente, deben territorializarse los posibles efectos del cambio climático; no va a tener los mismos impactos una ciudad costera situada en una isla del Pacífico que una ciudad situada en la costa del Mediterráneo.

Muchas ciudades están redactando o trabajando en planes de adaptación (IPCC 2014). Básicamente se trabajan aspectos que tienen relación con el aumento de temperaturas, olas de calor, el efecto isla de calor, o posibles problemas con el ciclo del agua, escasez, sequías extremas o aguaceros repentinos. Los ciudades costeras deben también considerar el posible impacto sobre el nivel del mar y cómo puede afectar a las infraestructuras portuarias, a las playas a las poblaciones costeras, a la dinámica sedimentaria e incluso al turismo.

Quizá los planes de adaptación con mayor reconocimiento son los tres siguientes:

### **1) A Stronger and more Resilient NYC**

Nueva York ha realizado numerosos estudios, muchos en el marco de fortalecer la ciudad frente a posibles riesgos provocados por el cambio climático, sobre todo después del episodio del Sandy, en el que tanto los ciudadanos como las autoridades tomaron conciencia de los efectos que podían sufrir frente a subidas del nivel del mar, situaciones meteorológicas extremas como fue el

caso del huracán. Se han centrado en aspectos como la inundabilidad, la protección de la costa, efectos sobre la red de transporte, sobre las infraestructuras de servicios (energía, gas, combustibles fósiles, ICT), efectos sobre la red de abastecimiento de agua y sobre las aguas residuales entre otros aspectos. El análisis que hay que generar se basa en la detección mediante modelos de posibles zonas afectadas, y en analizar también qué elementos fallaron al paso del huracán, para detectar qué déficits o procesos no funcionaron y ver cómo pueden mejorar la resiliencia de la ciudad.

## 2) Adaptation plan de Copenhagen

Copenhague es seguramente el caso más reconocido en Europa, por un lado porque la apuesta danesa por un cambio de modelo en cuanto a la producción de energía es reconocido a nivel mundial. Han hecho una clara apuesta por utilizar energías renovables y recursos locales, en este caso la eólica, entre otras fuentes energéticas para hacer una transición hacia una ciudad y un país menos dependiente de combustibles fósiles y una ciudad que reduzca de manera ostensible su contribución a las emisiones de GEI. Copenhague, por su proximidad costera, también ha realizado propuestas basadas en el ciclo del agua y la previsión de posibles inundaciones; básicamente se analiza el sistema de drenaje urbano para distintos períodos de retorno de lluvia.



Inundabilidad analizada para un período de retorno de 100 años sobre el sistema de drenaje urbano de la ciudad de Copenhague

La subida del nivel del mar, al tratarse de zonas relativamente llanas, con mares muy poco profundos, otro de los aspectos considerados en el Plan de Copenhague es la subida del nivel del mar. Analiza cómo podría verse afectada la ciudad y qué zonas podrían llegar a sufrir más daños.



Análisis de la subida del nivel del mar en Copenhague

### 3) Rotterdam Climate Change Adaptation Strategy

La estrategia de cambio climático de la ciudad de Rotterdam define cómo la ciudad deberá adaptarse a los efectos del cambio climático y analiza las principales consecuencias sobre distintos ámbitos de la ciudad. El principal objetivo de la estrategia es anticiparse, conocer los posibles efectos, y tomar decisiones para reducir los posibles impactos sobre los ciudadanos y sobre las generaciones futuras. Uno de los enfoques más pragmáticos es que la estrategia plantea también es utilizar las decisiones que deben tomarse como una oportunidad para mejorar determinados aspectos, fortaleciendo así su economía, la mejora del medio ambiente, la mejora de los sistemas naturales y hacer de todo ello participe a la sociedad. De hecho, se puede decir que Rotterdam ha conseguido en buena parte su propósito, ya que es considerada una ciudad referente en aspectos de adaptación al cambio climático, y ya exporta su modelo, o al menos es uno de los referentes.

La estrategia de implementación de Rotterdam plantea cuatro grandes bloques:

- el desarrollo del talento,
- la fuerza de un ciudadano y la sociedad,
- una ciudad atractiva y
- una economía fuerte.

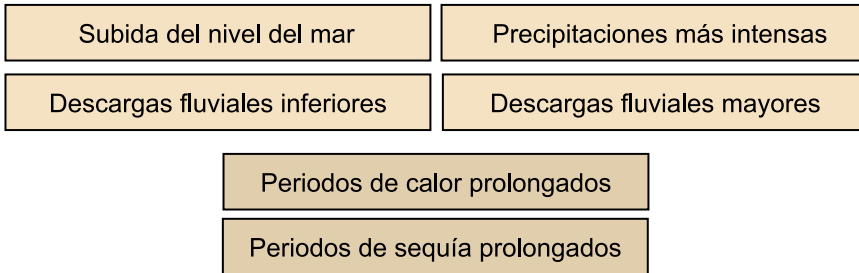
Rotterdam tiene como objetivo ser una ciudad 100 % adaptada al cambio para el 2025. Esto implica que para el año 2025 ya se habrán tomado medidas en Rotterdam para asegurarse de que cada área específica sufra los menores impactos posibles y, a su vez, obtenga el máximo de beneficios de tomar las medidas oportunas frente a las principales amenazas del cambio climático.

En Rotterdam, el plan se enmarca en la Rotterdam Climate Initiative. Rotterdam como ciudad-puerto costera trabaja en su estrategia distintos temas como:

- Aumento del nivel del mar.
- Casos de lluvia extrema.
- Episodios de sequía.
- Episodios de altas temperaturas.
- Episodios de inundabilidad.

Rotterdam trata estos casos con una singularidad territorial, y es que analiza los posibles efectos del cambio climático para las zonas situadas fuera de los diques de protección y las zonas dentro de los diques. Este es un hecho muy singular y que seguramente se da en otros lugares con situaciones similares de relación con el mar.

**Las consecuencias del cambio climático que afectarán a Rotterdam:**



Efectos del cambio climático previsible para la ciudad de Rotterdam  
 Fuente: Rotterdam Climate Change Adaption Strategy, 2013



Centro de Rotterdam, inundación en 2015

Centro de Rotterdam, inundación en 2100  
 (A+ escenario climático con una frecuencia de 1 x 1000 años)

Variación de las zonas inundables en Rotterdam para el año 2015 y para el 2100. Se observa el aumento de zonas inundables

Quizá el ejemplo más conocido es el diseño de una plaza que está pensada para inundarse, por lo tanto es un espacio multifuncional que permite actuar como cancha deportiva, pero en caso de episodio de lluvia extrema sirve de espacio de laminación de las posibles inundaciones, se llama de Water Square.



Rotterdam Water Square. Plaza pública preparada para inundarse

### 3. Resiliencia urbana

El concepto de resiliencia ecológica nos llega de Crawford Stanley (Buzz) Holling que, en 1973, en su artículo «Resilience and Stability of Ecological Systems», la definió como la capacidad de un determinado sistema ecológico de absorber alteraciones en sus parámetros y variables y persistir con sus dinámicas.

Holling pretendía explicar la capacidad de que los sistemas ecológicos deben adaptarse y absorber acontecimientos externos, manteniendo sus estructuras y funciones. En pocas palabras, define la elasticidad de un sistema. Una reducción del número de individuos de una determinada especie no significa obligatoriamente el fin del sistema ecológico. Esta variación puede ser compensada por la alteración en otros elementos que generan un nuevo equilibrio manteniendo la misma estructura del sistema.

Más recientemente, en 2007, el IPCC ha definido el concepto como «la capacidad de un sistema social o ecológico en absorber perturbaciones mientras mantiene las mismas estructuras básicas, formas de funcionamiento, autoorganización y capacidad para adaptarse y cambiar».

Basándose en estas dos definiciones, podemos resumir la resiliencia como la reserva adaptativa intrínseca a un sistema ante desastres o cambios estructurales. ¿Qué permite a una ciudad recuperarse después de un desastre? ¿Qué elementos son estratégicos? ¿Cuál es el umbral máximo de un determinado sistema urbano? Estas son las preguntas centrales del estudio de la resiliencia urbana.

En un futuro cada vez más imprevisible, de cambios constantes y amenazas globales con un mundo más conectado y por ello también más frágil, el concepto de resiliencia nos puede servir. Saber encontrar los mecanismos que permitan conservar los elementos más estratégicos de los sistemas vitales en la renovación necesaria es lo que se pretende con el estudio de resiliencia.

Por otra parte, el concepto *resilience* se diferencia de otras estrategias preventivas, fundamentalmente porque se centra en la creación de una reserva potencial de adaptación a eventos desconocidos. La diferencia principal es su enfoque hacia un futuro más incierto y con más volatilidad. Pequeñas variaciones en elementos conocidos pueden provocar graves consecuencias en otros siste-

#### Referencia bibliográfica

Holling, C. S. (1973) Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, vol. 4, p. 1-23.

#### Referencia bibliográfica

Parry, M. L.; Canziani, O. F; Palutikof, J. P. y otros (eds) (2007). Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. enlace: <http://ipcc.ch/report/ar4/wg2/>

mas que no hemos podido prever. Así, estrategias de prevención o de análisis de riesgo pueden ser inadecuadas para situaciones de mayor inestabilidad y volatilidad.

El concepto de resiliente es una combinación de varios conceptos y principios. Un principio básico de la teoría es la dependencia de los sistemas ecológico-sociales. Esta idea defiende el vínculo indisociable y recíproco entre el sistema ecológico y los sistemas humanos. Esta reciprocidad parece entrar en contradicción con el modelo actual de consumo, con grandes consumos energéticos y, en muchos casos, contrarios a los ciclos ecológicos. Al recordar la interdependencia entre los procesos ecológicos y las dinámicas urbanas, la teoría entiende que cualquier alteración en los sistemas ecológicos tendrá consecuencias de diferentes amplitudes en los sistemas sociales. El cambio climático es representativo de este principio. Actualmente existe un amplio consenso sobre las graves consecuencias sociales que puede implicar el calentamiento del planeta. Parece evidente que los impactos que causamos hoy al ambiente repercutirán más adelante en nosotros mismos o incluso perdurarán en el tiempo afectando a generaciones futuras.

Otra premisa del pensamiento resiliente es establecer umbrales en los sistemas. Hay que entender que cada sistema está sometido a límites que, superados, suponen la transformación irreversible de su organización y estructuras. Calcular estos umbrales es una operación difícil y siempre conlleva un margen de error elevado. Tanto por el amplio abanico de riesgos como por las rápidas dinámicas de los sistemas, hace cuestionable establecer límites fijos. Sin embargo, no podemos recusar la idea de la existencia de un límite máximo tolerable para un individuo, población o metapoblación. De este modo, entender los límites como probabilidades y como tendencias parece ser una aproximación más factible y posiblemente más útil.

Otro factor presente en una aproximación resiliente es el factor tiempo. En 2001, CS Holling, en su artículo «Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems», introduce la noción de ciclo adaptativo. Los teóricos entienden que los sistemas se someten a ciclos adaptativos. La observación de varios sistemas ecológicos les ha llevado a concluir que todos los sistemas se transforman según tres propiedades:

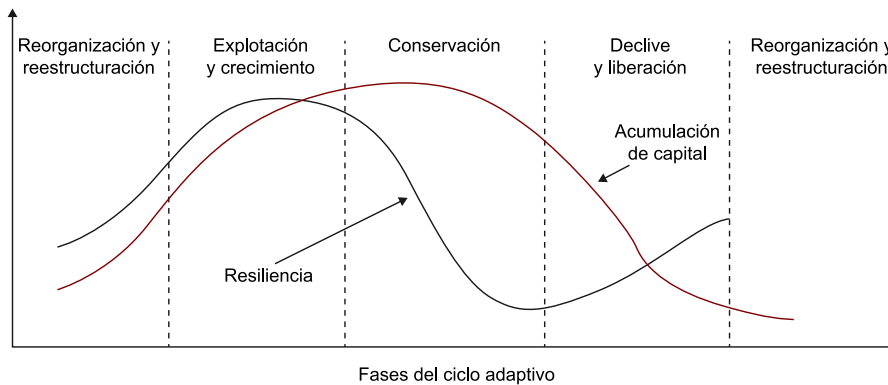
- **Potencial de cambio.** Por potencial se entiende el número de opciones futuras de un sistema, también entendido como *riqueza* de un sistema
- **Capacidad de control interno del sistema.** Significa el grado de conectividad entre las variables de control del propio sistema, en la medida que refleja la flexibilidad o rigidez de estos controles. Es, por otra parte, su sensibilidad o no a las perturbaciones

#### Referencia bibliográfica

Holling, C. S. (2001). Understanding the complexity of economic, ecological and social systems. *Ecosystem*, vol. 4, p. 390-405.

- **Capacidad adaptativa.** Mide la vulnerabilidad del sistema a choques inesperados

La figura siguiente muestra las variaciones teóricas de la resiliencia de un determinado sistema en función del tiempo.



Ciclo Adaptativo.  
Fuente: S. Dawley y otros (2010).

El gráfico indica que la resiliencia tiene su pico máximo antes del punto más alto de productividad del sistema. La caída abrupta de resiliencia produce una incapacidad de adaptación a las alteraciones, que induce a una incapacidad del sistema para mantener la misma productividad. Con una reducción de la productividad global del sistema, pueden pasar dos situaciones:

- La resiliencia conservada por el sistema es suficiente para permitir la adaptación al nuevo paradigma como restablecimiento de las mismas estructuras y del propio equilibrio antes de la alteración.
- El sistema es incapaz de adaptarse y no resiste, degenerando por otros modelos o incluso para su fin.

El análisis del ciclo adaptativo ilustra la paradoja de la resiliencia, que indica que cuanto mayor es la eficiencia de un determinado sistema, menor es su resiliencia.

### 3.1. Retos futuros

A pesar de los beneficios que este modelo puede comportar para las estrategias urbanas futuras, no está libre de críticas. La primera se debe a una alteración de la dirección en el enfoque de las políticas para combatir las alteraciones climáticas. Adoptar este modelo, así como otros de mitigación, minimización, prevención o adaptación, es en el fondo asumir la inevitabilidad del cambio climático. Esta aproximación confirma, desde los más altos cargos oficiales, que el proceso de alteraciones climáticas es imparable y que la falta de acuerdos globales para una reducción de GEI hace de este tipo de metodologías posiblemente las más correctas para mitigar un futuro inevitable y demasiado



cercano para un nuevo intento. La pasada Cumbre de Doha de 2012 parece ser pragmática en este sentido. En lugar de recuperar el aliento y esperanza con acuerdos concretos y alargados, ha resultado frustrante y desolador, confirmando las peores expectativas y, al fin y al cabo, justificando el enfoque amortiguador de las nuevas políticas para el cambio climático.

Por otra parte, el propio concepto de resiliencia parece sugerir el mantenimiento del actual paradigma, independiente de su naturaleza. Al defender la recuperación de las mismas estructuras y dinámicas, invoca a la adaptación como mecanismo meramente de transformación temporal y no como cambio real y corrección del paradigma. Los problemas que ahora debemos afrontar son el resultado de la manutención del estatus de un modelo que, a lo largo del tiempo, ha producido desigualdades y desajustes en varios subsistemas. La magnitud de los problemas actuales requiere no solo de una adaptación, sino simultáneamente de un cambio real en el patrón de valores y de consumo por un modelo más concordante con los ciclos ecológicos.

Por último, a este tipo de metodología le falta un mecanismo de evaluación claro. Hasta ahora no se ha encontrado una metodología eficaz para una medición y evaluación de los procesos resilientes. Su carácter transversal provoca una dificultad acreditada a la hora de cuantificar los factores.

Hay una gran variedad de indicadores relacionados con la resiliencia urbana, a menudo tratada también como riesgo o vulnerabilidad. Los indicadores se pueden agrupar en los cuatro vectores que surgen de la Resilience Alliance (2007), que son dinámicas sociales, flujos metabólicos, medioambiente construido y redes de gobernación. Estos cuatro vectores son interdependientes y eso hace que muchos indicadores puedan corresponder a más de un vector. De estas interacciones, surgen tres categorías: herramientas de gestión de la crisis, características de la situación e infraestructuras críticas.

Más allá de la transversalidad, su transposición en el territorio requiere de una nueva metodología que pueda evaluar eficazmente sus resultados. En este sentido, este cuadro teórico necesita una maduración y resolver algunos problemas para la implementación en políticas territoriales y estratégicas.

### **3.2. Planificar la resiliencia**

Uno de los aspectos fundamentales para planificar un territorio resiliente es el análisis de sus redes de servicios, sus interdependencias y sus vulnerabilidades.

La evaluación de la resiliencia sobre las redes de servicios se basa en analizar los peligros y la vulnerabilidad de los elementos receptores para establecer el riesgo de afectación de un impacto determinado. En este sentido, es necesario definir bien los conceptos de peligro y vulnerabilidad:

- El peligro se puede definir como la frecuencia y la intensidad con la que un determinado fenómeno natural o antropogénico impacta en un determinado espacio.
- La vulnerabilidad equivale a la predisposición intrínseca de un sistema a ser afectado por un peligro determinado.

Algunos de los principales peligros que es necesario considerar sobre las redes de servicio urbanas son la inundabilidad, el peligro de incendio forestal, el peligro químico, el peligro asociado al transporte de mercancías peligrosas o los peligros geológicos.

Otro aspecto clave para planificar ciudades más resilientes es el análisis de los efectos en cascada sobre las redes de servicios. El factor tiempo es esencial, ya que muchas veces, aunque exista una dependencia entre dos servicios o infraestructuras, el impacto en cascada no se materializa de manera inmediata, sino que existe un periodo de inercia que permite a un elemento funcionar solo aunque dependa de otro servicio.

Por tanto, es necesario disponer de información detallada sobre las redundancias e interdependencias y evaluar los tiempos de respuesta a determinados impactos de las redes de servicio.

No obstante, no hay un método para planificar ciudades resilientes. Son las propias ciudades y sus comunidades e instituciones las que deben hacer un proceso de aproximación. Vauban, en Freiburg (Alemania), ha adoptado el Learning by Planning, un aprendizaje dentro de la propia experiencia de planificación a partir de determinados objetivos. En la planificación actual, ya existen figuras como la participación ciudadana o foros, pero mayoritariamente son realizados cuando el plan ya está finalizado o solo incorporan algunas medidas propuestas en los espacios, no alterando prácticamente los proyectos, con la intención de legitimar el proceso. El éxito de Vauban fue la implicación de la comunidad, que ha dado la posibilidad de un espacio de reflexión y concertación de estrategias.

Planificar la resiliencia es como planificar lo implanificable. La planificación actual se basa en tendencias, en indicadores, en resultados. Una aproximación resiliente prefiere soluciones integradoras, equipos multidisciplinares, medidas más difíciles de medir por sus diferentes vertientes. No se pueden prever todos los cambios, lo que se puede hacer es mantener un valor mínimo de resiliencia para que el sistema pueda tener límites críticos suficientemente largos para posibles cambios futuros.

La diversidad es la fuerza motriz de la resiliencia. Una ciudad con alternativas es una ciudad más preparada para el fin del petróleo por eventos extremos, por desastres, o incluso por guerras. Diversificar las fuentes de energía, estructuras económicas, proteger la biodiversidad y conservar las unidades paisajísticas es mantener varias opciones de futuros en el territorio.

La resiliencia trabaja y promueve los ciclos naturales. Los sistemas ecológicos necesitan cambios. Los incendios significan evidentemente el fin de muchos individuos, pero casi nunca de la especie, y son una oportunidad para un nuevo ciclo y para otras formas de desarrollo. No podemos evitar los cambios, debemos tener una capacidad mínima para podernos adaptar.

Un territorio resiliente valoriza la capacidad de aprendizaje, experimentación e innovación. La creatividad tiene un papel importante en la construcción de una ciudad más resiliente. Las aportaciones de equipos multidisciplinares pueden aportar nuevas soluciones.

Una ciudad que promueve el cambio es una ciudad más acostumbrada a adaptarse. Los mecanismos de adaptación están más activos y este proceso se hace de manera más natural y más rápida.

Incorporar los servicios de los sistemas ecológicos para las poblaciones en la economía actual nos puede ayudar a entender el valor de estos sistemas. Establecer conexiones entre los sistemas ecológicos y los sistemas sociales es fundamental para que se pueda entender las implicaciones que una determinada acción puede tener en los diferentes sistemas.

Cada ciudad deberá caminar su propio camino, inventarse a sí misma para adaptarse a un futuro más incierto. Barcelona deberá definir su estrategia, preguntarse cómo se le pregunta a un niño «¿qué ciudad quiere ser de mayor?». Y de acuerdo con su territorio y sus recursos, diseñar objetivos a largo plazo. Posiblemente ya estaremos muy cerca de los umbrales críticos, pero los momentos de cambios son también momentos importantes en un contexto global. Así, es conveniente una rápida actuación y la creación de redes de cooperación para que podamos aprender con los demás, es útil para un mundo más resiliente.

La ciudad es una de las mayores invenciones de la humanidad, pero no son independientes de los sistemas ecológicos. Una ciudad más resiliente no es ni una ciudad más resistente ni más flexible, es una ciudad que defiende sus valores e identidad, pero que acepta e incentiva el cambio como modelo de desarrollo y de oportunidades.



## Bibliografía

### Referencias bibliográficas

**Fernandez, M.** (2015, 19 de enero). *Una Smart City sin Magia*. La Ciudad Viva: <http://www.laciudadviva.org/blogs/?p=27271>

**Fundación Biodiversidad, Oficina Española de Cambio Climático, Agencia Estatal de Meteorología, Centro Nacional de Educación Ambiental** (2013). *Cambio climático: bases físicas*. Guía resumida del quinto informe del IPCC. Grupo de Trabajo I.

**Holling, C.S.** (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, vol. 4, p. 1-23.

**Holling, C. S.** (2001). Understanding the complexity of economic, ecological and social systems. *Ecosystems*, vol. 4, p. 390-405.

**IPCC** (2013). Glosario [Planton, S. (ed.)]. En: *Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al V Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Stocker, T. F.; Qin, D.; Plattner, G. K. y otros (eds.)]. Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América: Cambridge University Press.

**IPCC** (2014). Urban areas. En: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 535-612.

**Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (Fundación Biodiversidad, Oficina Española de Cambio Climático, Agencia Estatal de Meteorología, Centro Nacional de Educación Ambiental)** (2014). *Cambio climático: impactos, adaptación y vulnerabilidad*. Guía resumida del quinto informe de evaluación del IPCC. Grupo de trabajo II.

**Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (Fundación Biodiversidad, Oficina Española de Cambio Climático, Agencia Estatal de Meteorología, Centro Nacional de Educación Ambiental)** (2015). *Mitigación del cambio climático*. Guía resumida del quinto informe de evaluación del IPCC. Grupo de trabajo III.

**Stern, N.** y otros (2006). Stern Review on the Economics of Climate Change. *HM Treasury, London*. Enlace en castellano: <http://www.catedracambioclimatico.uji.es/docs/informestern.pdf>

