



UNIVERSIDAD PONTIFICIA  
DE SALAMANCA

---

## **Máster en Dirección Aseguradora Profesional**

Curso académico 2021

### **Memoria Fin de Máster**

---

Retos para el seguro de catástrofes

**Autor: Francisco Solano ESPEJO GIL**

**Tutor: Juan SATRÚSTEGUI MARCOS**

Esta memoria es propiedad del autor. No está permitida la reproducción total o parcial de este documento sin mencionar su fuente. El contenido de este documento es de exclusiva responsabilidad del autor, quien declara que no se ha incurrido en plagio y que la totalidad de referencias a otros autores han sido expresadas en el texto.

En caso de obtener una calificación igual o superior a 8.0, autorizo la publicación de este trabajo en el centro de documentación de ICEA, de acceso libre y gratuito a través de internet.

Sí, autorizo a su publicación.

No, desestimo su publicación.

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'V' shape followed by a horizontal line and a diagonal stroke.

*A Amadeo Uriel, amigo y mentor.*

*A mis padres, que no pudieron saber nada de esto.*

*Y a ti, afectada.*



# Índice

	Página
<b>Preámbulo</b>	7
<b>1. Introducción: catástrofe, riesgo y transferencia del riesgo.</b>	8
<b>2. Riesgos catastróficos y riesgos sistémicos.</b>	13
2.1. <i>Enmarcando la cuestión.</i>	13
2.2. <i>Riesgos naturales: el cambio climático.</i>	17
2.3. <i>Riesgos tecnológicos: los ciberriesgos.</i>	31
2.4. <i>El riesgo de pandemia.</i>	34
<b>3. Opciones para el seguro de catástrofes.</b>	39
3.1. <i>Gestión de riesgos y seguro.</i>	39
3.2. <i>El seguro de catástrofes naturales.</i>	39
3.3. <i>Cambio climático y seguro.</i>	46
3.4. <i>Ciberseguros.</i>	48
3.5. <i>¿Seguro de pandemia?</i>	50
<b>4. Conclusiones.</b>	55



## Preámbulo



Madrid, miércoles, 20 de enero de 2021. Una explosión de gas hace saltar por los aires buena parte de un edificio en el número 98 de la Calle de Toledo, causando la muerte a cuatro personas y heridas a otras diez. Los transeúntes contemplan la escena encaramados sobre montones de alrededor de medio metro de nieve, ya convertida en hielo, procedente de la tempestad Filomena, que entre el 7 y el 9 de enero dejó en la ciudad la mayor nevada en más de cincuenta años, con las vías respiratorias cubiertas con mascarillas para evitar los contagios de la pandemia global de COVID-19, que por aquel entonces había matado ya en la Comunidad de Madrid oficialmente a 12.149 personas, y habría de matar a 56 más en ese mismo día en plena aceleración de la segunda oleada de contagios. (Fotos: Agencia EFE y Sergio Beleña).

Para mucha gente en la capital, este momento, después de diez duros meses de excepcionalidad por una pandemia que había impactado todos los ámbitos de su existencia, desde los hábitos y las rutinas, pasando por la economía y el trabajo e incluyendo, por supuesto, la enfermedad e incluso la muerte de numerosos conocidos o familiares, y de una borrasca invernal excepcional que todavía dejaba una huella visible en calles y parques, supuso un nadir. Las catástrofes, esas noticias de lugares ajenos y alejados, que normalmente se veían en las noticias de la televisión entre la pena y el desinterés, habían pasado a ocupar un lugar central en sus vidas, generando confusión, miedo y todo tipo de reacciones, así como muchas preguntas.

## 1. Introducción: catástrofes, riesgo y transferencia del riesgo.

**Catástrofe** es un término de origen griego, καταστροφή, surgido al unir dos palabras: κατα, que quiere decir “del revés, en contra” y στροφή, que significa “girar”. Es decir, etimológicamente, significa “volverse en contra”. Existe un sinónimo de raíz latina, provenzal, “desastre”, que procede de *dís astro*, sin estrella. El término catástrofe hace más referencia a una conjunción de factores que arrojan un resultado final negativo, mientras que desastre lo hace a la mala suerte.

Si bien ambos se utilizan como sinónimos, ciertamente catástrofe es un término que elimina referencias a la suerte o al destino y por tanto será el utilizado preferentemente a lo largo de este trabajo, puesto que lo que se pretende demostrar es que muchos de los desastres no son el resultado de la mala fortuna, sino más bien los resultados de procesos que, o no entendemos bien, o preferimos ignorar en aras de un beneficio a corto plazo o por culpa de una sobrestimación de nuestras capacidades. En ocasiones no se encuentra la mejor respuesta porque la pregunta no está bien planteada. El **objetivo principal** de este trabajo es ayudar a plantear mejor una serie de cuestiones relacionadas con qué es exactamente un riesgo, qué características particulares tienen los riesgos catastróficos y sistémicos y cómo se podría abordar, de poderse, su transferencia mediante el seguro. El **objetivo secundario** es esclarecer cuál es el papel último del seguro en la gestión del riesgo.

Una catástrofe, para que lo sea, tiene que producir daños. No es una catástrofe que en el mes de enero la temperatura en Groenlandia sea de -25 °C. Esa misma temperatura, en Madrid, sería una catástrofe absoluta -como también lo sería, por cierto, aunque de un modo más indirecto, una de 0 °C en Groenlandia en ese mismo mes de enero-. Es decir, tiene que haber algo más para que se produzca una catástrofe, que son unos elementos: bienes, personas, el medio ambiente... sobre los que se puedan producir daños -la exposición-, que tienen determinada susceptibilidad intrínseca a dañarse, que se denomina vulnerabilidad. Esto conduce al concepto de **riesgo** como la composición de tres factores: el *peligro*, que es la causa física que puede producir un daño; la *exposición*, todos los bienes y personas que pueden verse afectados por ese peligro, y la *vulnerabilidad*, la mayor o menor resistencia de los expuestos a ser dañados por ese peligro. En el ejemplo anterior de las temperaturas, una temperatura de -25 °C en Groenlandia no es un riesgo elevado porque la exposición es muy escasa y porque los bienes y personas expuestos suelen estar muy

bien preparados para soportar esas temperaturas de manera cotidiana, por lo que su vulnerabilidad es prácticamente nula. Esa misma temperatura en Madrid afectaría a casi siete millones de personas y a decenas de miles de millones de euros en bienes e infraestructuras que no están preparados ni diseñados para soportarla, con una vulnerabilidad, por tanto, máxima. De ahí que ese mismo evento en Madrid supone un riesgo descomunal, que, de materializarse, produciría una catástrofe sin precedentes.

Hay tres formas fundamentales, no excluyentes entre sí, de gestionar un riesgo: controlarlo, transferirlo y retenerlo.

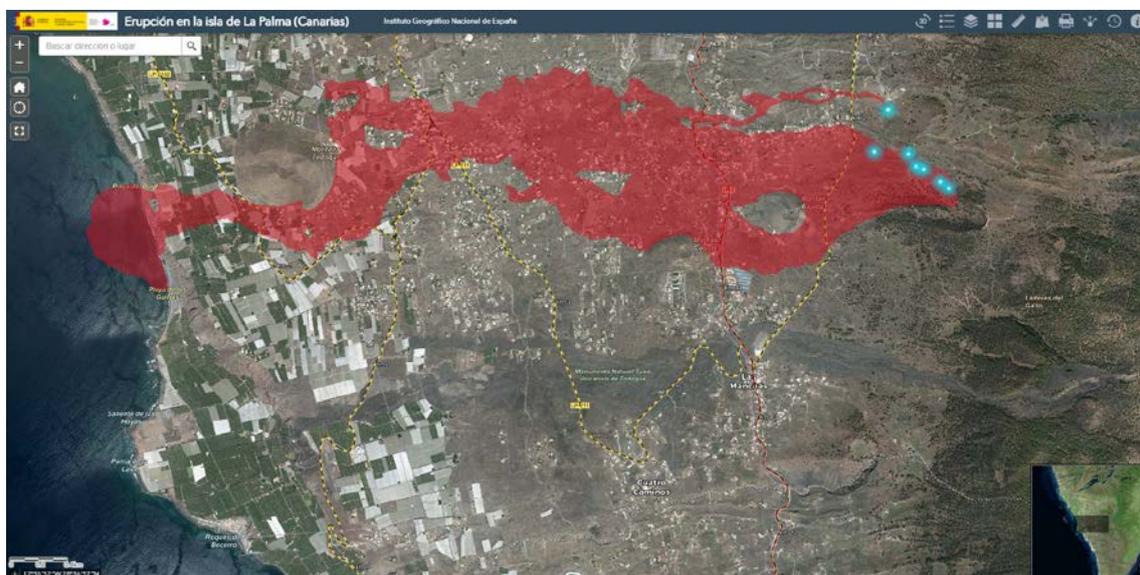
El control del riesgo pasa por actuar sobre sus tres componentes. En general es difícil actuar sobre los peligros, salvo casos puntuales y por lo general perogrullescos: por ejemplo, el zapatillazo que elimina al mosquito que perturba nuestro sueño estival. Es más común y factible actuar sobre la exposición. Por ejemplo, si una persona es vulnerable a una temperatura de  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  por su condición física o por no disponer de la vestimenta y calzado adecuados, la actuación más lógica es evitar la exposición a ese peligro (es decir, no ir a Groenlandia). En muchas ocasiones no es tan sencillo eliminar un peligro, bien por su ubicuidad (caso de los delincuentes, físicos o telemáticos, o de los fenómenos meteorológicos adversos, que en mayor o menor grado pueden darse en cualquier parte), o por el carácter fijo de la mayor parte de los bienes. En estos casos se puede reducir la exposición; lo ideal es hacerlo en el momento de ubicar o adquirir un bien, pero también puede hacerse tomando algún tipo de medida para evitar que un peligro afecte a un bien expuesto (CCS, 2017). Otra medida obvia es reducir la vulnerabilidad (en el caso de la delincuencia, dotando al bien expuesto de mayores medidas de seguridad activa y pasiva, por ejemplo).

La vulnerabilidad tiene, a su vez, dos subcomponentes: la susceptibilidad y la capacidad de respuesta (UNU-EHS, 2021). La susceptibilidad hace referencia a la predisposición a sufrir daño en distintas dimensiones (social, económica, en las infraestructuras), mientras que la capacidad de respuesta considera la capacidad de la sociedad (individuos, organizaciones, gobiernos...) para hacer frente a los daños producidos en un plazo corto, durante o inmediatamente después del evento catastrófico.

Esta disquisición puede parecer elemental, pero una y otra vez se confunden los términos peligro y riesgo. Añadamos un ejemplo ilustrativo de absoluta actualidad en el momento de escribir estas líneas. El 19 de septiembre de 2021 entró en erupción el complejo volcánico de Cumbre Vieja, en la Isla de La Palma (Canarias). Es muy llamativo que, como se aprecia en la Figura 1, la erupción actual esté 1500 m más al

norte de la que comenzó el 24 de junio de 1949 denominada, por tanto, Volcán de San Juan. Esa erupción causó 3 heridos y la evacuación de 700 personas, y afectó a viviendas y núcleos de población. La erupción actual, cuya colada es notablemente paralela a la anterior, está causando una afección, en términos de personas evacuadas y de viviendas, infraestructuras y cultivos afectados, mucho mayor. El peligro es idénticamente alto: la dorsal de Cumbre Vieja -topónimo desafortunado-, que constituye la mitad sur de la isla de La Palma es la zona de vulcanismo más activo de España (Figura 2): 8 de las 17 erupciones históricas conocidas en Canarias, y para el archipiélago esto es desde el s. XV, han tenido lugar aquí (Pérez, 2021). Sin embargo, la exposición no ha hecho más que aumentar: la población es ahora un 30 % superior a la de 1950, por no hablar del valor económico de las edificaciones, plantaciones e infraestructuras expuestas, lo que hace que el riesgo en este momento sea considerablemente superior.

No es el objetivo de este trabajo hacer una descripción ni de este proceso ni del riesgo volcánico *per se*, pero el ejemplo es válido para ilustrar en esta introducción esta confusión básica y reiterada entre peligro y riesgo, que tiene implicaciones importantes en la percepción del riesgo y en su gestión.



*Figura 1: Erupción y colada del volcán de Cumbre Vieja (La Palma), que comenzó en septiembre de 2021, marcada en rojo a fecha 2 de octubre de 2021. La colada de la erupción del Volcán de San Juan de 1949 es el rastro gris paralelo al sur de la misma. (Fuente: IGN, 2021).*

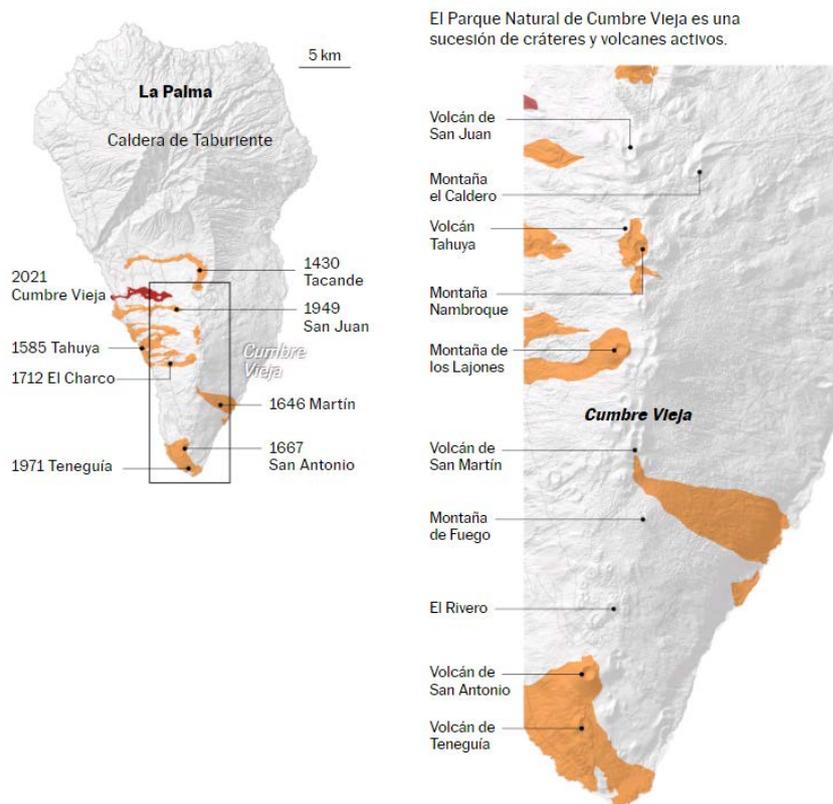


Figura 2: Erupciones y coladas del complejo volcánico de Cumbre Vieja (La Palma). (Fuente: Domínguez y Zafra, *El País*, 2021).

La transferencia o la retención del riesgo es una decisión estratégica que, de forma ideal, se complementa con la gestión del mismo anteriormente mencionada. El mecanismo fundamental para la transferencia del riesgo es el **seguro**, y es necesario hacer aquí unas consideraciones básicas sobre qué riesgos específicos, es decir, qué daños potenciales causados por un peligro concreto sobre un bien expuesto concreto, se pueden asegurar o no.

Resulta obvio que disponer de seguro no evita la catástrofe, ni sus consecuencias, pero sí opera en un nivel muy claro para la reducción de la vulnerabilidad, y por tanto para la reducción del riesgo, que es el de aumentar la capacidad de respuesta que se mencionaba un poco más arriba.

Existen muchas relaciones de **criterios de asegurabilidad de un riesgo**, utilizaremos aquí las de Jemli *et al.* (2010) y las de Schanz (2020), que agrupan estos criterios en tres categorías:

- Criterios actuariales:
  - La ocurrencia de un riesgo debe ser aleatoria e independiente.
  - El daño debe ser medible y cuantificable, tanto en frecuencia como en magnitud.
  - Las pérdidas (media y máxima) no deben ser superiores a la capacidad de cobertura.
  - El prestador de la cobertura debe tener un gran número de riesgos independientes y aleatorios asegurados.
  - La prestación de la cobertura no debería implicar asimetrías de información significativas, riesgo moral o antiselección.
- Criterios de mercado:
  - La prima prevista para la cobertura de un riesgo debe ser suficiente y adecuada.
  - La cobertura proporcionada (la suma asegurada), debe ser aceptable para el tomador del seguro.
- Criterios sociales:
  - La prestación de la cobertura es coherente con los valores de la sociedad donde se presta.
  - No hay impedimentos legales o de políticas públicas para la prestación de la cobertura.

Algunos de esos criterios se perciben como fijos, mientras que otros, por ejemplo la capacidad del prestatario de la cobertura, pueden ser dinámicos y coyunturales dependiendo, por ejemplo, tanto de la capacidad financiera como de la de estimar correctamente los daños potenciales causados por un riesgo. Algunos riesgos son claramente asegurables, otros claramente no lo son, y otros entran en una zona gris en la que dependerá de las circunstancias, de los arreglos aseguradores para prestar la cobertura, y de las limitaciones que se imponga a la misma.

Es otro de los objetivos de este trabajo explorar, siquiera de forma superficial y cualitativa, los límites de la asegurabilidad para algunos de los riesgos de más impacto a los que se enfrenta nuestra sociedad, cada vez más rica y tecnificada, y por tanto más expuesta y, con frecuencia, más vulnerable.

## 2. Riesgos catastróficos y riesgos sistémicos.

### 2.1. Enmarcando la cuestión.

Según el Diccionario MAPFRE de Seguros, **riesgos catastróficos** son aquellos poco frecuentes que pueden producir pérdidas y que tienen una baja frecuencia y una alta intensidad, con afectación masiva a un gran número de expuestos al riesgo, como por ejemplo las catástrofes naturales. Esta definición, que en lo esencial es correcta, revela que quizá sea necesario discriminar un poco mejor lo que es un riesgo natural y un riesgo catastrófico y las implicaciones para su aseguramiento.

La clave es fundamental es el impacto, que depende de la frecuencia o la intensidad. Por ejemplo, las inundaciones son un riesgo relativamente frecuente, que tienen un impacto potencial variable, pero que puede llegar a ser muy importante.

Ateniéndonos a los criterios de asegurabilidad de un riesgo, los riesgos catastróficos incumplen varios de los mismos. En cuanto a los criterios actuariales, el criterio de independencia se puede incumplir para alguno de ellos, como la inundación y los deslizamientos del terreno o el terremoto y el incendio. Es difícil estimar las pérdidas máximas que puede producir una catástrofe y por tanto es difícil poder establecer si se dispone de la capacidad financiera suficiente para hacerle frente. La historia del seguro está llena de ejemplos de aseguradoras que han ido a la bancarrota después de una catástrofe. Por citar algún ejemplo, podríamos mencionar a las aseguradoras de Florida (EE.UU.) tras el huracán Andrew en 1992 (Flynn, 2004). Ciertamente, en Europa la directiva Solvencia II (2009/138/EC) ha servido para realizar unos estudios actuariales más rigurosos y para cuantificar mejor las pérdidas máximas esperables, así como para concienciar a las aseguradoras de dotarse de los recursos suficientes para hacerles frente.

Quizá el incumplimiento más importante de estos criterios por parte de los riesgos catastróficos sea el de la independencia y aleatoriedad de los riesgos asegurados. Dado el impacto potencial extremadamente elevado de alguna de estas catástrofes, y la concentración del mercado en las aseguradoras mayores o, peor aún, en aquellas pequeñas pero con gran implantación local, es bastante difícil que una gran catástrofe no pueda suponer un quebranto importante en la cuenta de resultados de una aseguradora, si se dan las condiciones de afectar al lugar más sensible para la misma. Obviamente, existen mecanismos para mitigar estos efectos y el más universal es el reaseguro (Cummins *et al.*, 2021; Jarzabkowski *et al.*, 2015).

La antiselección es un problema para estos riesgos, puesto que la demanda de seguros de catástrofe será mayor en las zonas precisamente más propensas a padecer un determinado riesgo, y esto puede hacer que las carteras de determinados riesgos presenten una elevada selección adversa. Existen formas para contrarrestar este efecto: una de ellas es la inclusión de las coberturas catastróficas junto con otras, de forma opcional u obligatoria (caso de España). La antiselección produce un efecto pernicioso adicional, que es el encarecimiento de las primas, que implica un incumplimiento de los criterios de mercado citados en el punto anterior, y todo ello redundará en una baja penetración, que crea un círculo vicioso de falta de capital de prima necesario para cubrir estos riesgos, así como una elevada brecha de cobertura, que es un problema que se considerará más adelante. La forma de abordar estos mecanismos para reducir el efecto de la antiselección, la extensión obligatoria de la cobertura, por ejemplo, puede incumplir alguno de estos criterios sociales, puesto que la mutualización de los riesgos puede ser aceptada en algunas sociedades (las católico-mediterráneas, o aquellas con mayor dimensión social, las escandinavas, por ejemplo) y no tanto en otras (las anglosajonas-protestantes), que son mucho más individualistas en la gestión de los riesgos y hacen mucho más hincapié en la responsabilidad personal.

Los riesgos catastróficos pueden ser naturales o causados por el hombre y, en casos de extrema intensidad, pueden convertirse en riesgos sistémicos.

La denominación de **riesgo sistémico** hace una mayor alusión al mundo financiero y tiene que ver con aquellos riesgos que pueden afectar al sistema financiero y, por extensión, a toda la sociedad, manifestados por un impacto que puede causar un efecto en cascada que desestabilice temporal o permanentemente el sistema (de Bandt y Hartmann, 2000).

El Informe sobre Riesgos Globales 2021 del Foro Económico Mundial (World Economic Forum, 2021) es el resultado de una encuesta global a 841 personas de altísimo nivel, procedentes del mundo empresarial en un 39 %, académico (18 %), gubernamental (16 %), de organizaciones no gubernamentales (12 %), de organismos internacionales (10 %) y de otros ámbitos (5 %). Curiosamente, este informe utiliza la denominación de **riesgo global**, al que define como al riesgo incierto que, de materializarse, puede producir un impacto negativo para varios países o sectores en los próximos diez años, concretando en cierto modo la definición de riesgo sistémico. En la última encuesta, realizada en el último trimestre de 2020, los cinco riesgos más

frecuentes citados por los encuestados a corto, medio y largo plazo fueron los siguientes:

- A corto plazo (riesgos actuales, manifiestos, de 0 a 2 años):
  - Enfermedades infecciosas.
  - Crisis de medios de vida.
  - Fenómenos meteorológicos extremos.
  - Fallos de ciberseguridad.
  - Desigualdad digital.
- A medio plazo (efectos multiplicadores, de 3 a 5 años):
  - Estallido de la burbuja de valores.
  - Caída de la infraestructura de TI.
  - Inestabilidad de precios.
  - Sacudidas en el valor de las materias primas.
  - Crisis de deuda.
- A largo plazo (amenazas existenciales, de 5 a 10 años):
  - Armas de destrucción masiva.
  - Colapso de estados.
  - Pérdidas de biodiversidad.
  - Desarrollos tecnológicos adversos.
  - Crisis de recursos naturales.

Conminados a dar una puntuación a cada uno de los riesgos en función de su impacto y de su probabilidad, el resultado es el que aparece en la Figura 3, en la que se representan exclusivamente aquellos más frecuentes.

De la combinación de los resultados por plazo y por impacto y probabilidad se pueden extraer algunas conclusiones. La primera, y obvia, es que sería sorprendente que en medio de una pandemia global los resultados no hubieran sido esos. Pero aislando estos factores, esperemos que coyunturales, llama la atención que en términos de impacto y probabilidad los riesgos más destacados sean riesgos medioambientales (falta de acción climática, daño medioambiental, meteorología adversa...) y en términos de impactos más frecuentemente citados, según plazos, sean más bien riesgos sociales, económicos, tecnológicos y geopolíticos. Quizá esté implícito que unos impactos pueden agravar los otros y que los de mayor impacto y probabilidad apreciada, relacionados con el cambio climático y, en general, con los impactos al medio ambiente producidos por nuestra sociedad, se desarrollan a muy largo plazo (desde el punto de vista climatológico, las medias se calculan en periodos de 30 años),

y bastantes de los impactos citados en plazos más cortos (hasta 10 años) pueden tener una relación con ese proceso.

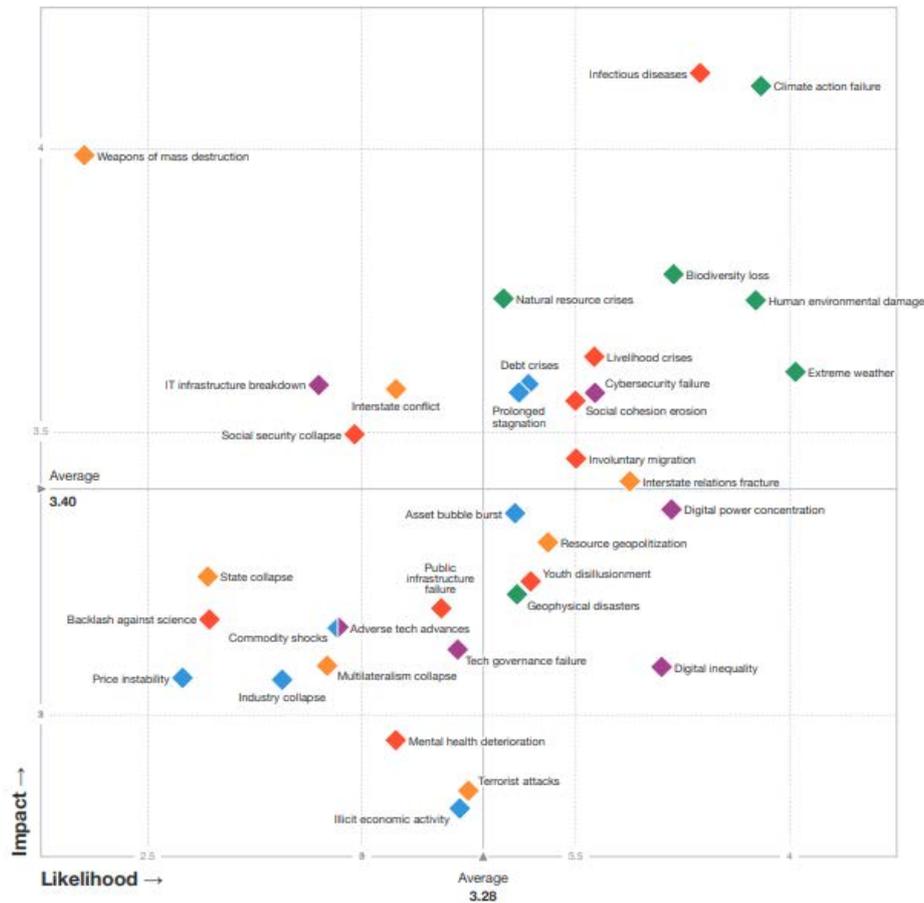


Figura 3: Representación de la estimación de los riesgos globales en 2020 en función de su impacto (ordenadas) y probabilidad (abscisas). (Fuente: World Economic Forum, 2021).

Centraremos el estudio a continuación en tres grandes tipos de riesgos sistémicos: los naturales, relacionados en particular con el cambio climático; los tecnológicos, relacionados en particular con los ciberriesgos e, influidos por el *Zeitgeist*, el riesgo de pandemia.

## 2.2. Riesgos naturales: el cambio climático.

Por más que el hombre, en su desarrollo social y cultural, haya imaginado ser otra cosa, la realidad es obstinada y, aunque enormes, sus capacidades siempre tienen un límite. *Homo sapiens* no es sino un animal más, que ha desarrollado unas capacidades cerebrales y de manejo de herramientas notablemente superiores a la del resto, que vive en un planeta singular, por cuanto se han dado las circunstancias para el surgimiento de la vida y para que esta evolucione hacia millones de formas sutiles, que establecen infinitas interdependencias entre ellas.

Ignorantes, consciente o inconscientemente, de esta realidad, la especie humana ha prosperado precisamente por su capacidad de modificar el entorno a su alrededor, lo que le ha conferido desde muy pronto el dominio sobre especies animales muy superiores en tamaño y fuerza, le ha dotado de la capacidad de explotar los recursos naturales por medio de la caza, la pesca y la minería, y de generar sus propios recursos a través de la agricultura y la ganadería. La alteración del medio ambiente es la base del desarrollo de la humanidad y de la civilización. El grado de alteración solo ha dependido del número de habitantes y de su capacidad tecnológica.

El planeta Tierra, por su parte, dista de ser una piedra inerte. Aparte del hecho de ser una peonza aproximadamente esférica rotando en torno a una estrella en un rincón de una galaxia localizada en un vastísimo universo que no alcanzamos a comprender demasiado bien, sometida a todas las fluctuaciones de todos estos elementos cósmicos (variaciones en las atracciones gravitatorias que tienen influencia en los parámetros orbitales de la Tierra y en muchas otras manifestaciones geológicas y oceánicas, o cambios en la actividad solar), el planeta en sí mismo es el resultado de la compleja interacción entre esos parámetros cósmicos, las fuerzas del interior de la Tierra sobre las que “flotan” fondo marino y continentes, el océano, que cubre casi las tres cuartas partes del planeta, y la atmósfera que, a los efectos de la habitabilidad humana, es una fina capa de unos pocos kilómetros sobre la superficie. La dinámica entre todos estos componentes es igualmente compleja, pero fundamental para la comprensión del funcionamiento del planeta. En algunos casos, como en la interrelación entre océano y atmósfera, es básica para determinar el comportamiento del tiempo y del clima.

La palabra clave del párrafo anterior es *dinámica*. Todos los componentes del sistema están en constante movimiento. Algunos los percibimos con claridad: el crecimiento de las nubes, el paso de los frentes y borrascas, la lluvia... Otros no, porque transcurren a una velocidad diferente, mucho más lenta que el desarrollo de nuestras vidas, o

incluso mucho más lenta que el desarrollo de la humanidad. Pero se mueven. Y como toda situación dinámica se puede expresar en medias, pero lo más relevante son los extremos. Podríamos establecer una analogía con la vida de una persona. Todos los días parecen iguales, y en lo esencial lo son, pero los días que marcan y condicionan una vida normal son únicamente unos pocos, decenas, a lo sumo, de entre los aproximadamente 30.000 días que suponen la vida media de una persona: el día de nuestro nacimiento, por supuesto, el de la graduación en la universidad, el que pasamos una entrevista y comenzamos a trabajar en una empresa dada, el que no pasamos la entrevista para trabajar en otro sitio, el que conocemos a nuestra pareja, el que decidimos convivir con ella permanentemente, los del nacimiento de nuestros hijos, los fallecimientos de nuestros seres queridos...

Con determinados procesos terrestres, en especial los geológicos, sucede lo mismo. Parece que todo está quieto... hasta que se mueve. En palabras de Nassim Nicholas Taleb, no vivimos en Mediocristán, sino que estamos en Extremistán (Taleb, 2010). Para comprender esto, no hay más que echar un vistazo a nuestro alrededor: montañas, islas, valles y cañones fluviales, conos de deyección, todo esto no es fruto del azar ni ha estado así siempre. Es el resultado de estos procesos, que operan a otras escalas temporales. Siempre que pasan ante nuestros ojos pensamos que es algo insólito. Error: el hecho de que el reloj no tenga segundero no implica que esté parado cada vez que lo miramos. Esta percepción errónea hace que tengamos un sesgo que no facilita la comprensión general de los riesgos naturales, entendiendo por tales los hidrometeorológicos, los climáticos y los geológicos, entre otros. Los extremos son parte del funcionamiento normal de los sistemas terrestres.

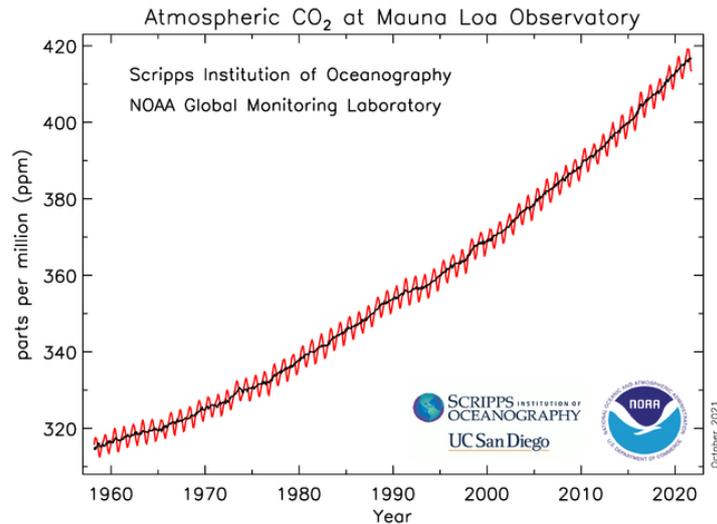
Con estas ideas fundamentales como contexto, continuaremos desarrollando la idea inicial de esta sección. El hombre no es el único animal que puede modificar el entorno para facilitar su adaptación al medio, pero con diferencia es el que tiene más capacidades para hacerlo y el que lo hace a mayor escala. La agricultura y la ganadería implicaron enormes cambios en los usos del suelo, suponiendo en general la desaparición a gran escala de los bosques y cambios en la escorrentía y la erosión. Estos cambios facilitaron el asentamiento de la población y su crecimiento, multiplicando a su vez estos efectos y expandiéndolos por todo el globo. La revolución agrícola tuvo un impacto enorme, que se extendió durante varios milenios y que aún perdura.

Sin embargo, la siguiente revolución, la industrial, ha tenido otros impactos, igualmente profundos y, en ocasiones, menos conspicuos y más difíciles de interpretar. La base

de la revolución industrial fue el aprovechamiento de la energía derivada de combustibles fósiles para mover máquinas que revolucionaron la fabricación de todo tipo de bienes, el transporte y, en definitiva, la forma de vivir de la humanidad, que gracias a ese desarrollo ha conocido una prosperidad y una mejora en sus condiciones de vida, así como unas tasas de crecimiento cuantitativo y cualitativo sin precedentes. Sin embargo, esa cara indudablemente positiva ha tenido un reverso negativo en términos de impactos sobre el medio ambiente, sintetizables en lo siguiente:

- Un crecimiento acelerado de la población, de su nivel de desarrollo, de su demanda de recursos naturales y de la presión sobre el territorio (paralela a un aumento de la exposición a los peligros).
- La emisión de gases de efecto invernadero como consecuencia de la quema de los combustibles fósiles y de los cambios de uso del suelo, que ha cambiado la composición química de la atmósfera, alterando su equilibrio radiativo y produciendo un calentamiento global que a su vez tiene implicaciones en todo el funcionamiento del sistema oceánico-atmosférico, en sus estados medios y en sus extremos. Es lo que se denomina cambio climático.

Comencemos desarrollando este segundo punto. De lo dicho anteriormente queda implícito que la Tierra es un sistema dinámico, y que por tanto, cambia permanentemente. Por eso el clima es algo que también está en constante cambio, afectado por factores como los parámetros orbitales de la Tierra, la actividad solar, la distribución entre continentes y océanos, el estado de la superficie (que determina su mayor o menor capacidad de absorber la radiación solar) o la composición química de la atmósfera. Todos esos elementos tienen una variabilidad natural y por eso el clima es algo en constante cambio. Sin embargo, en estas últimas décadas se han comenzado a manifestar unos efectos intensos y con inusitada rapidez, que no puede explicar la variabilidad natural de todos los factores anteriormente citados.



*Figura 4: Proporción de CO<sub>2</sub> en la atmósfera desde el inicio de las mediciones sistemáticas en el observatorio de referencia, el de Mauna Loa en Hawái (EE.UU.) (Fuente: NOAA, 2021).*

La modificación de la composición química de la atmósfera causada por las emisiones humanas es importante porque altera la capacidad de la propia atmósfera de absorber y emitir la radiación, en particular la radiación de onda corta (térmica) que recibe reflejada de la superficie. Los gases disueltos en la atmósfera tienen la capacidad de absorber esta radiación y de aumentar, devolviéndola de vuelta a la superficie, la temperatura. Es el denominado efecto invernadero, sin el cual la temperatura del planeta sería 40 °C inferior a la actual. El gas de efecto invernadero más eficiente es el vapor de agua. Pero la adición de otros gases de efecto invernadero como el CO<sub>2</sub> (Figura 4) por las actividades humanas, o el metano, cuya capacidad de absorción y emisión térmica es unas 25 veces más potente que la del dióxido de carbono, ha supuesto un aumento de esta capacidad natural de efecto invernadero y un cambio en los flujos radiativos entre la atmósfera y la superficie, cuyo resultado ha sido un aumento de la temperatura de la superficie terrestre, que actualmente es más cálida que en ningún otro momento de, al menos, los últimos 100.000 años (IPCC, 2021). La temperatura media actual de la superficie del planeta es de aproximadamente 1,1 °C superior a la del periodo preindustrial. En la Figura 5 se representan todas estas tendencias, así como la prueba de que los factores naturales que influyen en los estados medios del clima no explican este rápido calentamiento observado, cuya única explicación se obtiene incluyendo los factores antrópicos entre los anteriores.

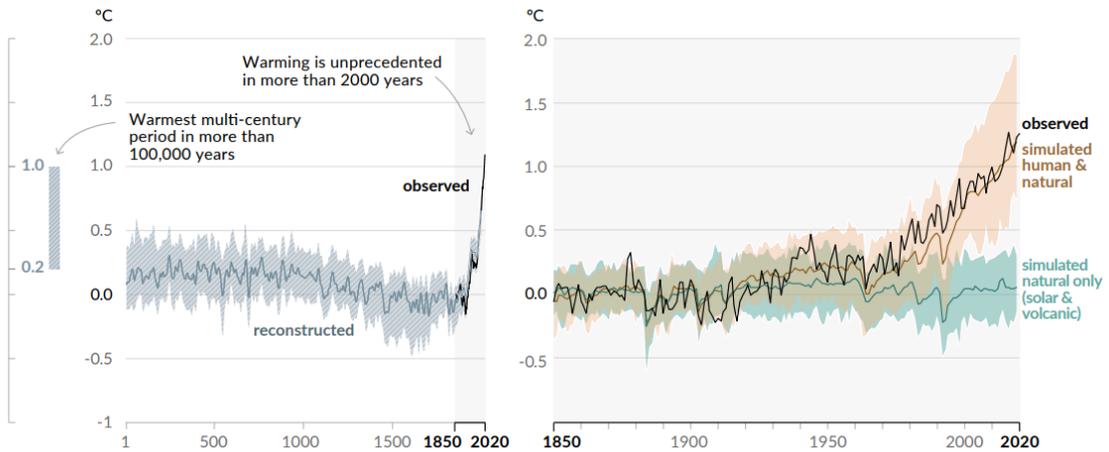


Figura 5: Cambios en la temperatura de la superficie terrestre: a la izquierda en los últimos 2000 años -datos reconstruidos en gris a partir de fuentes proxy y datos observados en negro-; a la derecha desde 1850 hasta 2020 -la línea negra son los datos observados, la línea y banda en color cálido los resultados de las modelizaciones para la temperatura considerando los factores naturales y antrópicos, y la línea y banda en color frío los resultados de las modelizaciones considerando exclusivamente los factores naturales- (Fuente: IPCC, 2021).

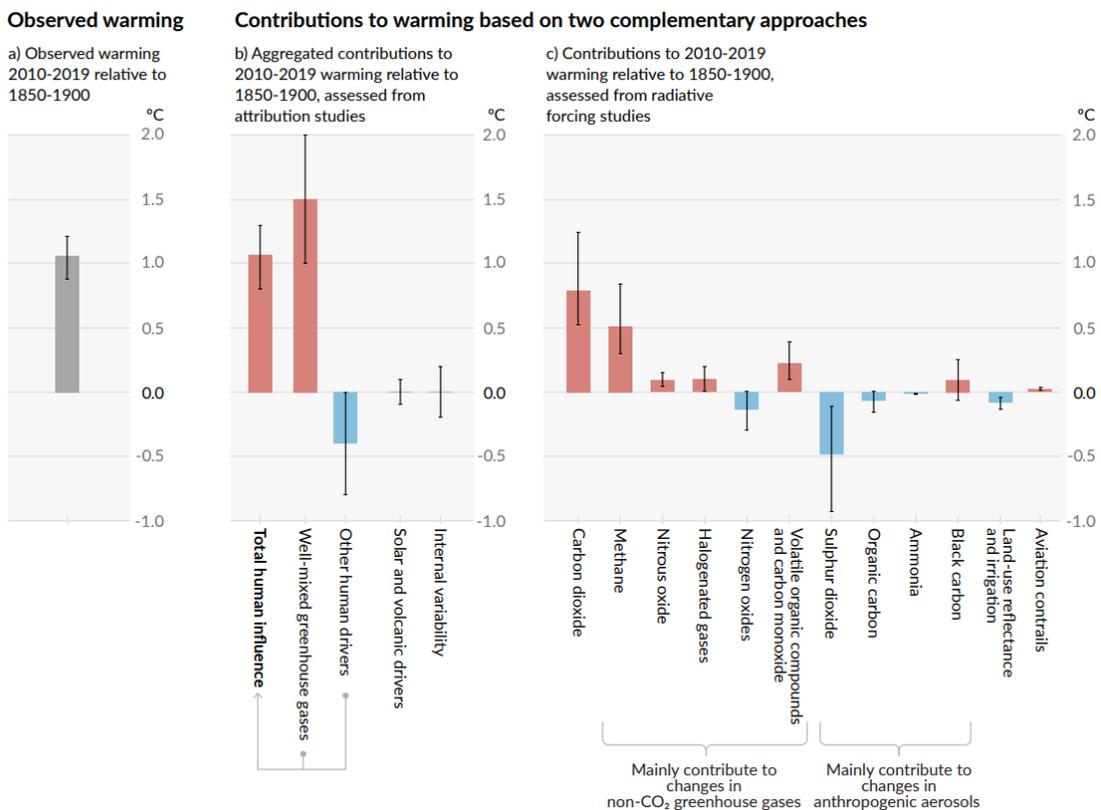


Figura 6: (a) Calentamiento observado en la década 2010-2019 con relación a la segunda mitad del s. XIX. (b) Contribuciones agregadas a este cambio de temperatura obtenidas a partir de estudios de atribución. (c) Contribuciones desagregadas, en °C, considerando cada factor por separado (Fuente: IPCC, 2021).

La Figura 6 sintetiza una gran cantidad de información y traduce los forzamientos radiativos, expresados normalmente en  $W/m^2$  (vatios por metro cuadrado) en variaciones de la temperatura media en  $^{\circ}C$ , más intuitivos y sencillos de comprender. La sección b de la Figura 6 expresa cómo este calentamiento medio de aproximadamente  $1,1^{\circ}C$ , equivalente a un forzamiento radiativo de  $2,72 W/m^2$  adicionales al balance del periodo preindustrial<sup>1</sup>, es el resultado de factores antrópicos, puesto que los factores naturales, como la actividad solar y los volcanes, junto con otros parámetros que reflejan la variabilidad interna del sistema, no tienen una contribución apreciable. Los únicos factores de cambio son los antrópicos, que suponen un calentamiento de alrededor de  $1,5^{\circ}C$ , así como una contribución negativa de  $0,4^{\circ}C$ . En la sección c de la misma Figura 6 se aprecia que el principal factor para el calentamiento son las emisiones de dióxido de carbono, pero las de metano (cuya proporción en la atmósfera ha pasado a ser de 900 partes por billón (ppb)<sup>2</sup> en 1950 a 1.900 ppb en 2020) supone ya la mitad del forzamiento radiativo, y del calentamiento, de la del  $CO_2$  y es el segundo factor más importante del calentamiento. Como se puede apreciar, cambios extremadamente sutiles en la composición de la atmósfera, causan enormes efectos. Otras emisiones gaseosas, óxido nítrico, gases halogenados (disolventes, resinas...) y otros compuestos orgánicos volátiles también aportan capacidad de calentamiento. Algunas emisiones gaseosas, como los óxidos de nitrógeno, restan, aunque los principales factores antrópicos que contribuyen negativamente al calentamiento son las emisiones de aerosoles, en particular el dióxido sulfúrico, carbonilla y amoníaco. Estas partículas apantallan parcialmente la radiación solar que llega a la superficie. Otra contribución negativa relevante es la alteración de los usos del suelo. La deforestación crea superficies más claras, con mayor albedo, que reflejan más la radiación solar. Es probablemente innecesario mencionar que estos factores aparentemente “positivos” para atenuar el calentamiento tienen otras implicaciones muy negativas para la salud humana y para los ecosistemas.

Los cambios en la composición atmosférica y en la temperatura vienen acompañados de otra serie de evidencias, que el Sexto Informe de Evaluación del IPCC (IPCC, 2021) sintetiza así:

---

<sup>1</sup> Es decir, la superficie terrestre recibe de la atmósfera  $2,7 W/m^2$  más que los que recibía antes del periodo industrial. Como consecuencia de esa mayor irradiación se produce el calentamiento de la superficie.

<sup>2</sup> Billón anglosajón, es decir, 100 mil millones, pero mantendremos aquí la nomenclatura anglosajona por ser la más utilizada.

- La media del hielo oceánico en el Ártico en la última década está en su mínimo desde 1850 y probablemente sea menor ahora que en cualquier momento de los últimos 1.000 años. Todos los glaciares del mundo están retrocediendo simultáneamente desde la década de los 50 del siglo XX, con una velocidad de retroceso sin precedentes en los últimos 2.000 años.
- El nivel medio del mar está aumentando a mayor velocidad desde 1900 que en cualquier otro siglo de los 3.000 años anteriores, al menos, y lo mismo sucede con el pH del mar, que es ahora el mínimo de los últimos 2 millones de años. La acidificación de los océanos es el resultado de la absorción del CO<sub>2</sub> por parte del mar, que es su sumidero natural.

Y todos estos factores están produciendo una serie de efectos en el tiempo y el clima:

- Un aumento generalizado de los extremos de las temperaturas máximas, y de las olas de calor, tanto en frecuencia como en intensidad, y una disminución de los extremos de las temperaturas mínimas y de las olas de frío.
- Un aumento en la frecuencia e intensidad de las precipitaciones extremas y un aumento de las sequías en determinadas regiones como consecuencia del aumento de la evapotranspiración.
- Una mayor probabilidad de ciclones tropicales de mayor intensidad (de categorías 3 a 5) y un aumento de la probabilidad de que estos se desplacen más al norte, particularmente en el noroeste del Pacífico.
- Un aumento probable de eventos combinados, como olas de calor, sequías e incendios forestales.

En la región mediterránea, estos efectos constatados pueden sintetizarse en un aumento muy claro de las temperaturas máximas extremas y de las olas de calor, en un aumento de la frecuencia e intensidad de las sequías agrícolas y ecológicas y en una falta de consenso sobre las tendencias de los extremos de precipitación, cuyo aumento sí se ha constatado en el resto de Europa -y en buena parte del mundo-, todo ello desde la década de los cincuenta del pasado siglo y producido por el cambio climático antrópico.

En España, el aumento de temperaturas medias sobre el periodo preindustrial alcanza los 1,7 °C, de los cuales 1,3 °C han tenido lugar en los últimos 60 años (AEMET, 2021).

Estas manifestaciones implican cambios en la circulación atmosférica, y a la vez son el resultado de los mismos. En el clima y el tiempo las retroalimentaciones son muy

frecuentes. Una evidencia de estas últimas décadas es el debilitamiento de la corriente en chorro circumpolar, circulaciones del oeste a niveles medios y altos y latitudes medias cuyas ondulaciones producen anticiclones y borrascas. El menor gradiente térmico entre los polos y el ecuador (puesto que el aumento de temperatura es mayor en latitudes altas), que es la causa de este viento del oeste, hace que sea más débil y que se ondule más, produciéndose así más circulaciones en sentido meridiano (norte-sur) y menos circulaciones zonales (del oeste, en este caso). Esto facilitaría cambios de tiempo muy bruscos entre situaciones más frías (por ejemplo, la tempestad Filomena, mencionada al comienzo de este trabajo) y otras más cálidas (olas de calor estivales de gran intensidad como la producida a mediados de agosto de 2021 en el suroeste de Europa). No obstante, no existe aún un consenso en la comunidad científica sobre si esto es un resultado directo del calentamiento global, relacionado por ejemplo con la pérdida del hielo ártico, si es un resultado de la variabilidad natural de las circulaciones, como las expresadas por la Oscilación Quasi Bienal o la Oscilación del Atlántico Norte, o si es una mezcla entre ambos factores (Seviour, 2017; IPCC, 2021b).

En cuanto a la prospectiva para el futuro próximo, es sobradamente conocido que la evolución dependerá del modelo económico y de desarrollo que se autoimponga la humanidad. En este sentido, el Acuerdo de París (Naciones Unidas, 2015) es un gran compromiso mundial por limitar las emisiones, aunque su aplicación no está exenta de dificultades. En esencia, existen unas trayectorias de concentración representativas, conocidas por su acrónimo inglés RCP, resumidas en unos números, 4.5, 8.5, que no son otra cosa que el forzamiento radiativo en wátios por metro cuadrado esperado. Teniendo en cuenta que, como hemos visto, el calentamiento actual ya nos sitúa de lleno en la trayectoria RCP 2.7, lamentablemente lo más probable es que los escenarios más verosímiles sean los de alta emisión, que suponen el doble de la concentración actual de CO<sub>2</sub> para 2050 (RCP 7.0-8.5) y un aumento de temperatura global medio superior a 4 °C a finales de este siglo en el peor de los casos. Un control de emisiones muy estricto sobre las actuales llevaría a unos escenarios próximos al 4.5, que posiblemente sea lo más optimista a lo que podemos aspirar, llevando el calentamiento global medio hasta unos 2,7 °C en el año 2100 (IPCC, 2021).

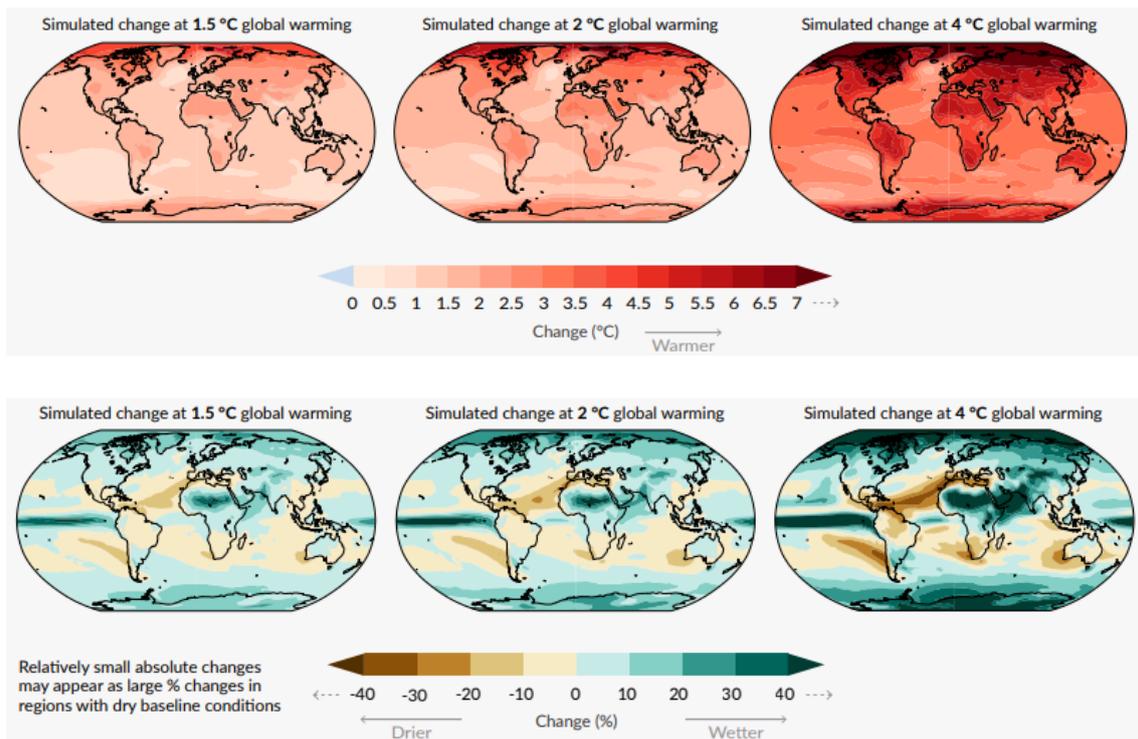


Figura 7: Cambios en temperatura (en grados centígrados) y precipitaciones medias (en porcentajes) simulados con un calentamiento global de 1,5 ° (izquierda), 2° (centro) y 4° (derecha) (Fuente: IPCC, 2021).

Los calentamientos globales medios tienen una repercusión regional diferente, como se ha comentado anteriormente para el caso de las temperaturas. Las modelizaciones a futuro según escenarios también expresan estas diferencias regionales, como se puede apreciar en la Figura 7. En general, para las temperaturas se refuerza la tendencia a un mayor calentamiento en las latitudes más altas, muy en particular en el Hemisferio Norte y para la precipitación hay aumentos muy importantes a escala global. Una atmósfera más cálida admite mayor cantidad de vapor de agua en su interior (aproximadamente un 7 % más por cada grado centígrado de calentamiento), lo que supone más agua precipitable y mayores precipitaciones consecuentemente. No obstante, la circulación global hace que haya zonas donde la precipitación total disminuiría sensiblemente y las zonas con climas subtropicales y mediterráneos, como los de buena parte de España, están entre ellas.

Las proyecciones para España apuntan a un aumento de la temperatura media de unos 2 °C sobre la media del periodo 1971-2000 (unos 2,7 °C sobre el periodo preindustrial) para 2100 en el escenario representado por RCP 4.5 y de más de 4 °C

(unos 5 °C sobre el periodo preindustrial) para 2100 en el representado por RCP 8.0 (AEMET, 2021).

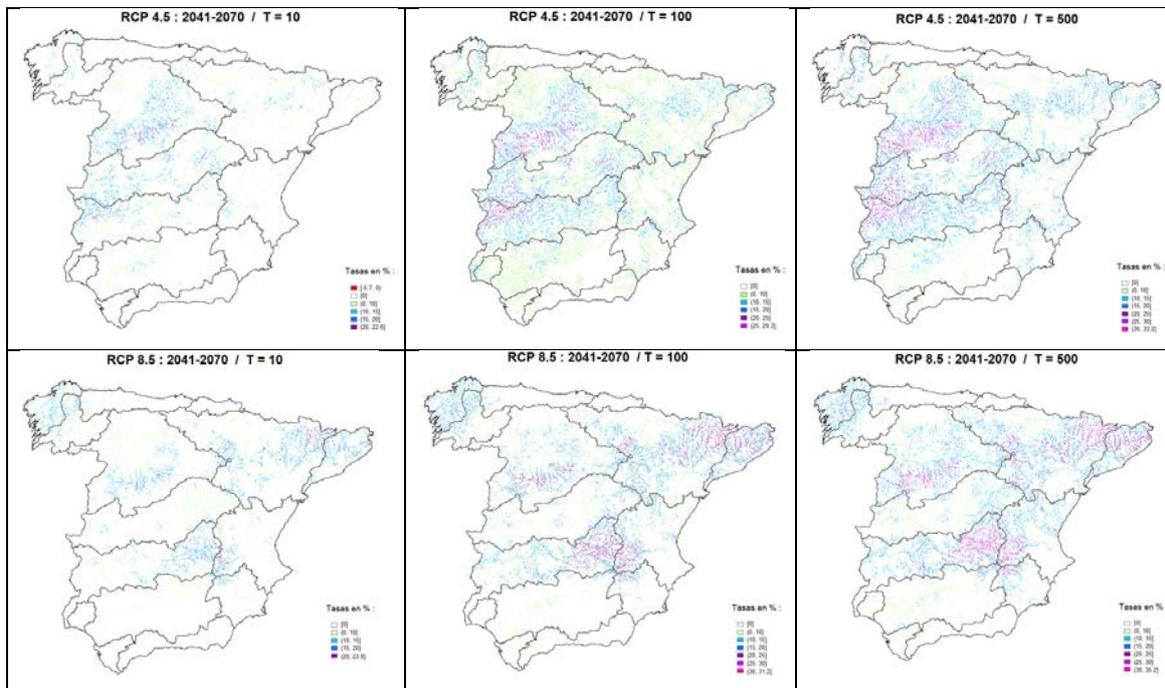


Figura 8: Cambios en el porcentaje de la precipitación máxima diaria anual en la España peninsular según los escenarios RCP 4.5 (fila superior) y RCP 8.5 (fila inferior), para las precipitaciones con periodo de retorno de 10 años (columna izquierda), 100 años (columna central) y 500 años (columna derecha) (Fuente: CEDEX, 2021).

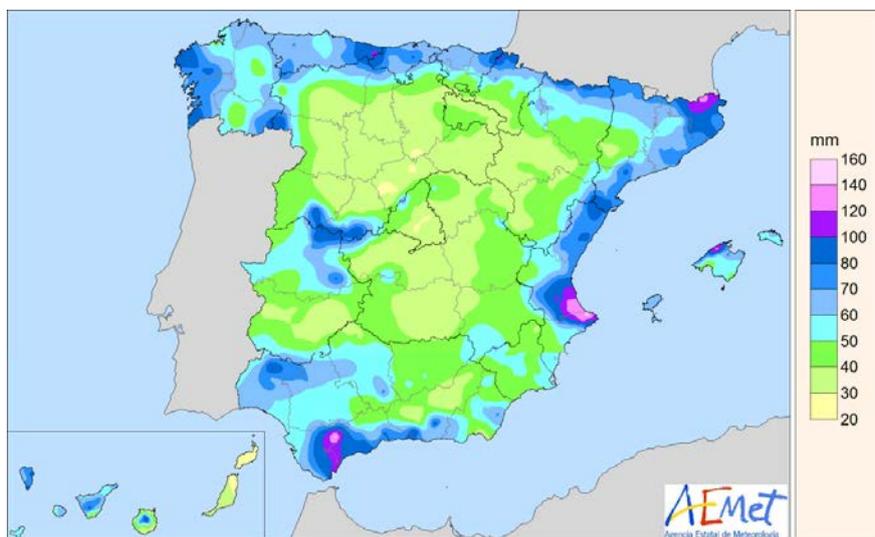


Figura 9: Precipitación máxima diaria anual media 1981-2010 (Fuente: AEMET, 2018).

En cuanto a las precipitaciones, las últimas regionalizaciones de los modelos climáticos realizadas para España (AEMET, 2015) hablan de descensos de la cantidad

total de precipitación para el año 2100 de aproximadamente un 10 % con RCP 4.5 a aproximadamente un 20 % con RCP 8.0. Estos escenarios también apuntan a una disminución del número de días de lluvia de entre 5 y 10 al año, a un aumento de los periodos secos (días consecutivos sin lluvia) de unos 10 a más de 20 días, pero también a un aumento de las precipitaciones intensas de entre un 5 % y un 10 % en la España peninsular y Baleares (no así en Canarias, donde descienden). Es decir, llovería algo menos, pero sobre todo llovería peor.

Partiendo de esta información, y por encargo de la Dirección General del Agua, el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) ha realizado un estudio detallado de las tasas de cambio en porcentaje para la precipitación diaria máxima anual en la España peninsular (CEDEX, 2021) para el periodo 2041-2070, cuyos resultados principales se representan en la Figura 8. Es decir, se esperan aumentos en las precipitaciones máximas en buena parte del interior peninsular, así como en el nordeste y el interior de Galicia. Comparando estos incrementos previsibles con los valores actuales de las precipitaciones máximas diarias (Figura 9), la única buena noticia es que estos aumentos no se darían, por lo general, en las zonas donde las precipitaciones máximas son más altas, que coinciden con zonas litorales, las montañas más abiertas a los flujos atlánticos y los Pirineos.

Podríamos hacer aquí una revisión más exhaustiva de las proyecciones sobre distintos parámetros, más allá de la temperatura y de la precipitación. Otros muchos, como por ejemplo el aumento del nivel medio del mar, u otras consecuencias en forma de aumento de la probabilidad de sequías o incendios forestales, no se han considerado. Los limitamos aquí, sin embargo, puesto que no es el objetivo de este trabajo la evaluación de los efectos del cambio climático, sino establecer unos mínimos de información que, como se estableció en un principio, ayuden a enmarcar y plantear el problema.

Hemos hecho hasta aquí un repaso de las causas del cambio climático y de sus evidencias, así como una visión muy somera de las proyecciones a nivel global y en España. Sin embargo, nótese que no se ha hablado aquí de riesgos, sino de peligros. El cambio climático no supone un riesgo en sí mismo, es un agravamiento potencial de uno de sus factores: la peligrosidad.

Como se apuntó, se ha comenzado el desarrollo de este capítulo por el segundo punto. Sin embargo, para considerar finalmente el riesgo es necesario considerar el primer punto, el crecimiento acelerado de la población, de su nivel de desarrollo, de su

demanda de recursos naturales y de la presión sobre el territorio. Es decir, la exposición y la vulnerabilidad.

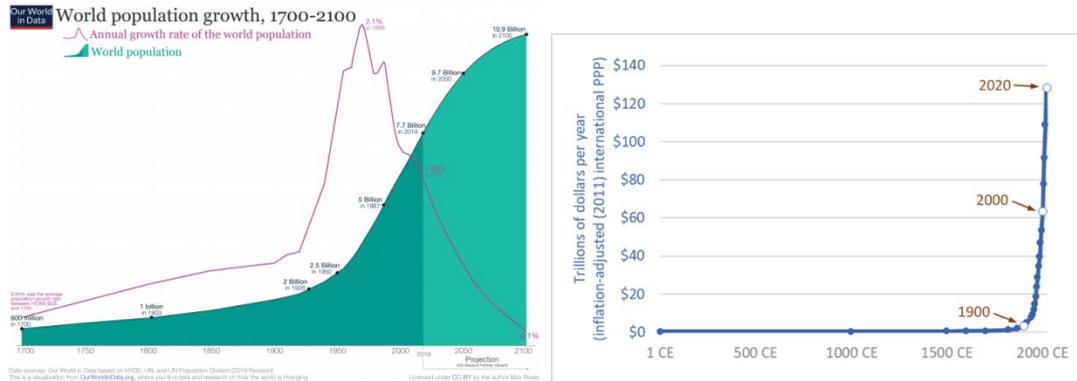


Figura 10: (Izq.) Población y tasa anual de crecimiento de la población entre 1700 y 2100 (estimaciones a partir de 2019). (Dch.) Producto mundial bruto en la actual era, ajustado a dólares de 2011 (Fuentes: División demográfica de las Naciones Unidas y Banco Mundial, resp.).

Los dos gráficos de la Figura 10 sintetizan este crecimiento. En 1750 la población mundial era de aproximadamente 800 millones de personas y hoy se estima en unos 7.800 millones. La tasa de crecimiento, que en tiempos preindustriales tenía una media anual del 0,04 %, explotó en las primeras décadas del s. XX hasta alcanzar un máximo del 2,1 % anual en 1968 para descender posteriormente hasta las tasas actuales de alrededor del 1 % que, con una perspectiva histórica larga, sigue siendo un valor muy elevado. De esa población, el 16 % vive en países con ingresos altos -cuya población crece a una tasa del 0,47 % anual-, el 34 % en países con ingresos medios-altos -crecimiento anual del 0,68 %-, el 40 % en países con ingresos medios-bajos -crecimiento anual del 1,36 %- y el 10 % en países con un nivel bajo de ingresos -crecimiento anual del 2,56 %-, según la clasificación por niveles de ingresos del Banco Mundial (United Nations, 2019). Simplificando mucho las cosas, la mitad de la población del mundo vive más o menos confortablemente y la otra mitad, que es la que más crece, aspira lógicamente y justamente a vivir como la primera.

El crecimiento industrial y demográfico tiene su reflejo en el crecimiento del producto global bruto anual. El PIB anual global experimenta un crecimiento exponencial a partir del s. XX que, como se puede ver en el gráfico, ha crecido tanto en los últimos 20 años como en prácticamente en toda la historia previa de la humanidad. Este aumento de la exposición es la causa principal del aumento de los daños catastróficos naturales. En 2015, la *Caisse Centrale de Réassurance* francesa modelizó la evolución de los daños previsibles del régimen francés de *CatNat* para el año 2050 (Moncoulon, 2016). El resultado fue un aumento de la siniestralidad del 100 % sobre la de 2015, pero el 80 %

de ese aumento se explicaría por el aumento previsible de la exposición y solo el 20 % por el del peligro derivado del cambio climático.

En los riesgos geológicos, recordemos el ejemplo del volcán de La Palma, el peligro no tiene tendencia, pero el riesgo ha aumentado porque hay una exposición muy superior. Los peligros hidrometeorológicos y climáticos tienen, en general, una tendencia a crecer debido al cambio climático, pero aun así la principal componente para el aumento del riesgo es el aumento de la exposición.

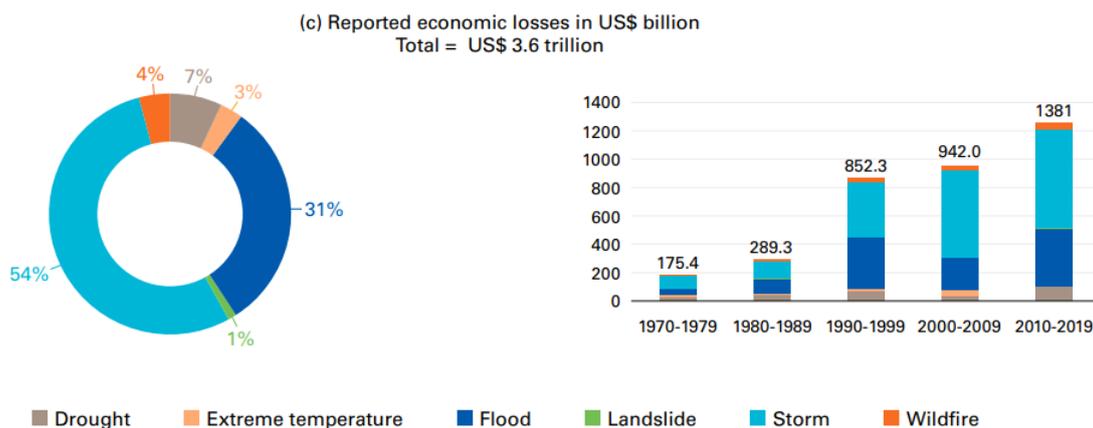


Figura 11: Pérdidas económicas producidas por causas hidrometeorológicas (inundación, corrimientos de tierra, tempestad y ciclones) y climáticas (sequías, temperaturas extremas e incendio forestal) en las últimas 5 décadas (Fuente: WMO, 2021).

La alarma global sobre la importancia del cambio climático está más que justificada. Muchos estados, entre ellos España el 21 de enero de 2020<sup>3</sup>, han decretado el estado de emergencia climática (La Moncloa, 2021). Los impactos sobre la salud y la seguridad humana y sobre el medio ambiente son evidentes, en muchos casos irreversibles y serán duraderos. Tanto, que se ha propuesto que el periodo que comienza con la revolución industrial se considere una nueva era geológica denominada Antropoceno. Sin embargo, aunque sea la manifestación más importante, el cambio climático es una muestra más de que el modelo económico en el que se basa el desarrollo actual no es sostenible. Harían falta 5 planetas Tierra para que toda la población mundial viviese como un estadounidense medio; 2,5 Tierras para que todos vivieran como nosotros los españoles. En la actualidad la humanidad en su conjunto consume recursos 1,7 veces más rápido que la capacidad del planeta para regenerarlos (Global Footprint Network, 2021). Este modelo de desarrollo no solo es

<sup>3</sup> Aunque otras declaraciones de estado de alarma pocas semanas después hayan hecho que esta declaración fuera rápidamente olvidada.

causante de las emisiones que producen el cambio climático, sino del crecimiento exponencial y desordenado que aumenta la exposición y la vulnerabilidad de la humanidad a los peligros naturales. La figura 11 expresa el resultado, reflejado en el crecimiento por décadas de los daños causados por las catástrofes de naturaleza hidrometeorológica y climática.

La figura 12 resume todas las interacciones entre los factores climáticos y socioeconómicos que tienen una afección en las componentes del riesgo y cómo las políticas de adaptación y mitigación del cambio climático tienen un efecto sobre los mismos.

La solución última sería actuar sobre el peligro, o sea, mitigar las causas del cambio climático mediante la reducción de las emisiones y el cambio del modelo productivo, incluyendo la denominada transición energética. Sin embargo, a corto y medio plazo, para la transferencia de estos riesgos al seguro, aumentando así la capacidad de respuesta y reduciendo la vulnerabilidad, hay otras opciones más factibles, como son:

- Disponer de sistemas de seguro capaces, adaptables y flexibles.
- La adaptación al riesgo, que pasa por la reducción de la vulnerabilidad, en este caso de la susceptibilidad, y el control de la exposición.

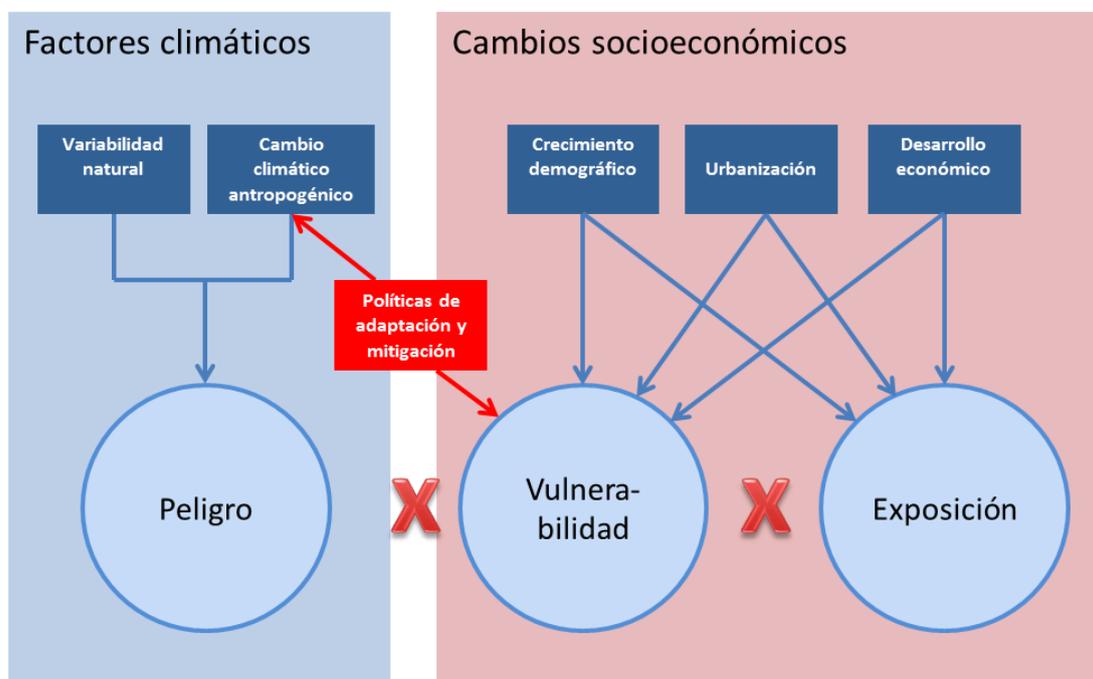


Figura 12: Factores que influyen en los riesgos climáticos (Elaboración propia a partir de Swiss Re, 2020a).

### **2.3. Riesgos tecnológicos: los ciberriesgos.**

Continuando con el desarrollo de la historia de la humanidad, a mediados del s. XX se pueden situar los inicios de la llamada Tercera Revolución Industrial, que se caracteriza por el uso masivo de la electrónica y la revolución de las telecomunicaciones. Es la era de las tecnologías de la información y de la comunicación, que eclosiona completamente con la difusión universal de Internet como sistema global interconectado para el intercambio de la información, y que ha derivado en la Cuarta Revolución Industrial, o transformación digital, en la que nos encontramos, que se caracteriza por esta interconectividad ya no solo entre individuos sino entre equipos -internet de las cosas-, por la virtualización de todo el conocimiento “en la nube” y por la generalización de la robótica.

Esta virtualización de la economía implica a su vez la aparición de nuevos riesgos, puesto que cada vez es mayor el valor económico que recae en las tecnologías de la información. No solo las compañías que prestan servicios de internet o diseñan y fabrican equipos relacionados están entre las de mayor valor del mundo, valor que reside, en realidad, en intangibles, sino que a través de estas tecnologías se vehicula prácticamente toda la actividad industrial, comercial, financiera, administrativa, educativa, de transportes, de generación de energía o de la seguridad del planeta.

En 2019, el 76 % de las empresas de la UE con más de 10 empleados tenía página web (cifra que coincide con los datos de España), de ellas el 19 % (el 15 % en España) tenían una web para realizar pedidos, compras o reservas, vía por la que se recibió el 18 % (17 % en España) del volumen de negocio. El 55 % de los empleados europeos, y el 59 % de los españoles, usaba habitualmente un ordenador en su puesto de trabajo. El 54 % de los empleados europeos (el 52 % de los españoles) disponían de acceso a internet. El 58 % de las empresas con más de 10 empleados utilizaban servicios en la nube, el 22 % en España (datos de 2018) (OECD, 2021).

Y como siempre ha sucedido donde ha habido valor, ha aparecido delincuencia. En la actualidad, no solo la mayor parte de la actividad económica circula a través de las tecnologías de la información, sino que también lo hace buena parte de la actividad delictiva. Estas formas de delincuencia pueden abarcar robos de información para uso ilícito o la intervención de los sistemas de control de todas las actividades anteriormente citadas: industrial, comercial, financiera, etc., para delinquir o para debilitar estratégicamente a un adversario. El 13 % de las empresas europeas (el 12 % de las españolas) han reportado algún incidente de seguridad en 2020 (OECD, 2021). Estas estadísticas sobre daños e incidentes son poco fiables, porque por lo general los

afectados, por cuestiones reputacionales, no son demasiado propensos a informar de los incidentes. En Japón, por ejemplo, el 55 % de las empresas informaron haber padecido este tipo de problemas en el mismo periodo.

Hay numerosos estudios que, pese a las dificultades, intentan cuantificar el coste de estos incidentes. Alguno de ellos (Morgan, 2020) estima que este coste global podría alcanzar los 6 billones de dólares en 2021, incluyendo el coste de lo dañado y destrucción de datos, robos de dinero, pérdidas de productividad, robo de propiedad intelectual, sustracción de datos personales y financieros, malversación, fraude, alteraciones posteriores al funcionamiento normal del negocio, investigación forense, restauración y borrado de datos y sistemas jaqueados, así como el daño reputacional. Aunque estas estimaciones hay que tomarlas con la necesaria prevención, una cifra así supondría unas 60 veces el coste anual, también estimado, de las catástrofes naturales.

La situación ha empeorado como consecuencia de la pandemia global de COVID-19, que ha obligado a una transición rápida e imprevista al trabajo en remoto, generando posibles brechas de seguridad para las empresas. En estudios realizados en los EE.UU. se estima que la probabilidad de sufrir alguna infección por *malware* en las redes para trabajo en remoto es de entre el triple y veinte veces superior que dentro de las redes corporativas (BitSight, 2020).

Todo esto plantea nuevos retos para la gestión de este riesgo, cada vez más cierto pero poco visible, y en muchas ocasiones poco “visibilizable” por cuestiones reputacionales. Las empresas están obligadas a destinar más recursos para el refuerzo de la seguridad informática y para la formación de sus empleados, medidas ambas orientadas a reducir la exposición y la vulnerabilidad a este riesgo. La transferencia del riesgo al seguro es otra opción, claramente complementaria a la anterior.

Por último, otra forma de uso ilícito de las tecnologías de la información pasa por los intentos de ejercer influencia política o militar sobre un adversario. Cada vez es más patente que los conflictos internacionales no se resuelven por la vía “tradicional” del conflicto bélico. Todos los intentos, incluso por parte de superpotencias, realizados desde los años sesenta por invadir y controlar a otros países han terminado en fracaso a la larga. Cada vez está más claro que el recurso a la fuerza física entre estados no es el más adecuado, ni desde el punto de vista de la moralidad actual, ni del económico, ni del práctico. Sin embargo el dominio ejercido a través de la influencia económica y cultural sí parece ser el medio para ejercer el poder internacional. Si bien

esto tampoco es nada nuevo, desde el punto de vista tanto del control de las redes comerciales como del de la propaganda, las tecnologías de la información son en la actualidad el medio de preferencia tanto para ejercer el control estatal de la seguridad y la inteligencia como para ejercer presión entre estados con vistas a obtener unos resultados definidos de antemano. Con una diferencia importante sobre los tradicionales controles económicos y de la información: en la actualidad la intervención sobre los sistemas de información puede actuar físicamente sobre elementos de un tercero: plantas industriales, sistemas de producción o distribución de energía, transportes y telecomunicaciones, administración...

Lo mismo puede decirse de otros grupos no estatales que ejercen violencia de origen político o étnico: el terrorismo. En la actualidad sus labores de captación y propaganda se llevan a cabo a través de internet y las redes sociales y posiblemente solo sea cuestión de tiempo que desarrollen la capacidad para llevar a cabo sus actos de sabotaje por estos medios, suponiendo que no lo hayan hecho ya.

Si un acto se califica de ciberdelincuencia en principio podría ser cubierto por el seguro, análogamente a la forma en la que la delincuencia común "tradicional" está cubierta, supuesto que esté contemplada en la póliza y que la prima lo haya considerado.

El ciberterrorismo plantea más problemas. Algunas legislaciones, como la española, incluyen explícitamente los delitos informáticos como actos terroristas cuando se lleven a cabo con las finalidades definidas como terrorismo (art. 573.2 del Código Penal, modificado por la Ley Orgánica 2/2015 de 30 de marzo). Es decir, lo que define a un acto terrorista no es el medio sino la finalidad con la que se lleva a cabo. Es más, los medios informáticos están expresamente incluidos. Por lo tanto, sistemas como el español del seguro de riesgos extraordinarios que ofrecen una cobertura automática para los actos terroristas, podrían también cubrir los actos ciberterroristas. En otros países el ciberterrorismo está expresamente excluido de la cobertura aseguradora del terrorismo.

Las formas de violencia interestatal ejercidas por medios informáticos podrían ser consideradas como acto de guerra y por tanto estarían excluidos de toda cobertura aseguradora.

Así, el problema básico para poder transferir este riesgo, nada fácil de resolver dada la naturaleza oscura de estos actos y el encubrimiento de las acciones patrocinadas por estados para evitar represalias, es el de la atribución. Se están realizando trabajos

(The Geneva Association-IFTRIP, 2020; The Geneva Association-IFTRIP, 2021) para poder establecer unos criterios comunes que delimiten y ayuden a definir la cobertura aseguradora para este tipo de actos en los casos denominados como actividad ciber hostil (HCA, por su acrónimo en inglés).

## **2.4. El riesgo de pandemia.**

Ciertamente el riesgo asociado a la propagación generalizada de enfermedades infecciosas, epidemias o pandemias, estaba considerado como posible en los escenarios de gestión del riesgo. Sin necesidad de remontarnos a las pandemias anteriores a la difusión generalizada de la higiene y la sanidad (por lo menos, en el mundo desarrollado), que diezmaban regularmente a la población, solo en aproximadamente los últimos cien años, la humanidad ha experimentado numerosas pandemias y epidemias con gran impacto en la salud humana y la economía, entre ellas (OECD, 2021b):

- 1918: Pandemia de gripe (mal llamada española). Causó a nivel global unos 500 millones de infectados y entre 20 y 100 millones de muertes, unas 200.000 en España -esto es, el 1 % de la población de entonces-. Las estimaciones de pérdidas en el PIB anual mencionan un 11 % en los EE.UU. y un 15 % en el Reino Unido.
- 1957: Pandemia de gripe asiática. Entre 700.000 y 1,5 millones de muertes a nivel global. Produjo pérdidas del 3 % del PIB en los EE.UU., Reino Unido, Canadá y Japón.
- 1968: Pandemia de gripe de Hong Kong. Alrededor de 1 millón de muertes en todo el mundo y costes directos e indirectos de entre 23 y 26 mil millones de dólares en los EE.UU.
- 1981: Comienzo de la pandemia del HIV/SIDA. Más de 70 millones de infecciones y 36,7 millones de muertes en todo el mundo. Pérdida de entre el 2 y el 4 % del crecimiento anual del PIB en África.
- 2003: Epidemia del Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SARS). Afectó a 37 países, especialmente a China, Taiwán, Singapur y Canadá. 8.098 casos posibles y 744 muertes.
- 2009: Pandemia de gripe porcina. Entre 150.000 y 575.000 muertes en todo el mundo y pérdidas económicas de 1.000 millones de dólares en Corea del Sur.

- 2012: Epidemia del Síndrome Respiratorio de Oriente Medio (MERS). 22 países afectados, en particular Arabia Saudí, Corea del Sur y los Emiratos Árabes Unidos. 1.879 casos y 659 muertes. Pérdidas económicas de 2.000 millones de dólares en Corea del Sur, además de 14.000 millones de dólares en gasto público para estimular la economía.
- 2013: Epidemia de ébola en África Occidental. 10 países afectados, particularmente Liberia, Sierra Leona y Guinea. 28.646 casos y 11.323 muertes. 2.000 millones de dólares en pérdidas en los países mencionados.
- 2015: Epidemia del virus zika. Afectó a 76 países, especialmente a Brasil. 2.656 casos informados de microcefalia o malformaciones en el sistema nervioso central. Pérdidas de entre 7.000 y 18.000 millones de dólares en Latinoamérica y el Caribe.

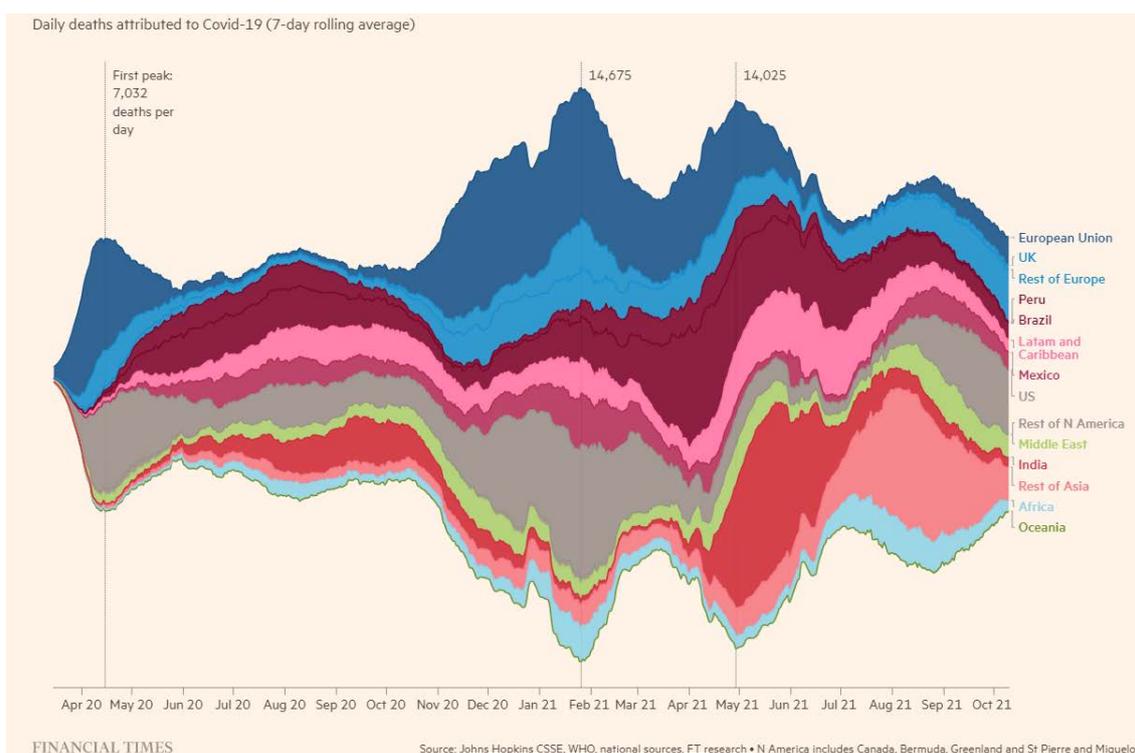
Es decir, cuando a finales del año 2019 los medios de comunicación comenzaron a hablar de la propagación de un “coronavirus de Wuhan”, no era posible decir que no existieran precedentes, aunque lo cierto es que no con la intensidad y, sobre todo, con la repercusión, con la que se ha desarrollado esta pandemia de COVID-19, desde la pandemia global de 1918.

A 12 de octubre de 2021, la COVID-19 ha infectado a más de 238 millones de personas, 4.861.620 de las cuales han perdido la vida por su causa (JHU, 2021).

La pandemia, originada en la ciudad de Wuhan (China), comenzó a afectar lógicamente a ese país, pero se propagó por los cinco continentes con la velocidad que permite este mundo global e interconectado en el que vivimos, de forma que la Organización Mundial de la Salud declaró el estado de pandemia el 11 de marzo de 2020. La figura 13 resume la evolución de la pandemia por zonas geográficas desde su inicio hasta la actualidad. Es decir, la pandemia se propagó en primer lugar y con mayor intensidad por Europa y los EE.UU. Después de su aparición y primeros efectos, China pareció controlar los contagios con eficacia. Más tarde empezó a afectar a países de Latinoamérica y a India. La afección ha sido aparentemente baja en África y muy baja en Oceanía. Se puede hablar de una serie de oleadas en los países más desarrollados que tiene que ver con relajación de las medidas de contención aplicadas por los gobiernos. Solo la aplicación de 6.509.286.605 dosis de vacunas a 12 de octubre de 2021 (JHU, 2021) parece estar mitigando los efectos de la pandemia en los países más desarrollados (con la excepción de EE.UU., cuyo relativamente alto número de “vacunoescépticos” sea probablemente la causa de un aún elevado número diario de muertes).

En la fecha citada de referencia, los países con más fallecidos por COVID son EE.UU. (715.000), Brasil (601.000), India (451.000), México (282.000) y Rusia (214.000) (JHU, 2021). España ocupa el puesto 16, con 86.627 fallecidos (esto es, el equivalente a toda la población de Guadalajara, Melilla o Pozuelo de Alarcón).

Hay otras formas de medir el grado de afección producido por la COVID-19. Una de ellas es la tasa de muertes por cada 100.000 habitantes, cuyos 5 primeros puestos están ocupados por Bulgaria (312,70), Brasil (284,87), México (217, 54), EE.UU. (217,54) y Reino Unido (206, 73). En el caso de España, este dato es de 184,44<sup>4</sup>. Otra manera es la tasa de mortalidad (fallecidos/contagiados), y en este caso los cinco primeros países son México (7,6 %), Bulgaria (4,2 %), Indonesia (3,4 %), Sudáfrica (3,0 %) y Rumanía (2,9 %). Para España, la tasa de mortalidad es del 1,7 % (JHU, 2021).



*Figura 13: Muertes diarias atribuidas a COVID-19, media móvil de 7 días. (Fuente: Financial Times con datos de JHU y OMS (Financial Times, 2021)).*

En la gestión de esta pandemia, lo que se está intentando es reducir la exposición, evitando y restringiendo contactos interpersonales mediante confinamientos,

<sup>4</sup> Por establecer una comparación con la gripe de 1918, como hemos visto, hubo 1.000 fallecidos en España por cada 100.000 habitantes, esto es, una mortalidad más de cinco veces superior.

restricciones de movilidad o el cierre de espacios públicos, centros de trabajo y de formación incluidos, y reducir la vulnerabilidad, disminuyendo la susceptibilidad mediante el uso de mascarillas y la vacunación y aumentando la capacidad de respuesta mediante el refuerzo de los servicios y técnicas sanitarias para el tratamiento de los infectados.

Si bien el impacto directo de la pandemia en la economía ha sido enorme, tanto en pérdida de horas laborales por las personas enfermas y fallecidas, como en los recursos dedicados a los sistemas y medidas sanitarias, este impacto no es comparable con el que han tenido las medidas abordadas por las autoridades para la reducción de la exposición. La OCDE estima que cada mes de confinamiento estricto supuso unas pérdidas de beneficios de 1,7 billones de dólares (OECD, 2021b) en la economía global (Figura 14).

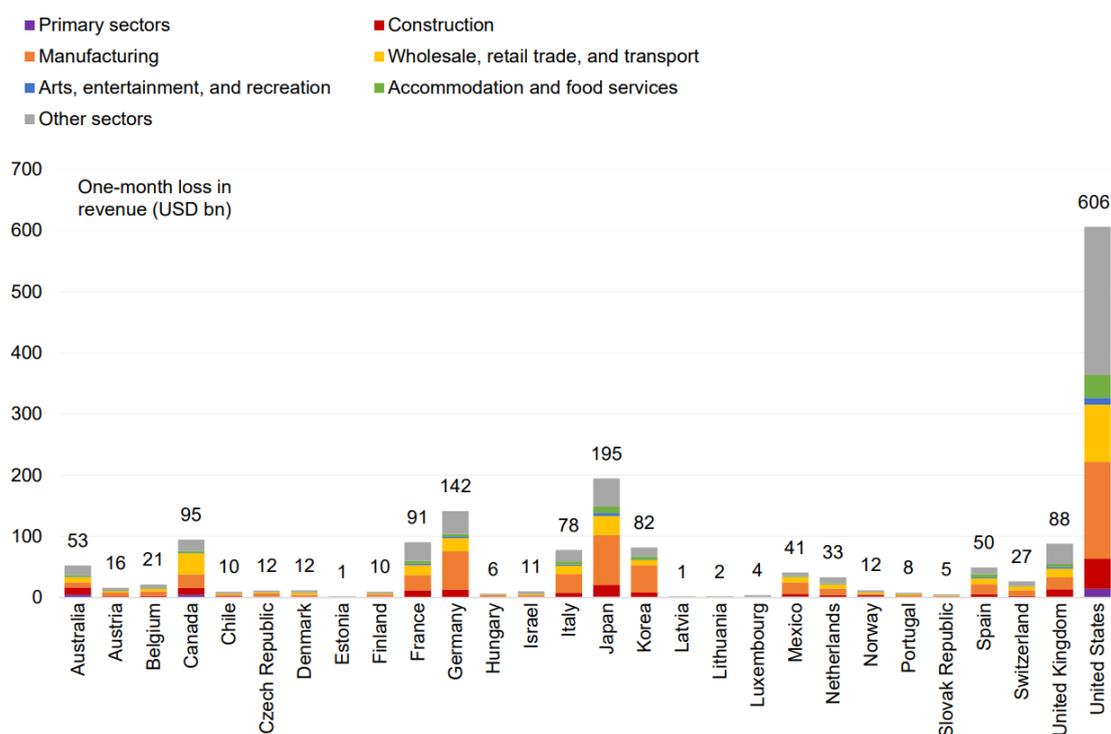


Figura 14: Pérdidas de beneficios mensuales por sectores, en miles de millones de dólares, en los países miembros de la OCDE durante el confinamiento estricto para contener la pandemia de COVID-19 (Fuente: OECD, 2021c).

A nivel global, el coste directo de la COVID-19 ha sido hasta la fecha del 10,2 % del PIB de 2020, el 8,6 % en pérdida de beneficios y el 1,4 % en aumento del gasto sanitario. A esta cantidad, hay que añadir un 6,2 % adicional del PIB de 2020 en gasto público adicional: inyecciones de liquidez a la economía, apoyos al desempleo

temporal, etc. En el caso de España, el coste ha sido de un 8,4 % del PIB de 2020 (107.000 millones de dólares), compuestos de un 6,7 % de pérdida de beneficios (86.000 millones de dólares) y un 1,7 % de aumento del gasto sanitario (22.000 millones de dólares). Las medidas para la reactivación de la economía, los ERTE, etc., han supuesto un 14,4 % del PIB de 2020 adicional (184.000 millones de dólares), que suponen por lo general un aumento de la deuda pública (IMF, 2021).

La economía actual es, por tanto, extremadamente vulnerable a las pandemias. Mucho más por causa de la pérdida de beneficios que producen las medidas de contención y por el aumento del gasto necesario para el sostenimiento y reactivación del empleo y de sectores clave, que por el coste directo que causa la propia enfermedad, tanto en la traducción económica de la pérdida de horas empleadas y de los fallecimientos, como por el propio coste sanitario adicional necesario para combatir la enfermedad. De nuevo, el enorme crecimiento de la exposición y del valor de la economía la hace extremadamente vulnerable a impactos de toda índole, como ya se vio en la crisis de 2008, producida por unas causas completamente diferentes.

### **3. Opciones para el seguro de catástrofes.**

#### **3.1. Gestión de riesgos y seguro.**

Tras haber definido cuáles son los riesgos y sus componentes, así como los factores que afectan a todos ellos, estudiaremos las opciones para su transferencia al seguro.

El seguro, como se ha mencionado, tiene un papel directo muy concreto en la gestión del riesgo, que es la reducción de la vulnerabilidad mediante el aumento de la capacidad de respuesta de la sociedad en su conjunto.

Sin embargo, el seguro tiene otros papeles indirectos pero muy importantes: Es una de las fuentes más fiables de datos de daños para poder estimar los niveles de riesgo. Esta capacidad da una indicación sobre los puntos o los elementos sobre los que habría que abordar preferentemente una reducción de la vulnerabilidad de los expuestos existentes, en este caso reduciendo la susceptibilidad; sugiere una reducción de la exposición mediante alguna medida específica, o apunta dónde no convendría aumentar más la exposición existente. Igualmente, el conocimiento de los daños a través del seguro permite elaborar curvas de daños para valorar el coste-beneficio de las posibles alternativas para la reducción del riesgo (Martínez Gomáriz et al., 2020) y permite a su vez hacer proyecciones de daños utilizándolos como línea de base, modelizando el peligro (posible para algunos riesgos, como los hidrometeorológicos y climáticos) y también la exposición (lo cual es bastante más complicado y azaroso).

Otro rol del seguro, en algunos casos, es actuar de incentivo para la reducción del riesgo -la susceptibilidad- normalmente por parte de los propios asegurados a través de la indicación del nivel de riesgo que aporta la propia prima, aumentando así la capacidad de adaptación.

Seguiremos el mismo orden para las opciones aseguradoras que para la descripción de los propios riesgos.

#### **3.2. El seguro de catástrofes naturales.**

Tal y como se comentó en el capítulo 1 de esta memoria, los riesgos catastróficos incumplen buena parte de los criterios de asegurabilidad de un riesgo. Por ser las

catástrofes naturales los riesgos “complicados” sobre cuyo aseguramiento se tiene más experiencia, no solo serán los que se tratarán aquí con más detalle, sino que se consideran de forma general el modelo para abordar el aseguramiento de otros tipos de riesgos sistémicos.

Se puede empezar por apuntar que hay tantas soluciones a este problema como jurisdicciones<sup>5</sup>, y en la mayoría de los casos, incluso dentro de una misma jurisdicción las soluciones son múltiples, dependiendo del objeto asegurable (bienes -y tipo de bienes: residencial, comercial, industrial, infraestructuras, agricultura y ganadería...- o personas), de su titularidad (pública o privada), del tipo de peligro (inundación, granizo, tempestad, terremoto...). Y también hay que comenzar por destacar que, lamentablemente, en ningún caso hay una solución óptima, puesto que hay que buscar el equilibrio entre tres factores (European Commission, 2017):

- La disponibilidad del seguro.
- La asequibilidad del seguro.
- Que el seguro sea un incentivo para adoptar medidas de reducción de la susceptibilidad del bien asegurado a ser dañado por un peligro al que tiene exposición.

Y este es un problema “de manta corta”, en el que uno tiene que decidir entre taparse los pies o los hombros, puesto que es prácticamente imposible dar una respuesta satisfactoria a los tres puntos. Por lo general, aquellos sistemas que priman el fomento de medidas de reducción del riesgo mediante una prima más elevada conforme al mayor nivel de riesgo, de la que pueden obtenerse descuentos en función de las medidas de reducción de la susceptibilidad o de la exposición por parte del propio asegurado, suelen ser menos asequibles y tienen una menor penetración, incluso en zonas claramente establecidas como de alto riesgo.

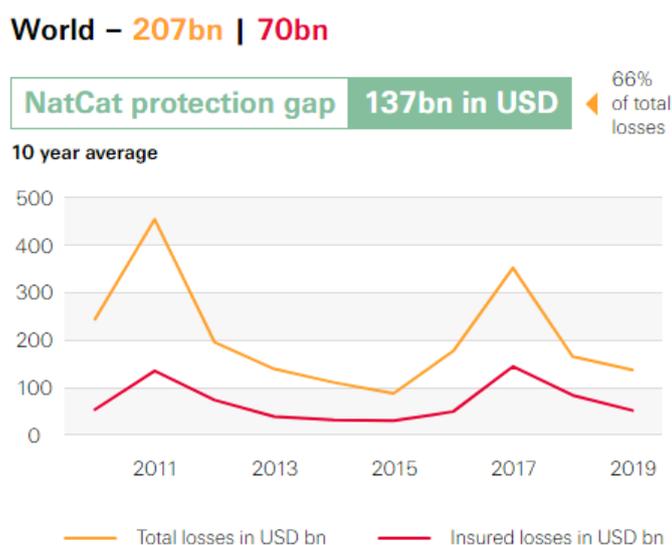
En otras ocasiones el alto nivel de riesgo es un desincentivo para su aseguramiento, produciéndose un fallo de mercado que en ocasiones se subsana con la intervención pública, bien mediante mecanismos aseguradores públicos, bien mediante arreglos público-privados.

Todos estos factores, así como la solución posible o “menos mala” que se escoja tienen un impacto en la denominada brecha de cobertura, que es el porcentaje de

---

<sup>5</sup> Es preferible aquí hablar de “jurisdicciones” y no de países o estados porque estas son variables. En algunas circunstancias pueden ser estados-nación, pero en otras son estados federados, otro tipo de divisiones administrativas de un país (como los cantones en Suiza) o incluso grupos supranacionales.

daños causados por los desastres naturales que quedan sin cubrir por el seguro. A nivel global (Figura 14), esta brecha fue en 2019 del 66 %. Es decir, dos tercios de la totalidad de los daños estimados no están cubiertos por un seguro, arrojando un grave coste sobre la economía, 137.000 millones de dólares en 2019, al que tienen que hacer frente los propios particulares dañados, fondos públicos nacionales, supranacionales o multilaterales, o peor aún, nadie.



*Figura 14: La brecha de protección, reflejada según las estimaciones para todo el mundo del total de los daños producidos por catástrofes naturales y las de los daños asegurados por estas causas (Fuente: Swiss Re, 2020b).*

Por grandes regiones del globo esta brecha de cobertura se estima en el 91 % en África, el 85 % en Asia, el 83 % en América Latina y el Caribe, el 69 % en Europa, el 46 % en Norteamérica y el 34 % en Oceanía. La situación producida por la pandemia de COVID-19 no ha hecho sino agravar este problema en el año 2020, y es poco previsible que la recuperación de la economía en 2021 invierta esta tendencia al agravamiento del problema debido al deterioro producido en la resiliencia global (Artemis, 2021a). Es necesario destacar, sin embargo, la dificultad existente para estimar tanto los daños totales, por la diversidad de fuentes y posibilidad de incluir o no los daños consecuenciales, como incluso los daños asegurados. En determinados mercados las aseguradoras son reacias a compartir estos datos por considerarlos sensibles en lo relativo a la composición de su cartera. Es necesario hacer un ejercicio de minería de datos, combinado con modelizaciones y con mucha necesidad de contrastar estas informaciones. Existen numerosas bases de datos a nivel global que, no obstante, habría que considerar siempre con las debidas reservas y más a título cualitativo que estrictamente cuantitativo.

La figura 15 refleja lo contrario a la brecha de protección: es decir, el porcentaje de pérdidas aseguradas sobre el total, para los países de la OCDE, que incluye a la mayoría de los de la Unión Europea y, por supuesto, a España. El mayor o menor porcentaje de pérdidas aseguradas puede depender:

- Del nivel económico y de la capacidad del mercado asegurador, de ahí las diferencias entre Australia y Costa Rica, por ejemplo;
- De factores socioculturales, como esperar de las administraciones públicas una solución a los daños de las catástrofes o dar una mayor importancia a la responsabilidad personal y asegurarse convenientemente, como se puede ver en la diferencia de cobertura entre Italia y Austria;
- De factores regulatorios, que pueden obligar al aseguramiento o a la extensión obligatoria de la cobertura para determinados riesgos. A estos factores se pueden deber las diferencias de nivel de cobertura entre España y Portugal;
- O también a la existencia de “entidades para reducir la brecha de la cobertura”, o PGE, por sus siglas en inglés (Jarzabkowski *et al.*, 2018a y Jarzabkowski *et al.*, 2018b).

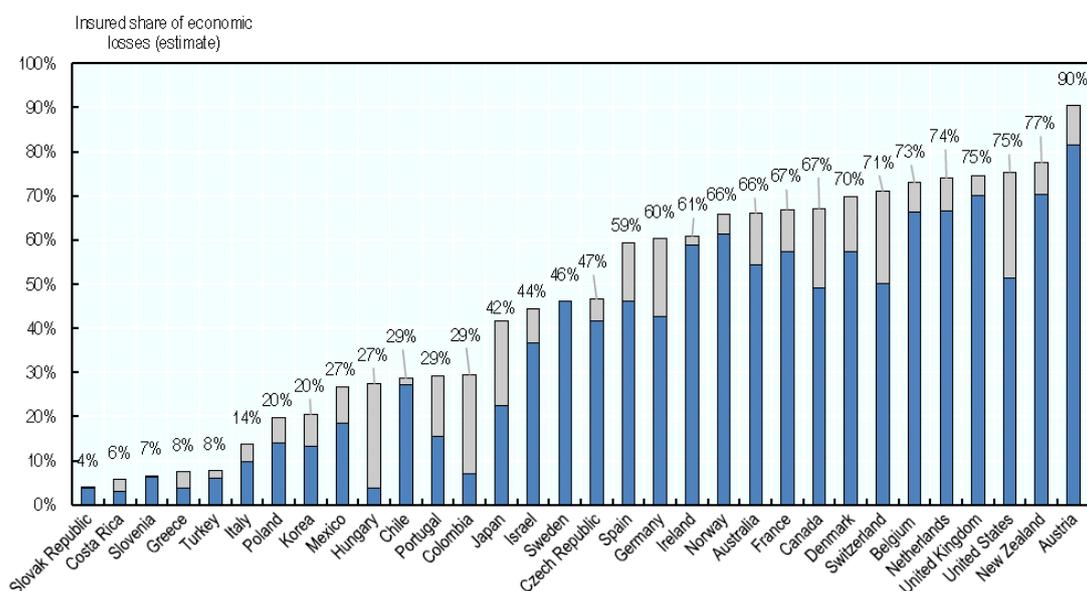


Figura 15: Porcentaje de daños sobre el total cubierto en los países miembros de la OCDE, estimada de dos formas, como el porcentaje de todos los daños asegurados entre 1990 y 2019 y como la media de la parte asegurada a partir de eventos individuales en ese periodo. Se expresa la mayor de las dos cifras (Fuente: OECD, 2021d).

Si bien la solución habitual para la cobertura aseguradora de las catástrofes naturales en la mayoría de las jurisdicciones pasa por soluciones aseguradoras privadas con

seguro y reaseguro, en determinados casos o secciones del riesgo a esta solución básica se les pueden añadir capas de protección aseguradora a través de las estas PGE. Estas entidades se pueden clasificar según su posición estratégica en la cadena de valor del seguro, que va desde los asegurados en primer lugar, las aseguradoras de directo y las reaseguradoras hasta los gobiernos como aseguradores de último recurso (o los responsables últimos de hacer frente a los daños cuando no existe un mercado asegurador o un aseguramiento adecuados). Las PGE se definen por su objetivo común: transformar riesgos no asegurables en productos basados en el seguro que puedan transferirse a los mercados financieros globales para proporcionar capital para la recuperación tras un desastre.

Existen numerosos ejemplos de estas entidades en todo el mundo, que tienen la característica común de ser públicas o de actuar mediante alguna encomienda o disposición regulatoria pública, cuyas características pueden consultarse en los informes citados, o en otros como CCS (2008) u OECD (2021d). Algunas toman la posición estratégica de colocarse como entidades aseguradoras directas, otras toman el rol de reaseguradoras y otras son las entidades que ocupan una posición complementaria del mercado en todas las posiciones estratégicas. Entre los ejemplos de reaseguradoras públicas está la *Caisse Centrale de Réassurance* (CCR) francesa y entre los que complementan a todo el mercado el Consorcio de Compensación de Seguros (CCS) español, si bien hay que decir que ninguna de estas dos entidades entraría teóricamente en la definición de PGE, puesto que en la práctica no transfieren el riesgo a los mercados financieros globales.

Por cuanto a las soluciones basadas en el reaseguro privado, que perfectamente pueden ser complementarias a la existencia de estas entidades para la reducción de la brecha, o viceversa, son mecanismos que aportan mucha capacidad al mercado asegurador primario y facilitan la gestión de situaciones catastróficas (OECD, 2018). Sean cuales fueren las soluciones, deben responder a tres principios básicos (Jarzabkowski *et al.*, 2019):

- Mutualización (*risk pooling*). Es necesario un número suficiente de asegurados para diversificar suficientemente la cartera, obtener primas suficientes y poder distribuir los impactos de las pérdidas entre todos los asegurados.
- Tarificación (*risk pricing*). La mutualización de los riesgos implica una subsidiación cruzada entre asegurados. Las opciones para la tarificación pueden pasar por hacer pagar más prima a aquellos que están expuestos a un mayor nivel de riesgo, o por hacer a su vez una agrupación entre riesgos sin

correlación, de modo que unas zonas más expuestas a un riesgo se compensen con otras menos expuestas a otros riesgos. Esta elección es un reflejo del problema de la “manta corta” que se mencionaba con anterioridad. El primer ejemplo, de reflejar el nivel de riesgo en la prima, es el enfoque habitual en las soluciones proporcionadas por el sector privado, mientras que el segundo es más utilizado en los sistemas aseguradores con participación pública, uno de cuyos mayores exponentes es el seguro de riesgos extraordinarios español.

- Diversificación. Es la técnica habitual utilizada por el reaseguro comercial. Por regla general el riesgo se redistribuye por todo el mundo, puesto que el reaseguro opera en un mercado global y, de hecho, alrededor del 50 % del mismo está en manos de las 5 primeras reaseguradoras globales. Esta diversificación facilita la solvencia de las aseguradoras de directo. La otra opción, comentada en el punto anterior, pasa por diversificar los riesgos que se cubren dentro de un mismo sistema asegurador.

Hay otras innovaciones en el mercado reasegurador, como los mercados vinculados a seguros (ILS, por sus siglas en inglés), que pueden aportar capacidad adicional al sistema y reducir alguno de sus problemas inherentes, como la volatilidad y los ciclos de precios. Dentro de estas soluciones están los bonos de catástrofe, mediante los cuales las aseguradoras transfieren el riesgo catastrófico a inversores, normalmente a través de un facilitador que suele ser una reaseguradora. Los bonos de catástrofe ofrecen tipos de interés comparativamente más altos y sirven para diversificar la cartera de los inversores, puesto que la ocurrencia de las catástrofes naturales es aleatoria y no está correlacionada con otros riesgos económicos y financieros a la hora de su desencadenamiento. Dependiendo de cómo esté estructurado el bono catastrófico, si los daños alcanzan el nivel especificado en la oferta del bono, el inversor puede perder todo o parte del principal o del interés. La emisión de bonos catastróficos y de otros productos ILS alcanzó los 16.100 millones de dólares en todo el mundo en el año 2021 (Artemis, 2021b)

Así, pese a la disponibilidad de soluciones aseguradoras, particularmente en el mundo desarrollado, se puede constatar que se está aún lejos de dar una respuesta aseguradora suficiente a las catástrofes naturales, aunque buena parte del problema está en la demanda. Es tan fundamental aumentar la concienciación de la importancia del seguro para aumentar la resiliencia frente a las catástrofes naturales como aumentar la capacidad económica de los potenciales asegurados. Para facilitar el acceso al seguro existen numerosas iniciativas en el mundo, particularmente en los

países en vías de desarrollo, para sustituir las ayudas post-catástrofe por programas de seguro *ex ante* que aumenten la resiliencia social (World Bank, 2017).

Hay otras alternativas al seguro tradicional para la transferencia del riesgo. Una de ellas son los seguros paramétricos, que son especialmente adecuados para los riesgos hidrometeorológicos, puesto que son coberturas que se activan en función del registro de un parámetro preestablecido (umbral de viento, caudal de un río, temperatura...). Dado que existen numerosas redes de medición de estos elementos, incluyendo las medidas satelitales, se pueden diseñar productos que aseguren una rentabilidad mínima particularmente adecuados para producciones agrarias, industriales, energéticas, o para liberar fondos a países en vías de desarrollo para atender situaciones de desastre (Markovic y Harry, 2018).

Probablemente carezca de sentido entrar en la discusión de qué sistema es mejor para la cobertura de los riesgos catastróficos. Cada uno es el resultado de una compleja serie de factores históricos, económicos, culturales y coyunturales y, por lo general, está adaptado a cada mercado. Así, sistemas puramente privados pueden tener coberturas muy altas y en otras ocasiones, pese a disponer de programas de catástrofe, la cobertura es baja. También se ha visto que lo más habitual es que haya un conjunto de soluciones adaptadas a tipos de peligros y exposiciones concretas dentro de una misma jurisdicción, que funcionan de manera complementaria. Sin embargo, sí que puede afirmarse que existe una correlación positiva entre la existencia de estos programas, complementados con una buena política regulatoria, y una reducción de la brecha de cobertura de los daños causados por las catástrofes naturales. La Comisión Europea identificó una serie de políticas que pueden funcionar bien de cara al aseguramiento de riesgos catastróficos (European Commission, 2017). Entre ellas están:

- Promover la vinculación de paquetes completos de coberturas aseguradoras de riesgos catastróficos conjuntamente con pólizas de incendio, otras de alta demanda o incluso con otro tipo de productos, como préstamos hipotecarios.
- Establecer mecanismos financieros o fiscales para que las capas sociales con menor nivel de ingresos puedan acceder a una cobertura aseguradora frente a los riesgos catastróficos.
- Establecer códigos para una reconstrucción más resiliente de las propiedades dañadas (el llamado *building back better*) o aplicar recargos en las pólizas para subvencionar medidas de reducción del riesgo.

- Establecer un “contrato social” entre todos los implicados en la gestión y transferencia del riesgo, claro y transparente, focalizado en una plataforma nacional, que incluya el marco legal y regulatorio, así como los planes de gestión del riesgo y estrategias nacionales de adaptación, integrando en él a los mecanismos aseguradores públicos y privados.

### **3.3. Cambio climático y seguro.**

Si bien vamos a continuar discutiendo sobre el seguro de catástrofes, los retos que plantea el cambio climático al mismo son específicos, por lo que se tratarán en un apartado distinto.

En el apartado 2.2 se explicó que el cambio climático como tal no es un riesgo, sino que es un factor que agrava uno de sus componentes, el peligro, y que está a su vez causado por el aumento de los otros dos, la exposición y la vulnerabilidad. El resultado final es un aumento muy considerable del riesgo, y por tanto de la cantidad de riesgo que debería ser transferido al seguro. Este tema es objeto de miles de páginas de literatura anualmente (Quinto, 2011; Kuhnreuther y Michel-Kerjan, 2011; Mechler et al., 2019), algunas de ellas incluso adaptadas a las peculiaridades de España (Hidalgo, 2020; Espejo, 2016) y aquí solo podremos abordarlo de forma esquemática.

Fundamentalmente, los riesgos que supone el cambio climático para el seguro son de tres tipos (Álvarez Camiña *et al.*, 2016):

- Riesgos físicos: el aumento de los daños producidos por los factores ya mencionados, que supondrán un aumento de la siniestralidad para el sector asegurador.
- Riesgos de transición: los derivados de la pérdida de valor de las inversiones del sector financiero en general, y asegurador en particular, por la transición del modelo económico hacia uno con menor carga de carbono. Es lo que se denomina “la burbuja de carbono”.
- Riesgos de responsabilidad: que podrían presentarse como el resultado de reclamaciones de terceros perjudicados frente a las compañías o estados causantes de una mayor cantidad de emisiones. Suponen un riesgo, pero también una oportunidad para que el sector asegurador diseñe seguros de responsabilidad específicos (Espejo, 2020).

El aumento previsible de los riesgos físicos supone un problema añadido a la situación tratada en el apartado anterior: actualmente solo un tercio de los daños producidos a nivel global por catástrofes naturales, de entre las que las hidrometeorológicas y climáticas ocupan un valor destacado, son cubiertos por el seguro. Todas las posibles alternativas para aumentar tanto la demanda como la oferta de seguro de catástrofes que se han mencionado anteriormente serán aún más necesarias y su implementación más urgente en un futuro. Ya se está trabajando (EIOPA, 2021) en métodos para la consideración de este aumento de los riesgos físicos dentro de los requerimientos de solvencia de las entidades aseguradoras. Además de revisar la capacidad de modelización de daños para reflejar mejor la siniestralidad prevista, se está haciendo especial énfasis en aspectos no considerados explícitamente con anterioridad, como las sequías o los incendios forestales.

El papel del seguro en este aspecto no se limita a la indemnización de los daños físicos. Los datos de daños indemnizados son un perfecto indicador del riesgo y una fuente básica para una mejor modelización a futuro que permitan una mejor adaptación al cambio climático y así se reconoce por distintas iniciativas como los Objetivos de Desarrollo Sostenible, el Marco de Sendai para la Reducción de Riesgos de Desastre o las actividades de Naciones Unidas en relación con la mitigación y adaptación al cambio climático (Jiménez y García, 2020).

El seguro se puede implicar activamente en la prevención de los daños. Un ejemplo es el Fondo Nacional francés para la Prevención de los Principales Riesgos Naturales, que se nutre a través de un impuesto sobre las primas del seguro que cubren esos riesgos (el denominado Fondo Barnier), que ha cumplido ya 25 años de aplicación (CCR, 2020). Otra posibilidad es utilizar los datos de daños asegurados como señalizador de inversiones prioritarias para la reducción del riesgo, como se está empezando a experimentar en España con los datos del CCS y las subvenciones del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico para la mejora de la resiliencia de edificaciones en el Campo de Cartagena, según se especifica en el R.D. 1158/2020 de 22 de diciembre (Gurrea-Nozaleda *et al.*, 2021) y con una serie cada vez mayor de casos piloto en los que se demuestra que una pequeña inversión en prevención en aquellas propiedades más expuestas al riesgo supone un gran ahorro en daños potenciales (Ferreiro *et al.*, 2020). Todos estos son ejemplos de un círculo virtuoso en el que el seguro, cuya misión fundamental es la indemnización de los daños producidos, puede también, a partir de estos datos, contribuir a una reducción de la susceptibilidad de los expuestos al riesgo y redundar en menores daños en el futuro, contribuyendo así muy apreciablemente a la adaptación al cambio climático.

La mera mención de los riesgos de transición abre otro campo en el que el seguro tiene un papel fundamental. Las inversiones del sector asegurador tienen un peso muy importante en la economía. En algunos países, como el Reino Unido, suponen casi el 100 % de su producto interior bruto. En la Eurozona, el peso de las inversiones del sector es del 63,7 % del PIB, en España de alrededor del 24 %, según los datos disponibles para 2018 (Servicio de Estudios MAPFRE, 2020). Esto implica que, además de su importancia objetiva, este capital, convenientemente orientado, es una palanca de primer nivel para generar un cambio real en la economía. Y así se está produciendo cada vez más, desinvirtiendo en sectores ricos en carbono y aumentando las inversiones que se rigen por criterios ambientales, sostenibles y de buen gobierno (ASG) (Rubio, 2020). Es por esto que se están redoblando los esfuerzos por llegar a un consenso sobre la taxonomía de las inversiones que permita medir la contribución del sector financiero en la transformación de la economía y en el refuerzo de la adaptación y, aquí también, de la mitigación del cambio climático.

### **3.4. Ciberseguros.**

Las coberturas aseguradoras que incluyen pérdidas de información en cualquier soporte no son nada novedoso. En realidad, buena parte de lo que se ha ido conociendo como “ciberseguros” venía siendo incluido en otro tipo de pólizas multirriesgo: son las denominadas “coberturas silenciosas” de este tipo de riesgos inherentes al uso de las tecnologías de la información.

Sin embargo, aparejado al crecimiento en el uso de esas tecnologías y, tal y como se trataba en el apartado 2.3, a la aparición de formas de delincuencia o de uso indebido de la información para fines ilícitos, han ido apareciendo seguros específicos para estos riesgos.

Lo primero que cabe decir sobre este producto asegurador es que los principales demandantes de este producto son empresas y administraciones. Se trata, por lo tanto, de un producto que en una gran parte es una actividad B2B para las entidades aseguradoras, que surge de una mejora de la percepción del riesgo por parte de corporaciones y administraciones, por encima de un determinado nivel de preocupación que les impele a tomar decisiones para reducir este riesgo (de Smidt y Bouzen, 2018).

Los incidentes a los que estos seguros pueden dar cobertura se pueden agrupar en cuatro grandes tipos (CRO Forum, 2016):

- Violaciones en la confidencialidad de los datos.
- Mal funcionamiento de los equipos.
- Pérdida de integridad o de disponibilidad de la información.
- Actividad maliciosa.

El mercado de pólizas específicas para los ciberriesgos (*stand-alone cyber insurance*) depende de la concienciación por parte de los asegurados, del nivel de las amenazas (que no ha hecho más que subir en los últimos años y que, como se vio en el apartado 2.3 ha crecido significativamente como consecuencia de la pandemia de COVID-19) y de la aplicación de algunas normas como la Directiva Europea de Protección de Datos, que plantea sanciones a las compañías que no custodien adecuadamente los datos de terceros que están en su poder. En todo caso, se trata de un mercado creciente, que progresivamente añade nuevos productos que pueden adaptarse a las necesidades particulares y al nivel de exposición de los asegurados. Una inmensa mayoría de pólizas ciber ofrecen coberturas por los costes directos derivados de los incidentes, de defensa legal y de multas y penalizaciones, de compensación por las violaciones de privacidad, por la pérdida de información y software o por pérdida de beneficios. En menor medida también se ofrecen coberturas por responsabilidades de comunicación y de redes sociales, por responsabilidad por falta de acceso a las redes, por rescates y chantajes, por fraude y evasión fiscal, por daño reputacional, por robos de propiedad intelectual y también, en muy menor medida, por daños físicos en los equipos y bienes y por daños corporales (OECD, 2017).

Establecer un precio para estas pólizas es una cuestión complicada, dada la falta de información que existe sobre este riesgo. En general, se estima que el coste de estas pólizas es el triple de las de responsabilidad civil y unas cinco veces superior a las de daños materiales (OECD, 2017). Una de las razones para ello es la dificultad para conseguir información fidedigna sobre los daños, por lo que se estima fundamental que haya una disponibilidad de datos suficiente, incluyendo frecuencia y magnitud, que permita obtener unos modelos fiables para poder estimar unos precios más competitivos. Existe también una gran incertidumbre sobre cuál puede ser el impacto de los ataques más extremos. No hay demasiadas alternativas a esta necesidad de compartir datos entre asegurados y aseguradoras en beneficio mutuo, y los reguladores están trabajando en el sentido de favorecer este intercambio de información (OECD, 2020). Al igual que sucede con otros riesgos, la tarificación

correcta solo podrá producirse gracias a la experiencia siniestral y a la modelización de daños que se derive a partir de la primera.

Por otro lado, también es necesario aumentar la claridad acerca de las coberturas ciber. La delimitación entre las “coberturas silenciosas” y las que se deben prestar únicamente a través de pólizas específicas es una de estas necesidades. Otra es aclarar las coberturas explícitas o afirmativas de daños a la propiedad, responsabilidad, delitos cibernéticos o rescates relacionados con incidentes ciber. En muchos casos, se trata de pólizas y condicionados “heredados” de otros tipos de riesgos que no se adaptan bien a los incidentes ciber, que en muchas ocasiones se mueven en zonas de penumbra legal y regulatoria, por lo que cuanto más explícitas y claras sean las coberturas, el cliente tendrá más confianza en este tipo de productos y mayor será su difusión. Otro ejemplo de estas zonas de penumbra se produce con la atribución de los incidentes y su distinta respuesta según se considere delito común, terrorismo o violencia interestatal equiparable a guerra, según lo mencionado en el apartado 2.3.

En lo que parece existir un consenso entre todas las fuentes y expertos es en que no se podrá desarrollar un mercado asegurador suficiente para los ciberriesgos si no mejora el flujo de información entre asegurado y aseguradora, como decíamos, y si no se acompaña el seguro con medidas para la gestión del riesgo por parte de los asegurados. De esta manera, el seguro puede convertirse también en este caso en un medio para la reducción de la vulnerabilidad, tanto mediante la mejora de la capacidad de respuesta tras un incidente a través de las indemnizaciones y servicios prestados por la aseguradora, como por la reducción de la susceptibilidad a la que debe condicionar el propio contrato de seguro.

### **3.5. ¿Seguros de pandemia?**

Nótese que, a diferencia de otros enunciados, este está entre signos de interrogación. Ciertamente, la pandemia y las enfermedades infecciosas llevan mucho tiempo figurando entre las coberturas de muchos seguros de pérdida de beneficios, por ejemplo. Sin embargo, la baja percepción del riesgo es la causa de que, hasta el desencadenamiento de la pandemia global de COVID-19, la concienciación sobre este riesgo y, por tanto su demanda, fuera baja. Al margen de la polémica generada por las consideraciones que los tribunales han tenido en algunas jurisdicciones sobre si esta cobertura debería estar incluida “silenciosamente” o no en otras coberturas de pérdida

de beneficios, lo cierto es que si no se ha contratado explícitamente y no se ha cobrado una prima por la misma, difícilmente las aseguradoras pueden dar una respuesta a unos siniestros que han tenido una cuantía que, como se trató en el apartado 2.4, es desorbitada.

Además de estos problemas legales y actuariales, figura otro básico, compartido con algunas de las zonas de penumbra de las pólizas ciber que se trataban anteriormente, o con algunas coberturas de los seguros de daños materiales, por ejemplo relacionados con el terrorismo: la denominada pérdida de beneficios no contingente, es decir, sin daño material.

El sector no ha tenido demasiados problemas en ninguna jurisdicción para cubrir los daños directos producidos por la propia enfermedad: más allá de la concomitancia de siniestros, que ha podido poner en apuros coyunturales a la gestión de los seguros de salud o de decesos, no ha habido problemas financieros para dar respuesta a las reclamaciones.

Sin embargo, el cierre gubernamental de actividades para el control sanitario de la pandemia ha generado (cf. apartado 2.4) pérdidas del PIB del orden del 10 % o superiores en muchos países, buena parte de los cuales se debe a esta pérdida de beneficios no contingente. Por ejemplo, en el caso de España, es difícil concebir cómo con unas primas de todo el sector asegurador que suponen el 5,3 % del PIB (ICEA, 2021) se puede hacer frente a una pérdida de beneficios estimada en el 6,7 % del PIB (IMF, 2021). Según datos de la OCDE, para cubrir el 50 % de la pérdida de beneficios producida en un mes de restricciones administrativas para controlar una pandemia con un periodo de retorno de 35 años, sería necesario recaudar una cantidad adicional equivalente al 86,6 % del total de las primas del seguro de bienes (Figura 16), siendo España el miembro de la OCDE que requeriría de un mayor volumen para ello (probablemente debido tanto a la vulnerabilidad inherente de la economía nacional, dado el peso del sector turístico y hostelero, como al comparativamente bajo volumen de primas de seguro en España frente a otros países de nuestro entorno).

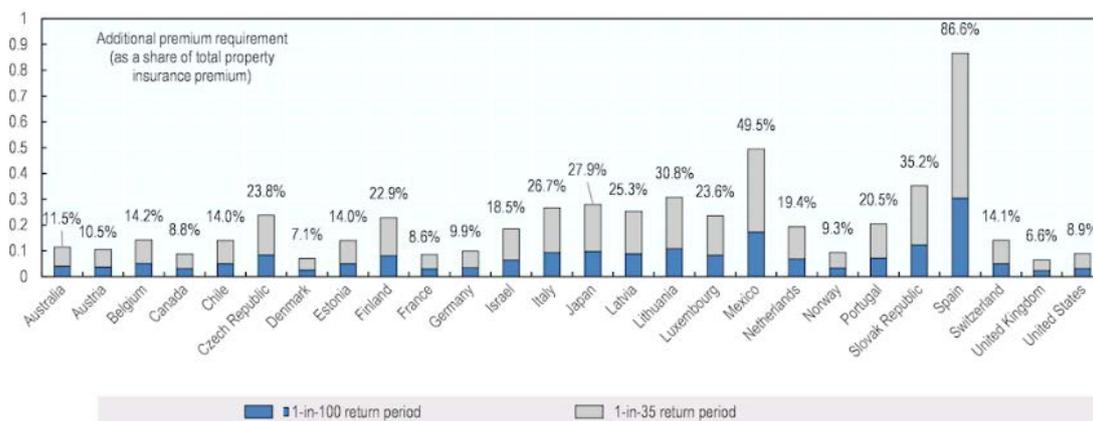


Figura 16: Necesidades adicionales de prima (sobre el total de las primas del seguro de bienes) para cubrir el 50 % de las pérdidas de beneficios producidas por un mes de pandemia (OECD, 2021d).

Si bien como resultado de este ejercicio queda claro que las necesidades de prima para dar respuesta a esta pérdida potencial son particularmente altas en nuestro país, lo cierto es que son insuficientes en todos los demás, y mucho más cuando se considera que estas medidas pueden alargarse, como de hecho así ha sido en esta ocasión, durante muchos meses.

Por todo ello, a lo largo de este periodo de pandemia y medidas de contención se ha planteado el debate de si el seguro podía dar algún tipo de respuesta específica a las pandemias y de ser así, cuál podría ser. Basados en el seguro de riesgos de catástrofe natural, u otros análogos, como los de las catástrofes producidas por el hombre, se han planteado una serie de alternativas, y se ha puesto la mirada en las soluciones público-privadas como elementos que pueden añadir una resiliencia adicional al mercado asegurador frente a este riesgo. Si ha habido un evento que haya hecho explorar los límites de la asegurabilidad, ha sido este.

Aunque se está lejos de alcanzar un consenso, hay algunas ideas que van ganando más peso, entre las cuales figuran (The Geneva Association, 2021) las siguientes:

- Es necesario que los gobiernos se impliquen como aseguradores de último recurso, tal y como ha sucedido en este caso, reconociendo implícitamente que la parte del león del problema queda fuera del ámbito asegurable.
- Aunque este riesgo no sea asegurable, el sector puede jugar un papel importante de cara al aumento de la resiliencia de la sociedad y en la mejora de la preparación frente a futuras pandemias o epidemias. Estas formas de colaboración pasan por la mejora de la concienciación de los asegurados frente a este riesgo, el apoyo a los gobiernos en la estimación del riesgo de pandemia

y el diseño de pólizas que incentiven la mitigación del riesgo (por ejemplo, considerando planes de continuidad del negocio, sugiriendo medidas de protección en los centros de trabajo y otras medidas para la adaptación, como la ciberseguridad, con cuyas pólizas estas tendrían muchos puntos en común).

A lo largo de estos largos meses, se han planteado propuestas más o menos concretas para dar cobertura, siquiera parcial, a este riesgo. En Francia se propuso CATEX, una mejora del sistema de catástrofes naturales para incluir este riesgo; Reino Unido (Lloyd's) planteó una serie de programas *ReStart* a corto plazo para la cobertura de pérdida de beneficios a PyMEs como consecuencia de la COVID-19, *Recover Re* para cubrir la pérdida de beneficios no contingente a medio plazo y *Black Swan Re*, como programa de reaseguro para cubrir las pérdidas de beneficios derivadas de los riesgos sistémicos a largo plazo. Los EE.UU. han llegado a aprobar la Ley de Aseguramiento del Riesgo de Pandemia (PRIA, por sus siglas en inglés), a imagen y semejanza del programa de seguro del riesgo de terrorismo puesto en marcha después del 11-S. Con PRIA el seguro privado tendrá una participación, aunque el 95 % del riesgo estará cubierto por el programa federal. El programa está diseñado para la cobertura de la pérdida de beneficios y de cancelaciones de eventos derivadas de las medidas gubernamentales derivadas de la declaración de la emergencia de salud pública. En todo caso, se trata de un programa en el que el estado es por abrumadora mayoría el asegurador de último recurso, prácticamente casi idéntico a las demás medidas que otros gobiernos adoptan en otras jurisdicciones para el reflotamiento de la economía y que, como se vio en el apartado 2.4 han tenido un considerable impacto en el aumento de la deuda pública.

El resultado final de esta pandemia ha sido que, pese a la mayoría de estos diseños, la mayor parte de las empresas y de los puestos de trabajo en peligro se han beneficiado, en mayor o menor grado, de fondos públicos para hacer frente a las consecuencias más graves de la pérdida de beneficios. Esto hace que en este momento sea poco oportuno plantear cualquier tipo de medida para la cobertura del riesgo de pandemia: para las aseguradoras por cualquier resonancia que pudiera tener con las disputas judiciales sobre las coberturas de pérdidas de beneficios que se han dado en algunos casos, y para los potenciales asegurados puesto que, ¿por qué habrían de pagar una prima, que para que fuera eficiente debería ser obligatoria, para obtener lo que ya han obtenido del estado? (Montador, 2021).

Una vez que toda esta situación se deje atrás, y teniendo siempre en cuenta que el sector asegurador probablemente tenga un papel complementario y secundario en

importancia al de las medidas gubernamentales, sí que habría oportunidad plantear alguna medida *ex ante* en el sentido de lo apuntado por *The Geneva Association*.

## 4. Conclusiones.

Se ha pretendido a lo largo de estas páginas, hacer un ejercicio más teórico y conceptual que práctico y aplicado, aunque se han aportado ejemplos para clarificar o acercar alguno de los temas planteados a una realidad más tangible, sobre cuál es el papel y la oportunidad del seguro frente a los riesgos catastróficos, que en no pocas ocasiones pueden llegar a ser sistémicos.

Para ello se comenzó por plantear las preguntas sobre qué son los riesgos y de qué se componen, analizando esos componentes por separado y viendo esas interrelaciones para tres ejemplos de riesgos catastróficos: los naturales, con una atención particular a su exacerbación como consecuencia del cambio climático; los ciberriesgos y el riesgo de pandemia.

Una primera conclusión es que los tres tienen una característica común: en todo momento estos riesgos son una consecuencia directa de la sociedad que los sufre.

En el caso de los riesgos naturales por el desarrollo socioeconómico y el modelo productivo, que aumenta la exposición y la susceptibilidad, y por el uso de combustibles fósiles y otras formas de gestión del territorio que son la causa inequívoca del cambio climático, aumentando también la peligrosidad.

En el caso de los ciberriesgos, es obvio que es un riesgo causado por el hombre. De nuevo el modelo de desarrollo, en este caso del uso masivo de tecnologías de la información y su interconexión absoluta y sin precedentes a nivel global hace que aumente espectacularmente el orden de magnitud de los impactos que puede tener este tipo de delincuencia.

Las pandemias son un riesgo susceptible de aumentar en frecuencia e intensidad por el menor espacio que deja la especie humana a las demás, y esta ocupación del hábitat aumenta la proximidad con los agentes patógenos de otras especies que, mutando, pueden afectar a la humanidad. Otros factores, como la superpoblación, o el alto grado de movilidad social, contribuyen a aumentar aún más el riesgo.

En los tres casos, todos los elementos que han contribuido a un mayor bienestar económico y social se han convertido en armas de doble filo que ejercen un peso importante y creciente sobre la propia humanidad.

La segunda conclusión es que el seguro es una vía cierta para el aumento de la resiliencia y que tiene un impacto directo en la gestión de los riesgos mediante la disminución de la vulnerabilidad a través del aumento de la capacidad de respuesta. Y no solo esa, sino que, como se ha tratado, indirectamente tiene también un importante papel en la disminución de la susceptibilidad, el control de la exposición e incluso, en el caso del cambio climático, en la contribución a que no aumente más la peligrosidad gracias a una política de inversiones orientada a esa finalidad. Esto es así más en unos casos, riesgos naturales-cambio climático y ciberriesgos, que en otros -pandemia-, donde la escala del problema es tal que, aunque el seguro pueda tener un papel, probablemente siempre será secundario.

Y la tercera conclusión se desprende automáticamente de la anterior. La validez del seguro se multiplica cuando opera explícita y deliberadamente como un mecanismo más para la gestión del riesgo. El seguro operando de forma aislada no puede evitar los riesgos y tiene una capacidad limitada de respuesta a los mismos. Sin embargo, operando coordinadamente con los demás actores en la gestión del riesgo, proporcionando datos de daños, aumentando la concienciación social a través de los asegurados y fomentando directa o indirectamente la prevención, se convierte en una herramienta muy poderosa para la gestión del riesgo cuya transferencia, además, se hace posible y sostenible y supone una oportunidad de desarrollo para el propio sector asegurador.

$$\text{RIESGO} = \text{PELIGRO} \times \text{EXPOSICIÓN} \times (\text{Susceptibilidad} \times \text{C. Respuesta})$$

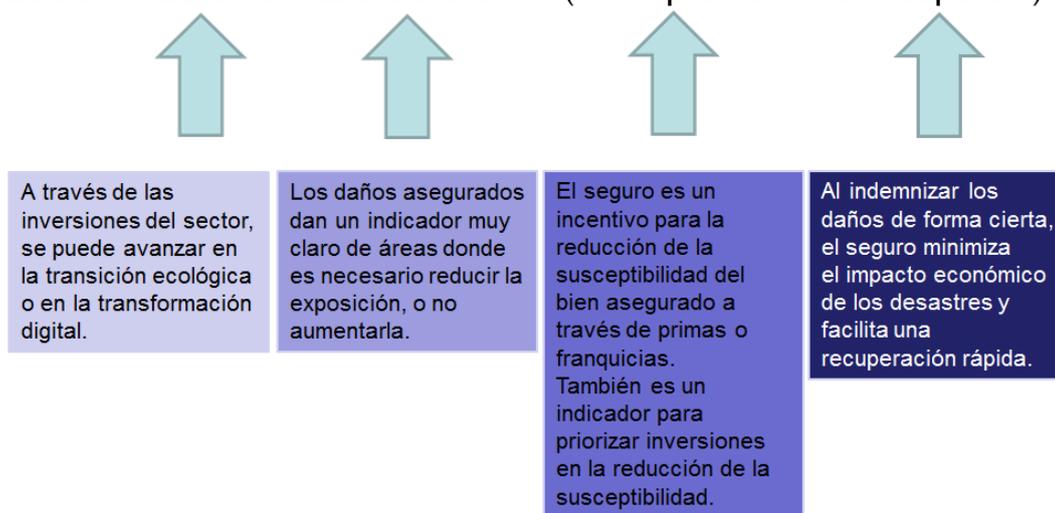


Figura 17: El papel del seguro sobre cada uno de los componentes del riesgo (elaboración propia).

## Referencias bibliográficas.

AEMET (2015). Proyecciones climáticas para el s. XXI. Agencia Estatal de Meteorología (disponible en línea en: [http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio\\_climat/result\\_graficos](http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat/result_graficos), consulta el 9 de octubre de 2021).

AEMET (2018). Mapas climáticos de España (1981-2010) y ETo (1996-2016). Agencia Estatal de Meteorología (disponible en línea en: [https://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/recursos\\_en\\_linea/publicaciones\\_y\\_estudios/publicaciones/MapasclimaticosdeEspana19812010/MapasclimaticosdeEspana19812010.pdf](https://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/publicaciones/MapasclimaticosdeEspana19812010/MapasclimaticosdeEspana19812010.pdf), consulta el 9 de octubre de 2021).

AEMET (2021). *Informe sobre el estado del clima de España 2020*. Agencia Estatal de Meteorología (disponible en línea en: [http://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/recursos\\_en\\_linea/publicaciones\\_y\\_estudios/publicaciones/Informes\\_estado\\_clima/Informe\\_clima\\_2020.pdf](http://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/publicaciones/Informes_estado_clima/Informe_clima_2020.pdf), consulta el 9 de octubre de 2021).

Álvarez Camiña, Sergio, A. Nájera y F. Espejo (2016). “El impacto del cambio climático en el sector financiero y de seguros”, en *Información Comercial Española*, Nº 892 (Ejemplar dedicado a: Economía y cambio climático: reto y oportunidad, disponible en línea en: <http://www.revistasice.com/index.php/ICE/article/view/1879/1879>, consulta el 26 de octubre de 2021).

Artemis (2021a). *Global insurance protection gap hit \$1.4 trillion high in 2020: Swiss Re*. Artemis (disponible en línea en: <https://www.artemis.bm/news/global-insurance-protection-gap-hit-usd-1-4-trillion-high-in-2020-swiss-re/>, consulta el 24 de octubre de 2021).

Artemis (2021b). *Catastrophe Bond & Insurance-Linked Securities Deal Directory*. Artemis (disponible en línea en: <https://www.artemis.bm/deal-directory/>, consulta el 26 de octubre de 2021).

BitSight (2020). *The security implications of an increasingly remote workforce*. BitSight (disponible en línea en: <https://bitsighttech.postclickmarketing.com/security-implications-of-an-increasingly-remote-workforce>, consulta el 12 de octubre de 2021).

CCR (2020). *La prévention des catastrophes naturelles par le Fonds de prévention de risques naturels majeurs : bilan 1995-2019*. Caisse Centrale de Réassurance et Ministère de la transition écologique (disponible en línea en : [https://catastrophes-naturelles.ccr.fr/documents/148935/544891/Rapport+national\\_Pr%C3%A9vention\\_FP\\_RNM.pdf/ac8354c5-fd29-ee60-2113-9a9d94c6f32b?t=1610726340777](https://catastrophes-naturelles.ccr.fr/documents/148935/544891/Rapport+national_Pr%C3%A9vention_FP_RNM.pdf/ac8354c5-fd29-ee60-2113-9a9d94c6f32b?t=1610726340777), consulta el 26 de octubre de 2021).

CCS (2008). *La cobertura aseguradora de las catástrofes naturales: diversidad de sistemas*. Consorcio de Compensación de Seguros (disponible en línea en: <https://www.conorseguros.es/web/documents/10184/44193/catastrofesNaturales/80d641ad-84f1-414a-94e7-753339bd4e7c>, consulta el 25 de octubre de 2021).

CCS (2017). *Guía para la reducción de la vulnerabilidad de los edificios frente a las inundaciones*. Dirección General del Agua y Consorcio de Compensación de Seguros.

CEDEX (2021). *Impacto del cambio climático en las precipitaciones máximas en España*. Informe técnico. Centro de Estudios Hidrográficos, Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.

CRO Forum (2016), *CRO Forum Concept Paper on a proposed categorisation methodology for cyber risk*. CRO Forum, Amsterdam.

Cummins, J. David, G. Dionne, R. Gagné y A. Noura (2021). “The costs and benefits of reinsurance”, en *The Geneva Papers on Risk and Insurance: issues and practice*, Vol. 46, nº 2.

De Bandt, Olivier y P. Hartmann (2000). *Systemic Risk: a survey*. Working paper no. 35. European Central Bank.

De Smidt, Guido y W. Botzen (2018). “Perceptions of Corporate Cyber Risks and Insurance Decision-Making”, en *The Geneva Papers on Risk and Insurance: Issues and Practice*, Vol. 43 No. 2. The Geneva Association y Palgrave MacMillan.

Domínguez, Nuño y Zafra, Mariano (2021). “Un punto caliente bajo Canarias alimenta el volcán de La Palma y creará nuevas islas”. *El País, Sección Materia*, 1 de octubre de 2021 (<https://elpais.com/ciencia/2021-10-01/un-punto-caliente-bajo-las-canarias-alimenta-el-volcan-de-la-palma-y-creara-nuevas-islas.html>, consulta el 2 de octubre de 2021).

EIOPA (2021). *Methodological paper on the potential inclusion of climate change in the Nat Cat standard formula*. European Insurance and Occupational Pensions Authority (disponible en línea en: [https://www.eiopa.europa.eu/document-library/methodology/methodological-paper-potential-inclusion-of-climate-change-nat-cat\\_en](https://www.eiopa.europa.eu/document-library/methodology/methodological-paper-potential-inclusion-of-climate-change-nat-cat_en), consulta el 26 de octubre de 2021).

Espejo, Francisco (2016). “Cambio climático y seguro, una interrelación multifacética” en *Consorsegueros Digital*, nº 4, abril de 2016 (disponible en línea en: <https://www.consorseguerosdigital.com/es/numero-04/portada-04/cambio-climatico-y-seguro-una-interrelacion-multifacetica>, consulta el 26 de octubre de 2021).

Espejo, Francisco (2020). “Seguros de responsabilidad y cambio climático”, en *Aseguranza*, nº-264, octubre de 2020, pp. 36-37.

European Commission (2017). *Insurance of weather and climate related disaster risk: Inventory and analysis of mechanisms to support damage prevention in the EU*. Technical Report, August 2017. European Commission – Ramboll - Vrije Universiteit Amsterdam.

Ferreiro, Pablo, A. Rambla, M. Aparicio y J.F. Arrazola (2020), “Casos piloto de adaptación al riesgo de inundación”, en *Consorsegueros Digital*, nº 12, primavera de 2020 (disponible en línea en: <https://www.consorseguerosdigital.com/es/numero-12/portada/casos-piloto-de-adaptacion-al-riesgo-de-inundacion>, consulta el 26 de octubre de 2021).

Financial Times (2021). *Coronavirus Tracker*. Financial Times (disponible en línea en: <https://www.ft.com/content/a2901ce8-5eb7-4633-b89c-cbdf5b386938>, consulta el 12 de octubre de 2021).

Flynn, Ed (2004). "Bankruptcy and natural disasters". *American Bankruptcy Institute Journal*, Vol. 23, nº 10.

Global Footprint Network (2021). *National Footprints and Biocapacity Accounts*. (Disponible en línea en: <https://www.overshootday.org/how-many-earths-or-countries-do-we-need/>, consulta el 10 de octubre de 2021).

Gurrea-Nozaleda, Aránzazu, J.A. Hernando, M. Aparicio, J.F. Arrazola y G. Magdaleno (2021). "El camino a la adaptación frente al riesgo de inundación: la promoción de ayudas", en *Consegueros Digital*, nº-14, primavera de 2021 (disponible en línea en: <https://www.conseguerosdigital.com/es/numero-14/portada/el-camino-a-la-adaptacion-frente-al-riesgo-de-inundacion-la-promocion-de-ayudas>, consulta el 26 de octubre de 2021).

Hidalgo, Ana Isabel (2020). *Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la actividad aseguradora*. Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Madrid.

ICEA (2021). *Anuario del sector asegurador: datos 2020*. ICEA, Madrid.

IGN (2021). *Galería de visualizaciones en ArcGIS del Instituto Geográfico Nacional* (<https://ign-esp.maps.arcgis.com/home/gallery.html>, consulta el 4 de octubre de 2021).

IMF (2021). *Database of fiscal policy responses to COVID-19*. International Monetary Fund (disponible en línea en: <https://www.imf.org/en/Topics/imf-and-covid19/Fiscal-Policies-Database-in-Response-to-COVID-19>, consulta el 18 de octubre de 2021).

IPCC (2021). "Summary for Policymakers". En *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate*. Cambridge University Press.

IPCC (2021b). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.

Jarzabkowski, Paula, R. Bednarek and P. Spee (2015). *Making a Market for Acts of God: the practice of risk-trading in the global reinsurance industry*. Oxford University Press.

Jarzabkowski Paula, K. Chalkias, E. Cacciatori and R. Bednarek (2018a). *Between State and Market: Protection Gap Entities and Catastrophic Risk*. Londres: Cass Business School, City University of London.

Jarzabkowski Paula, K. Chalkias, E. Cacciatori and R. Bednarek (2018b). "Entidades para reducir la brecha en la cobertura (PGE): ámbito de las colaboraciones entre el gobierno y el mercado para el seguro de catástrofes" en *Consegueros Digital*, nº 9, otoño de 2018 (disponible en línea en: <https://www.conseguerosdigital.com/es/numero-09/portada/entidades-para-reducir->

[la-brecha-en-la-cobertura-pge-ambito-de-las-colaboraciones-entre-el-gobierno-y-el-mercado-para-el-seguro-de-catastrofes](#), consulta el 25 de octubre de 2021).

Jarzabkowski, Paula, W. Chalkias, D. Clarke, E. Idayen, D. Stadtmueller and A. Zwick (2019). *Insurance for climate adaptation: opportunities and limitations*. Global Commission on Adaptation, Rotterdam and Washington DC.

JHU (2021). *Coronavirus Resource Center*. Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU) (<https://coronavirus.jhu.edu/map.html>, consulta el 12 de octubre de 2021).

Jemli, R., Chtourou y R. Feki (2010), "Insurability challenges under uncertainty. An attempt to use the artificial neural network for the prediction of losses from natural disasters". *Panoeconomicus*, Vol 57/1.

Jiménez, María José y M. García (2020), "Mejora de la estimación de los costes reales de los desastres", en *Consorteguros Digital*, nº 13, otoño de 2020 (disponible en línea en: <https://www.consortegurosdigital.com/es/numero-13/portada/mejora-de-la-estimacion-de-los-costes-reales-de-los-desastres>, consulta el 26 de octubre de 2021).

Kuhnreuther, Howard C. y E.O. Michel-Kerjan (2011). *At War with the Weather*. The MIT Press, Cambridge, MA.

La Moncloa (2021). *Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba la declaración del Gobierno ante la emergencia climática y ambiental* (disponible en línea en: [https://www.lamoncloa.gob.es/consejodeministros/resumenes/Documents/2020/210120-Declaracion\\_emergencia-climatica.pdf](https://www.lamoncloa.gob.es/consejodeministros/resumenes/Documents/2020/210120-Declaracion_emergencia-climatica.pdf), consulta el 15 de octubre de 2021).

Markovic, Tom y S. Harry (2018). *Parametric Insurance: a Tool to Increase Climate Resilience*. MarshMcLennan Publications (disponible en línea en: <https://www.marshmclennan.com/insights/publications/2018/dec/parametric-insurance-tool-to-increase-climate-resilience.html>, consulta el 26 de octubre de 2021).

Martínez Gomáriz, Eduardo, M. Guerrero Hidalgo, E. Forero Ortiz, S. Castán, M. Velasco Droguet y A. Villanueva Blasco (2020). "Inundaciones pluviales en zonas urbanas españolas: un modelo de estimación de daños basado en la experiencia pericial" en *Consorteguros Digital*, nº 12, primavera de 2020 (disponible en línea en: <https://www.consortegurosdigital.com/es/numero-12/portada/inundaciones-pluviales-en-zonas-urbanas-espanolas-un-modelo-de-estimacion-de-danos-basado-en-la-experiencia-pericial>, consulta el 24 de octubre de 2021).

Mechler, Reinhard, L.M. Bouwer, T. Schinko, S. Surminski, J. Linnerooth-Bayer (Eds.) (2019). *Loss and Damage from Climate Change*. Springer.

Moncoulon, David (2016). "Consecuencias del cambio climático para el seguro de catástrofes naturales en Francia" en *Consorteguros Digital*, nº 4, primavera de 2016 (disponible en línea en: <https://www.consortegurosdigital.com/es/numero-04/portada-04/consecuencias-del-cambio-climatico-para-el-seguro-de-catastrofes-naturales-en-francia>, consulta el 10 de octubre de 2021).

Montador, Laurent (2021). “Pool de resseguro: a medida certa no momento errado”, en *The Fullcover*, nº-14, primavera-verano 2021. MDS Group, Lisboa.

Morgan, Steve (2020). “Global Cybercrime Damages Predicted To Reach \$6 Trillion Annually By 2021” en *Cybercrime Magazine* (disponible en línea en: <https://cybersecurityventures.com/annual-cybercrime-report-2020/>, consulta el 12 de octubre de 2021).

Naciones Unidas (2015). *Acuerdo de París* (disponible en línea en: [https://unfccc.int/sites/default/files/spanish\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf), consulta el 9 de octubre de 2021).

NOAA (2021). *Trends in Atmospheric Carbon Dioxide*. Global Monitoring Laboratory, National Oceanic and Atmospheric Administration (<https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/>, consulta el 6 de octubre de 2021).

OECD (2017). *Enhancing the Role of Insurance in Cyber Risk Management*. OCDE (disponible en línea en: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264282148-en.pdf?expires=1635264311&id=id&accname=guest&checksum=53A43DAD0385C55CACF79690EDDC88A3>, consulta el 26 de octubre de 2021).

OECD (2018). *The Contribution of Reinsurance Markets to Managing Catastrophe Risk*. OCDE (disponible en línea en: <https://www.oecd.org/finance/the-contribution-of-reinsurance-markets-to-managing-catastrophe-risk.pdf>, consulta el 25 de octubre de 2021).

OECD (2020). *Building a Sustainable Cyber Insurance Market: the Role of Public Policy and Regulation*. OECD: Insurance Policy Insights (disponible en línea en: <https://www.oecd.org/daf/fin/insurance/Building-a-Sustainable-Cyber-Insurance-Market.pdf>, consulta el 26 de octubre de 2021).

OECD (2021). *ICT Access and Usage by Businesses*. OCDE (disponible en línea en: [https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=ICT\\_BUS#](https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=ICT_BUS#), consulta el 12 de octubre de 2021).

OECD (2021b). *Addressing the Protection Gap for Pandemic Risk: Setting the Scene*. OCDE (disponible en línea en: [www.oecd.org/finance/insurance/addressing-protection-gap-pandemic-risk.htm](http://www.oecd.org/finance/insurance/addressing-protection-gap-pandemic-risk.htm), consulta el 12 de octubre de 2021).

OECD (2021c). *Responding to the COVID-19 and Pandemic Protection Gap in Insurance*. OCDE (disponible en línea en: <https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/responding-to-the-covid-19-and-pandemic-protection-gap-in-insurance-35e74736/>, consulta el 18 de octubre de 2021).

OECD (2021d). *Enhancing Financial Protection Against Catastrophe Risk: The Role of Catastrophe Risk Insurance Programmes*. OCDE (disponible en línea en: <https://www.oecd.org/daf/fin/insurance/Enhancing-financial-protection-against-catastrophe-risks.htm>, consulta el 25 de octubre de 2021).

Pérez, Nemesio (2021). “La gestión del riesgo volcánico en España” en *Conorseguros Digital*, nº 14, primavera de 2021 (disponible en línea en:

<https://www.conorsegurosdigital.com/es/numero-14/portada/la-gestion-del-riesgo-volcanico-en-espana>, consulta el 4 de octubre de 2021).

Quinto, Cornel (2011). *Insurance Systems in Times of Climate Change*. Springer-Schultess, Zurich-Basilea-Ginebra.

Rubio, Sonsoles (2020). “Criterios ESG, no hay vuelta atrás”, en *Actuarios*. Nº 47, otoño de 2020. Instituto de Actuarios Españoles, pp. 14-15.

Schanz, K. (2020). *An investigation into the insurability of Pandemic Risk*. The Geneva Association.

Servicio de Estudios de MAPFRE (2020). *Inversiones del sector asegurador*, Fundación MAPFRE, Madrid.

Seviour, William (2017). “Weakening and shift of the Arctic stratospheric polar vortex: Internal variability or forced response?” en *Geophysical Research Letters*, Vol. 44, nº 7.

Swiss Re (2020a). *Natural catastrophes in times of climate change: an increase in property damage from soil subsidence in Europe*. Sigma 2/2020. Swiss Re Institute.

Swiss Re (2020b). *Natural catastrophes: Tracking the protection gap (2010-2019)*. Swiss Re Institute (disponible en línea en: <https://files.swissre.com/natcat-protection-gap-map/index.html>, consulta el 24 de octubre de 2021).

Taleb, Nassim Nicholas (2010). *The Black Swan: the impact of the highly improbable*. Penguin Books.

The Geneva Association-IFTRIP (2020). *Cyber War and Terrorism: Towards a common language to promote insurability*. The Geneva Association e International Forum of Terrorism Risk (Re)Insurance Pools.

The Geneva Association-IFTRIP (2020). *Mapping a Path to Cyber Attribution Consensus*. The Geneva Association e International Forum of Terrorism Risk (Re)Insurance Pools.

The Geneva Association (2021). *Public-private Solutions to Pandemic Risk: opportunities, challenges and trade-offs*. The Geneva Association.

United Nations (2019). *World Population Prospects*. Department of Economic and Social Affairs (disponible en línea en: <https://population.un.org/>, consulta el 10 de octubre de 2021).

UNU-EHS (2021). *Disaster risk, social protection and readiness for insurance solutions*. United Nations University-Institute for Environment and Social Security. Report nº 27.

WMO (2021). *WMO atlas of mortality and economic losses from weather, climate and water extremes (1970-2019)*. Organización Meteorológica Mundial, WMO-No. 1267.

World Bank (2017). *Financial Protection against Crises and Disasters*. Disaster Risk Financing&Insurance Group. The World Bank Group (disponible en línea en:

[file:///C:/Users/ccs0516/Downloads/Financial%20Protection%20Against%20Crises\\_final.pdf](file:///C:/Users/ccs0516/Downloads/Financial%20Protection%20Against%20Crises_final.pdf), consulta el 25 de octubre de 2021).

World Economic Forum (2021). *Global Risks Report 2021, 16<sup>th</sup> edition*.

