

Aproximació a l'estudi de les vulnerabilitats de l'economia espanyola als efectes esperats del canvi climàtic

Kelsang Ullod Reboredo

Tutor: Enric Tello Aragay

Administració i Direcció d'Empreses (ADE)

Universitat de Barcelona, 2020-2021

Agraïments: Quan un observa la quantitat de coses del que depèn la vida d'un mateix, sol queda celebrar-la. Gràcies pare i mare, amics i família. Especialment, al tutor d'aquest treball, Enric Tello, per acompanyar-me i ajudar-me en tot moment.

Resum:

En la present revisió bibliogràfica analitzem quins son els impactes més importants que s'esperen del canvi climàtic i quines problemàtiques podrien representar per l'economia espanyola, tant en el seu creixement com als sectors que la conformen. Ho drem a terme agafant com a referents dos economistes molt influents i rellevants d'aquesta matèria, Nicholas Stern i Tim Jackson, complementant-los amb altres articles i informes científics realitzats per diverses institucions internacionals. Les respostes donades a les hipòtesis plantejades evidencien la incoherència de continuar amb el sistema econòmic imperant i la inacció que predomina en la majoria de sectors i governs atès que contradiuen el creixement propugnat i amenacen la prosperitat, posant en perill la vida de milers de milions de persones. Destacarem la importància d'actuar de forma immediata per frenar la crisi ambiental global, i en conseqüència també econòmica, prevista per a les pròximes dècades.

Paraules clau:

Canvi climàtic – Crisi climàtica – Capitalisme – Estat del benestar – IPPC – Economia Ecològica – Anàlisi Input-Output Ambientalment Ampliada de l'Economia Espanyola

Title: Approach to the study of the vulnerabilities of the Spanish economy to the expected effects of climate change.

Abstract:

In the present bibliographic review we analyse the most predominant impacts of climate change that are expected and the problems that these could entail for the Spanish economy, both in its growth and in the sectors that make it up. To accomplish this purpose we will base our research on the premises set by Nicholas Stern and Tim Jackson, two economists with great relevance and influence in the field, to respond to the following hypotheses: 1) as time goes on, and the current inactivity continues, the cost of investment to curb the global temperature increase becomes increasingly high due to the effects of the environmental change it causes, and even more so taking into account the biogeographic location of the Iberian Peninsula; 2) the implementation of real change processes in climate change mitigation and adaptation represents a new type of economy that leaves behind the objective of growth and puts people and the environment at the centre. Its resolution, complemented from other articles and scientific reports made by various international institutions such as the IPPC, the NOAA or the WMO, demonstrates the inconsistency of continuing with the prevailing economic system and the inaction that predominates in most sectors and governments since they disable the growth and threaten prosperity, endangering the lives of billions of people. This document highlights the importance of acting immediately to curb the global environmental crisis, and consequently economic crisis, planned for the coming decades.

Key words:

Climate change – Climate crisis – Capitalism – Welfare state – IPPC – Ecological Economics – Environmentally Extended Input-Output Analysis of the Spanish Economy

ÍNDEX

I. INTRODUCCIÓ	4
II. MARC GENERAL DEL PROBLEMA	5
2.1. Què és el canvi climàtic?	5
2.2. Conseqüències i problemes que comporta el canvi climàtic	10
2.2.1. Increment de la temperatura mitjana.....	11
2.2.2. Acidificació dels oceans.....	12
2.2.3. Augment de la temperatura dels oceans.....	12
2.2.4. Reducció de la criosfera	13
2.2.5. Augment del nivell del mar.....	14
2.2.6. Estratificació tèrmica i hipòxia	16
2.2.7. Salinitat ¹	17
2.2.8. Fenòmens meteorològics extrems.....	18
2.2.8.1. Tempestes i huracans/tifons/ciclons	18
2.2.8.2. Onades de calor i temperatures extremes.....	18
2.2.9. Alteració de les precipitacions i sequeres.....	19
2.2.10. Desertificació i degradació del sòl	19
2.2.11. Auge dels refugiats climàtics	20
2.2.12. Pèrdua de biodiversitat	21
III. HIPÒTESI SOBRE ELS MAJORS IMPACTES ESPERABLES DEL CANVI CLIMÀTIC, I DE LA SEVA ADAPTACIÓ, EN L'ECONOMIA ESPANYOLA.....	22
3.1. Situació econòmica espanyola actual.....	22
3.1.1. Productivitat	27
3.1.2. Estructura productiva	28
3.1.3. Balança comercial i de capitals	31
3.1.4. La nova i diferent normalitat	31
3.2. Vulnerabilitat de l'economia espanyola pels impactes esperables del canvi climàtic	33
3.2.1. Agricultura.....	33
3.2.2. Turisme.....	34
3.2.3. Transports i Infraestructures	35
3.2.4. Pesca	36
3.2.5. Ramaderia.....	36
3.2.7. Altres sectors.....	38
3.3. Quina metodologia d'anàlisi econòmica permetria fer previsions fiables sobre els canvis tecnològics i estructurals que caldria fer en tots aquests sectors per mitigar i adaptar-nos al canvi climàtic?	39
IV. CONCLUSIONS	41
V. BIBLIOGRAFIA	43

I. INTRODUCCIÓ

Quins efectes pot tenir el canvi climàtic per a l'economia espanyola? Quins canvis haurà d'afrontar per fer-hi front, mitigar-lo i adaptar-s'hi? Quines serien les principals hipòtesis a estudiar, confirmar o modificar? Quina metodologia ens permetria fer aquest estudi? Vivint en un món enfocat principalment al creixement econòmic, i tenint en compte els problemes econòmics derivats del canvi climàtic en marxa i els avisos per part de la ciència, potser caldria preguntar-nos-ho. Hi ha avisos que aparentment ens haurien de despertar, com el percentatge (74%) de superfície espanyola que es troba en perill de desertificació (*Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente, 2016*) o la forta amenaça que representa per la productivitat l'augment de temperatura, que tanmateix passen desapercibuts en el nostre dia a dia alhora de prendre decisions. Aquest és l'objectiu d'aquest estudi introductor basat en una revisió bibliogràfica, on ens plantejarem analitzar des d'un punt de vista conceptual quines podrien ser les conseqüències econòmiques del canvi climàtic, i quines problemàtiques específiques podrien desencadenar en l'economia espanyola i la nostra societat. La motivació és deixar palesa una de les principals deficiències del nostre sistema econòmic, que menysprea aquest gran repte i subestima l'impacte mediambiental de les nostres activitats.

Per dur a terme aquesta primera aproximació conceptual, utilitzarem dues referències claus de l'amplia literatura existent: els estudis duts a terme per Tim Jackson i Nicholas Stern, compaginant-los amb altres informes científics realitzats per institucions internacionals, com l'IPPC. D'aquests dos autors, anteriorment citats, adoptem les dues principals hipòtesis d'aquest treball: 1) a mesura que va passant el temps, i es prolonga l'actual inactivitat, el cost de la inversió per frenar l'augment de temperatura global esdevé cada vegada més elevat pels efectes del canvi ambiental que provoca, i més encara tenint en compte la situació biogeogràfica de la Península Ibèrica; i 2) que la posta en marxa de processos de canvi reals en la mitigació i adaptació suposa un nou tipus d'economia que deixi enrere l'objectiu del creixement i posi en el centre les necessitats de cura de les persones i el medi ambient.

Per formular aquestes hipòtesis, mostrarem quines podrien ser les principals vulnerabilitats del canvi climàtic pels sectors vitals de l'economia espanyola, a més a més d'aquells que hi tenen més a perdre, basant-nos en els resultats extrets dels estudis i referents bibliogràfics recopilats. Finalment ens preguntarem sobre quina eina metodològica seria la més convenient per quantificar els principals impactes macroeconòmics dels efectes del canvi climàtic sobre l'economia espanyola, deixant entreveure els costos i canvis estructurals necessaris per mitigar-lo i adaptar-s'hi als escenaris previstos per l'IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*). A partir d'aquesta primera aproximació conceptual, també reflexionarem sobre les raons per les quals hem arribat fins aquest punt, on la supervivència de les diferents formes de vida i la nostra es troben en risc, plantejant-nos quines en són les causes i a qui o què les podem atribuir, per tal d'esbrinar si el sistema econòmic neoliberal actual pot fer front a la crisi climàtica o l'hem de repensar radicalment i urgent amb una nova economia que posi en el centre la relació entre el funcionament ecològic de la Terra i el de l'economia, tant com proposen cada cop més economistes.

Sabem que d'aquesta problemàtica ja se'n parlava abans de mitjans del segle passat, però els anys han anat passant sense que als enfocaments dominants de les ciències econòmiques i empresarials gairebé ningú li prestés la suficient rellevància. Mentre que, a dia d'avui, i després d'haver-se acumulat tantes dades científiques esgarrifoses, sabem del cert que la tenia.

II. MARC GENERAL DEL PROBLEMA

2.1. Què és el canvi climàtic?

Anomenem canvi climàtic a la variació global del clima de la Terra en tots els paràmetres que el componen (temperatura, precipitacions, nuvolositat, etc.) en diverses escales de temps. Les seves causes poden ser naturals i/o per l'acció del ésser humà, ja que si mirem com ha anat variant la temperatura global de la Terra veurem com aquesta ha augmentat i disminuït en certs períodes al llarg de milers d'anys, passant així per períodes de glaciació i d'altres d'escalfament. Avui en dia, però, hi ha un ampli consens científic, gairebé unànim, en què el canvi que actualment estem experimentant del clima és degut a la sobre-emissió de gasos d'efecte hivernacle (GEH) produïts per les activitats econòmiques que duem a terme per proveir la nostra forma de viure. Aquets gasos, en la seva justa mesura són necessaris per retenir la calor del Sol, proporcionant així una temperatura benvolent perquè la vida tal com la coneixem es desenvolupi a la Terra. En canvi, quan es produeix un increment de la seva concentració a l'atmosfera, com ha estat passant principalment des de la Revolució Industrial fins a dia d'avui, es dificulta la sortida del calor reflectit a l'espai per la superfície terrestre, provocant l'anomenat escalfament global que suposa un perillós desviament de la trajectòria climàtica seguida pel planeta Terra des de l'inici de l'Holocè (Fig. 1).

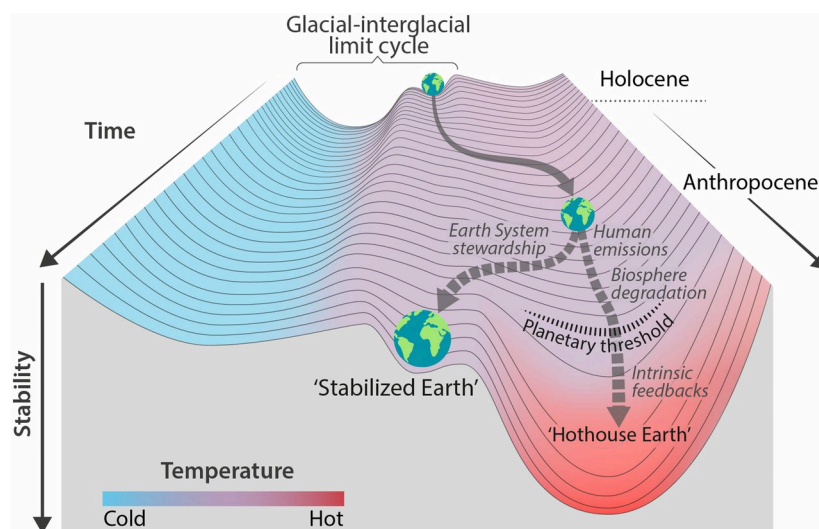


Figura 1: Trajectòria del sistema terrestre més enllà de l'Holocè i, per tant, fora del límit del cicle glacial-interglacial fins a la seva posició actual a la nova era més calenta de l'Antropocè. La bifurcació es mostra com a dues vies divergents del sistema terrestre en el futur (fletxes discontinües). Actualment, el sistema terrestre es troba en una trajectòria de Terra Hivernacle impulsada per les emissions humanes de gasos d'efecte hivernacle i la degradació de la biosfera cap a un límit planetari al voltant de $\sim 2^{\circ}\text{C}$ (línia discontinüa horitzontal), més enllà del qual el sistema segueix un via irreversible impulsada per les seves pròpies retroalimentacions bio-geofísiques. L'altra via condueix a una Terra Estabilitzada, mitjançant la custòdia del sistema terrestre guiada per retroalimentacions creades pels humans envers una conca d'atracció quasi-estable. Aquesta "estabilitat" es defineix aquí (eix vertical) com la inversa de l'energia potencial del sistema. Els sistemes en un estat altament estable (vall profunda) tenen una energia potencial baixa, i es necessita una energia considerable per treure'ls d'aquest estat estable. Els sistemes en un estat inestable (cim d'un turó) tenen una energia potencial elevada i només requereixen una mica d'energia addicional per empènyer-los del turó i baixar cap a una vall d'energia potencial més baixa. Font: Steffen et al. (2018).

La idea bàsica transmesa a la Fig. 1 és que l'injecció d'energia al sistema Terra que suposa l'augment de la concentració atmosfèrica de GEH provocada per l'acció humana pot ser suficient per conduir la trajectòria terrestre cap a l'estat d'una Terra Hivernacle. Per la mateixa raó, la pròpia acció humana encara és a temps d'evitar-ho aturant dràsticament dites emissions i activant els embornals disponibles per absorbir carboni de l'atmosfera. Però si davant aquesta disjuntiva no actuem a temps, i la Terra cau

en un estat hivernacle, l'energia necessària per treure-la d'aquest estat estable ja no estaria en cap cas a l'abast de l'acció humana.

En la següent gràfica (Fig. 2), els principals gasos que provoquen aquesta conseqüència —en un 96% (Butler & Montzka, 2019)— son el diòxid de carboni (CO_2), el metà (CH_4), el monòxid de nitrogen (N_2O) i els clorofluorocarbonis (CFC), tenint en compte que hi ha d'altres contribuents relativament menors com ara els gasos halogenats (15-menor). A més d'aquests, també cal considerar altres gasos com el vapor d'aigua (H_2O) o l'ozó (O_3), considerats influents en l'efecte hivernacle.

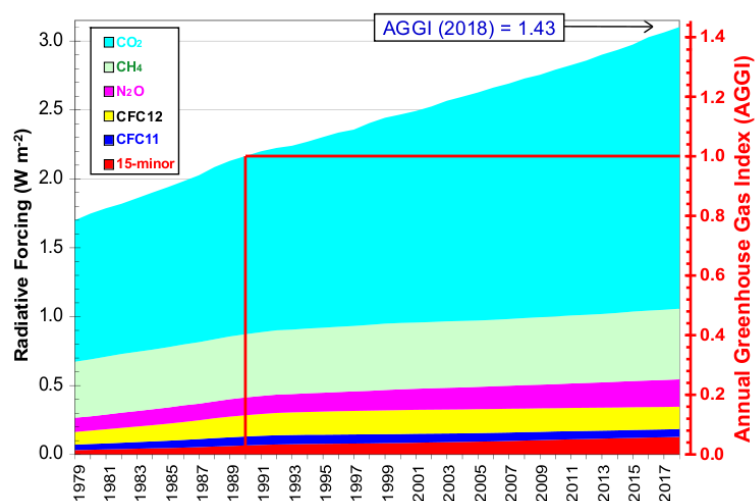


Figura 2: Força radiativa de cada un dels principals GEH i un conjunt de 15 gasos halogenats de menor llargària de vida. Font: Butler & Montzka (2019).

Tal i com podem intuir en la Fig. 2, el forçament radiatiu global del CO_2 és molt superior als demés GEH, aproximadament d'un 80% respecte l'any 1990 (WMO, 2019). Coneixent que els altres GEH són molt més eficaços a l'hora de retenir la calor, aquesta diferència la podem atribuir a les quantitats emeses per aquest tipus de gas en concret a l'atmosfera, incrementant així, el seu grau de concentració. Per ser més exactes, respecte el nivell enregistrat al principi de la Revolució Industrial, el nivell de concentració de CO_2 s'ha vist superat en més d'un 40% (Comissió Europea, n.d.). Per cercar valors precedents comparables, ens hauríem de remuntar entre 3 i 5 milions d'anys enrere, on el nivell del mar era entre deu i vint metres superior a l'actual, amb una temperatura de 2 a 3°C més càlida, tal com va manifestar el Secretari General de la OMM (Organització Meteorològica Mundial), Petteri Taalas, durant la passada presentació del butlletí anual d'emissions *Greenhouse Gas Bulletin*. Una altra particularitat del principal gas causant del l'escalfament global és la permanència que té en l'atmosfera, és a dir, la durada de temps que roman actiu en ella. La seva presència pot trigar 30 anys a desaparèixer en un 50%, un 30% en pocs segles i el 20% restant pot romandre durant molts milers d'anys (Solomon et al., 2007). Per aquesta raó, es posa èmfasi a nivell internacional en els efectes que podria tenir sobre les generacions futures, atès el condicionament que podria suposar per a la seva forma de viure.

Per altra banda, en la següent composició de gràfics de l'IPCC (Figs. 3, 4 i 5) s'observa amb claredat la relació proporcional que hi ha entre l'augment de la concentració dels GEH i l'increment de la temperatura mitjana terrestre a la superfície del sòl i el oceans.

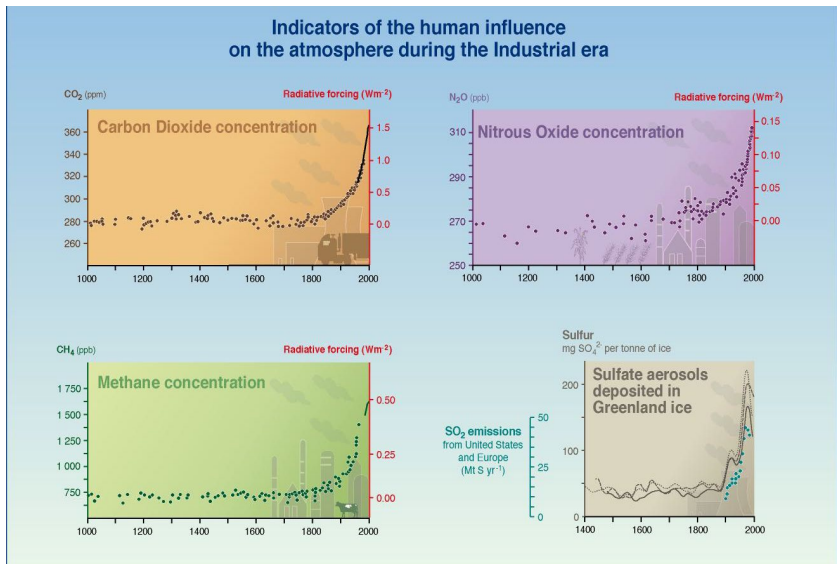


Figura 3: Concentració a l'atmosfera dels principals GEH. Font: IPCC (2001).

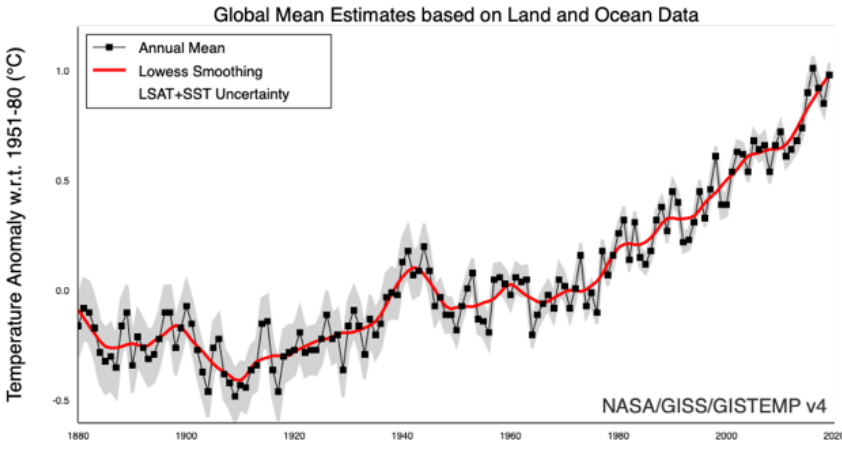


Figura 4: Temperatura mitjana global entre els anys 1880 i 2020. Font: NASA (2020).

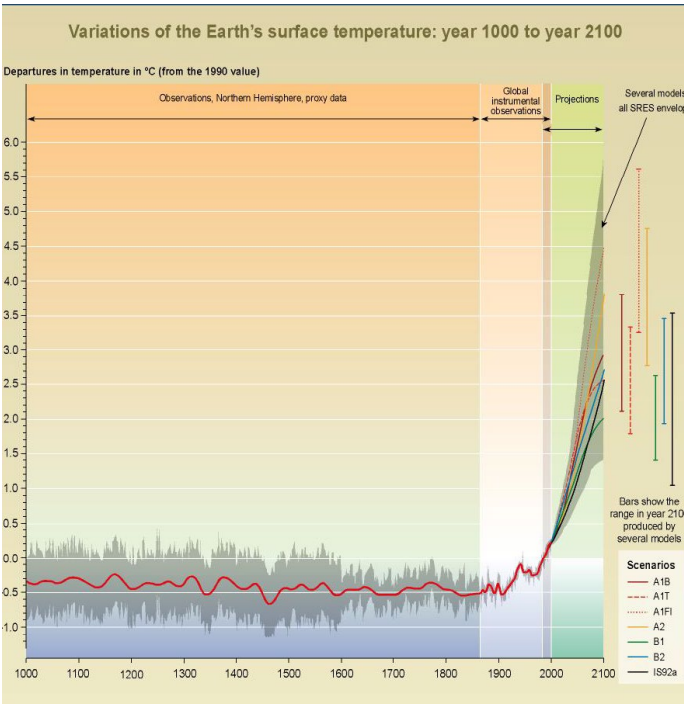


Figura 5: Variació en la temperatura de la superfície terrestre de l'any 1000 al 2100. Font: IPCC (2001).

Segons el consens de la comunitat científica internacional expressat als informes del IPCC, l'increment de les emissions de GEH i l'augment de la temperatura mitjana terrestre estan relacionades de forma causal: una és la conseqüència de l'altra. Per aquest motiu s'emfatitza tant el missatge de reduir les emissions a nivell global, per part de la comunitat científica i altres col·lectius. Convé recalcar que un objectiu cabdal d'aquests avisos és el de mantenir la temperatura global molt per sota del nivell de seguretat dels 2°C (WMO, 2020), a fi d'impedir la possibilitat d'un escalfament planetari irreversible (Steffen et al., 2018) i el corresponent augment del risc de canvis perillosos pel medi ambient a nivell mundial (Comissió Europea, n.d.). Concretament, l'objectiu és reduir les conseqüències de cada dècima de temperatura; i en cas de no ser possible, situar-nos per sota dels 1,5 graus centígrads tal com ha estat establert en l'Acord de Paris de 2015 (en vigor des de 2016).

Una altra característica d'aquest canvi climàtic, que molts científics reiteren, és la velocitat amb la que s'està donant, provocant que les espècies, inclosa la humana, tinguin moltes dificultats per adaptar-se a les noves condicions. Per il·lustrar aquesta velocitat, la figura 6 mostra la diferent tendència que ha anat seguint la temperatura de la Terra al llarg de milions d'anys per contrastar-la amb la variació tèrmica dels segles XX i XXI, i expressar fins a quin punt ha sigut molt ràpida en comparació a les temperatures enregistrades en les diferents escales temporals geològiques anteriors. De fet, si es complissin les prediccions plantejades pel IPCC, un procés gradual de 50 milions d'anys de refredament es veuria revertit en menys de dos segles.

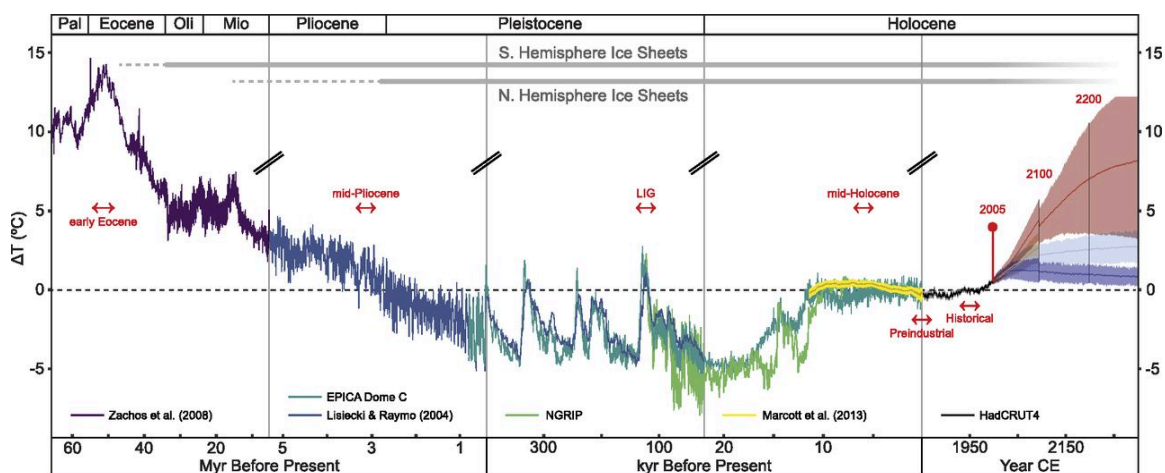


Figura 6: Variació de la temperatura global des dels últims 65 milions d'anys i les possibles tendències anàlogues per a climes futurs. La gràfica es troba representada en tres unitats de temps diferents: milions d'anys (Myr), mil·lenis (kyr) i anys (Years); distingides en diferents etapes històriques de la Terra com a sistema: Pal (Paleocè), Oli (Oligocè), Mio (Miocè), etc. fins a l'Holocè. Font: Burke et al. (2018).

Una de les maneres per trobar les principals fonts d'origen d'aquesta variació de la temperatura terrestre és representar el pes dels principals sectors a l'hora d'emetre GEH, i la seva correlació amb el creixement econòmic. D'una banda, d'aquestes correlacions se'n pot extreure l'alta dependència del sistema econòmic actual del consum de combustibles fòssils a través del càlcul de l'elasticitat entre emissions i creixement del PIB (Burke et al., 2015), entenent la seva variació vinculada, en gran part, al sector analitzat. Els gràfics de les Figs. 7 i 8 mostren el lligam estret entre les fluctuacions del cicle empresarial global i les emissions de CO₂ a curt termini, que es troben visiblement relacionades.

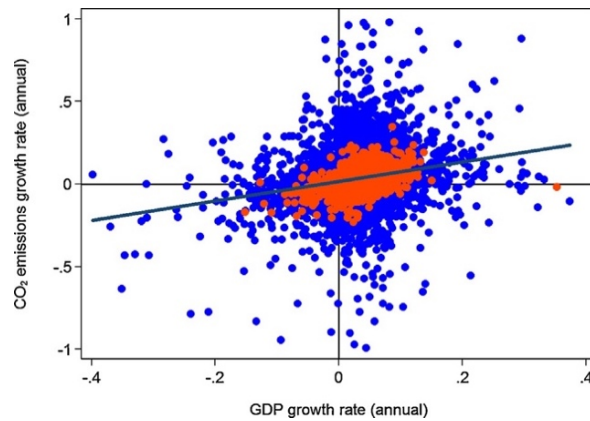


Figura 7: Correlació entre les taxes de creixement anual de les emissions de CO₂ i del creixement del Producte Interior Brut (PIB) en 189 països entre el 1961 i el 2010. Font: Burke et al. (2015, 110).

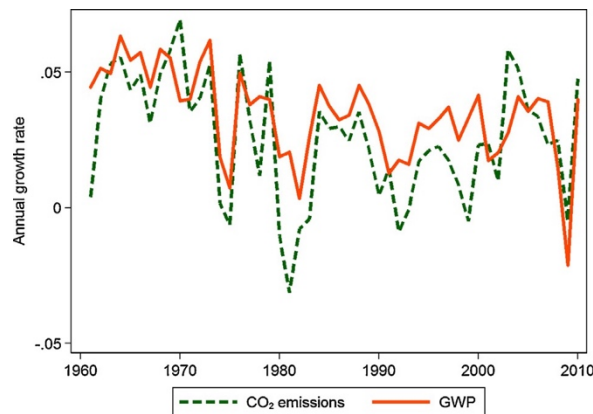


Figura 8: Taxa de creixement anual del Producte Mundial Brut (PMB) i de les emissions de CO₂ durant els anys: 1961-2010. Font: Burke et al. (2015, 110).

Tot i la major dispersió mostrada quan les dades es desagreguen entre països, demostrant que no tothom és igualment responsable del problema, la forta correlació positiva entre les variacions del PIB i del CO₂ emès a escala global porta a concloure que cal concentrar la recerca i les decisions polítiques en com es pot variar la composició i el funcionament de l'economia de cada país per poder fer efectiu l'Acord de París del 2016 i les recomanacions de l'IPCC. A continuació mostrem, amb la nomenclatura NACE, el valor relatiu que representa cada sector econòmic sobre el total de tones de GEH emeses dins dels diferents estats de la Unió Europea (Fig. 9).

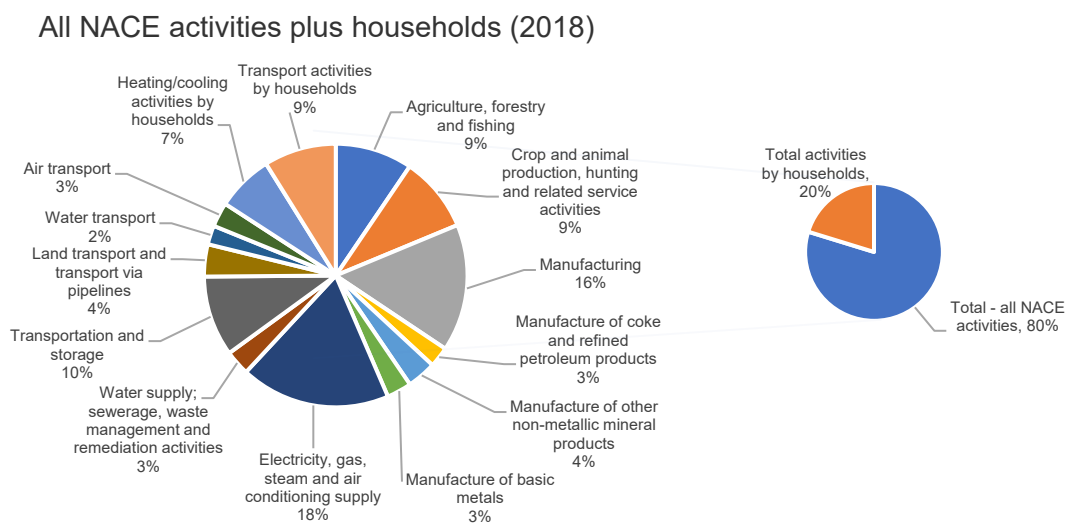


Figura 9: Emissió de GEH per activitats NACE i llars l'any 2018, superiors o iguals al 3%. Font: Eurostat.

Val la pena observar que en aquestes dades cada sector està representat separat dels altres, sense prendre en consideració que tots ells estan interrelacionats per llargues cadenes de producció de tota

mena de béns que parteixen dels recursos naturals, són consumits a les llars i acaben als sistemes de tractament de residus i aigües residuals. En aquesta "foto fixa" de 2018, el sistema de proveïment energètic (18%), la indústria (16%) i el transport de mercaderies (10%) destaquen com a principals emissors. Però si sumem l'agricultura, silvicultura i pesca amb la ramaderia (18%) el proveïment agroalimentari adquireix la mateixa rellevància que el sistema energètic. D'altra banda, el transport està fragmentat en petits bocins que si s'agrupen el converteixen (28%) en la principal font emissora de GEH. D'aquí se'n desprenen dues idees importants: a) els canvis a fer son de caràcter *sistèmic*, perquè afecten totes les activitats econòmiques de producció, transport, consum i abocament de residus de tota mena de béns i serveis; i b) per estudiar de forma adient el que comporta aquest canvi sistèmic, i quines són les principals barreres i oportunitats per dur-lo a terme, cal passar d'aquesta "foto fixa" a una anàlisi del *funcionament integrat* de totes aquestes peces. Com veurem al darrer apartat d'aquest treball, aquesta visió estructural integrada es pot aconseguir amb l'Anàlisi Input-Output Ambientalment Ampliada (EE-IOA).

Així, per exemple, en aquella "foto fixa" tampoc veiem la rellevància de certes pràctiques com la desforestació, sistemes de producció agrícoles i pecuàries intensives i/o l'aplicació excessiva de productes químics als sòls que provoquen la seva degradació i la destrucció de embornals de CO₂, com els boscos, la biota dels sòls, i les selves tropicals. La destrucció d'aquests hàbitats dificulta la compensació de GEH, atesa la funció d'absorció de CO₂ que duen a terme aquells embornals proveïts per la naturalesa. En aquest sentit, a part de perdre's l'efecte beneficiós que aporten ajudant-nos a regular el clima, la tala de selves i boscos, juntament amb l'empobriment de les terres cultivades de forma industrial i no agroecològica, o la sobreexplotació de pastures, desencadenen l'alliberació a l'atmosfera del carboni emmagatzemat pels arbres i sòls, incrementant encara més l'efecte hivernacle. En conclusió, l'augment de la presència dels GEH a l'atmosfera no sols és degut a la seva emissió, sinó també, a la reducció dels ecosistemes que funcionen com embornals naturals.

Per finalitzar amb aquest apartat, cal recordar per ser precisos i no crear confusió, la diferència existent entre els termes escalfament global i canvi climàtic, que serà lèxic que veurem de forma reiterada en el text. Tot i que moltes vegades els donem com sinònims, realment el primer és la causa del segon.

2.2. Conseqüències i problemes que comporta el canvi climàtic

En el present apartat, plasmarem les conseqüències generals que comporta l'augment de la concentració de GEH a nivell global, juntament amb algunes problemàtiques que podrien desencadenar-se. Aquest llistat d'impactes i interrelacions ens permetrà desvelar després, en la tercera part d'aquest treball, les majors vulnerabilitats esperables de l'economia espanyola al canvi climàtic i l'adaptabilitat de cada un dels sectors que considerarem.

Per il·lustrar la reacció en cadena que suposa l'emissió de GEH a l'atmosfera farem ús de forma genèrica del següent gràfic (Fig. 10) que sintetitza els successius impactes i les seves respectives interaccions, que posteriorment explicarem un a un de forma detallada:

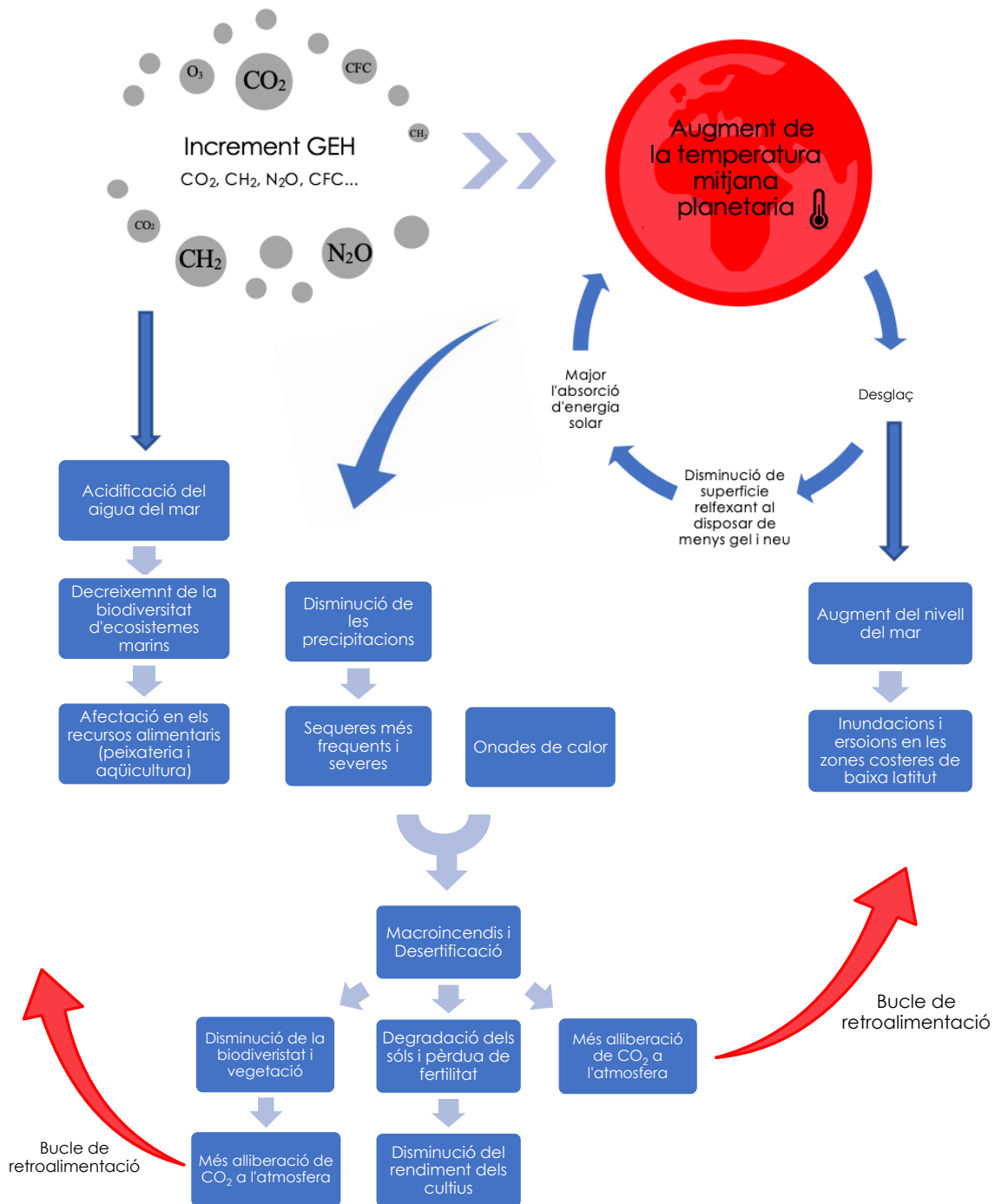


Figura 10: Efectes parcials en "escalada" enfocada a la regió biogeogràfica de la Península Ibèrica degut a l'increment de la concentració de GEH en l'atmosfera. Font: Elaboració pròpia.

2.2.1. Increment de la temperatura mitjana

Tal com hem anat explicant al llarg del primer capítol, el primer efecte que ens deixa l'augment de la concentració de GEH és l'increment de la temperatura mitjana del planeta. Des de l'era preindustrial s'ha observat que hi ha hagut un augment de $1,2 \pm 0,1$ graus centígrads (gener-octubre 2020) respecte

l'era preindustrial en la temperatura global (Fire et al., 2020), cosa que ha desenllaçat gran part de les conseqüències que mostrarem a continuació.

En alguns llocs però, aquest augment es dona amb més notorietat que d'altres. Un d'ells és la regió Mediterrània, on l'auge de la temperatura és d'un 20% superior a la mitjana del planeta. És per això, que ja s'observa un increment d'1,5 graus centígrads en aquesta conca (MedECC, 2019), tot comportant un major impacte per a aquest tipus d'àrees (severes sequeres, onades de calor, "macroincendis"...).

2.2.2. Acidificació dels oceans

S'entén com acidificació dels oceans el descens en el seu pH, degut a l'absorció i a la continua reacció de l'aigua marina amb el CO₂. És un procés completament natural d'un dels principals embornals de la Terra (l'oceà), però la sobre-emissió a l'atmosfera d'aquest GEH, esta generant una disrupció en la distribució i l'equilibri del cicle de carboni del planeta (United States Environmental Protection Agency, n.d.). La pèrdua de massa forestal juntament amb la crema de combustibles fòssils, ha suposat una major carga d'absorció per aquest gegant embornal. Com a mínim, durant els últims 20 milions d'anys, els valors actuals del pH mitjà de la superfície dels oceans ha disminuït ja a nivells sense precedents (Pelejero et al., 2010). En l'era preindustrial, els valors de pH mitjans en la superfície marítima eren de 8,179 (Orr et al., 2005), però en els últims 150 anys, l'acidificació mitjana de la superfície de l'oceà ha anat incrementant-se de forma gradual en un 26% (Hoegh-Guldberg et al., 2017). Actualment, segons les estimacions establertes per l'IPPC, entre l'any 2080-2100 el pH –sota classificació de nivell de confiança: pràcticament segur (entre el 99 i el 100% de probabilitat)– continuarà agreujant-se fins arribar a decreixer en un 0,3 (Pörtner et al., 2019), amb relació al període 2006-2015, sota l'escenari RCP 8,5. És a dir, un 150% més que els valors preindustrials. En cas que ens trobéssim dins del marc RCP 2,6 els resultats serien molt més favorables, sense arribar a descendir sota nivells d'alcalinitat de 8 (IPPC, 2015). Cal remarcar els efectes que podria significar un escenari RCP 8,5 o d'un de similar amb una economia no descarbonitzada, ja que alts nivells d'acidificació afavoririen la reducció d'importants minerals necessaris per la supervivència de certs animals marins. Els més perjudicats serien els organismes calcaris, com ara: els coralls, els crustacis o els mol·luscs, per la dificultat de formar els seus esquelets i closques. Molts d'ells, són de rellevant importància, pel fet que funcionen com a font d'alimentació per la resta d'animals de la cadena tròfica. D'altra banda, l'acidificació també pot produir canvis en la fisiologia dels peixos (Kersting, 2016). Per aquest motiu, la biodiversitat podria veure's greument afectada, i en efecte, ocasionar diverses problemàtiques pel desenvolupament de l'industria pesquera.

2.2.3. Augment de la temperatura dels oceans

La major part de l'energia total suplementaria absorbida pel conjunt del globus s'està emmagatzemant als oceans (*Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente*, 2016), provocant un augment generalitzat en la seva temperatura. Segons l'informe especial del IPPC sobre els oceans i la criosfera (Pörtner et al., 2019), calcula una assimilació d'aquest excés de calor d'un 90% en el sistema climàtic i un constant creixement en la temperatura marina des de 1970 –amb un grau de fiabilitat pràcticament segur–. També, s'ha observat el doble d'onades de calor marines des de 1982, amb una previsió d'augment en la seva intensitat. En aquest sentit, la conseqüència del augment de temperatura juntament amb el de la superfície terrestre donen lloc a què es produeixin certs impactes físics i biològics en cadena: reducció de la criosfera, augment del nivell del mar, expansió de les zones d'hipòxia (estat de deficiència d'oxigen en l'aigua), auge del blanquejat dels esculls de coralls, i per consegüent la seva

mort i de les algues marines que hi viuen, increment en l'estratificació tèrmica, desplaçament en la distribució de peixos i algues, increment d'intensitat dels fenòmens meteorològics extrems, canvis regionals en abundància d'espècies...

2.2.4. Reducció de la criosfera

La terme criosfera es refereix al conjunt d'aigua congelada de la superfície de la Terra, és a dir, aquella manifestada en un estat sòlid: els glaciers, el permafrost, els casquets de gel, la neu, els icebergs, els rius i llacs congelats... Aquesta capa s'estima que pot representar en conjunt un 10% (Pörtner et al., 2019) aproximadament de l'extensió terrestre. Actualment ja hi ha suficient evidència científica que confirma la seva disminució:

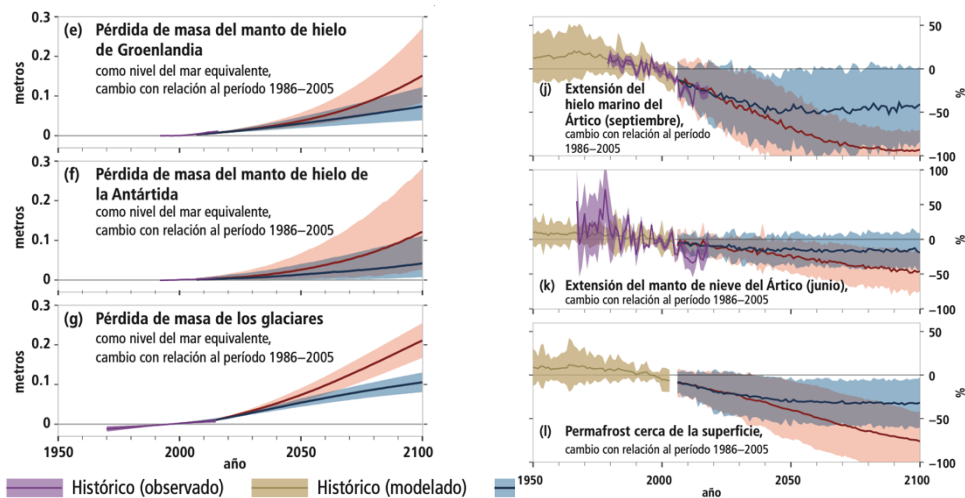


Figura 11: Gràfic esquerra: Pèrdua de la massa del mantell de gel dels glaciers, Groenlàndia i l'Antàrtida entre 1950 i les prediccions fins l'any 2100 en escenaris RCP 2,6 (de color blau) i RCP 8,5 (de color vermell). Gràfic dret: Canvis en l'extensió del gel marí i del mantell de neu de l'Àrtic en diferents èpoques de l'any. Canvis percentuals del permafrost a prop de la superfície. Ambdues representacions els períodes de referència (1950-2100) i els escenaris (RCP 2,6 i 8,5) són els mateixos. Font: Pörtner et al. (2019).

A l'anterior figura veiem les importants pèrdues de massa en els glaciers i els mantells de gel arreu del món, que al seu torn han tingut altres conseqüències que anirem explicant al llarg del capítol. D'altra banda, també ens adonem de la gran velocitat de fusió. Si el gel marí estival de l'Àrtic continua desfent-se als ritmes actuals, en 30 anys podria quedar-se sense (Kumar et al., 2020). El mateix estudi demostra un desgel l'any 2018 tres vegades superior al de 40 anys enrere, ja que la pèrdua anual és cada vegada major pel continu augment de temperatura.

La desaparició de la criosfera podria posar en risc molts beneficis que ens proporciona: aigua pels ecosistemes i els éssers que en formen part (animals, plantes i persones), reflexió de la llum solar, regulació del clima global, la dependència de certes comunitats, entre d'altres coses. Igualment que la Terra es trobi majoritàriament coberta per aigua, de forma natural únicament un 2,5-3% és apte pel nostre consum. Dins aquest percentatge, entre el 68-70% es troba als glaciers i casquets polars. Per això, abundants informes i organitzacions internacionals posen de manifest dificultats per a la disponibilitat d'aigua potable en el futur.

Un dels principals problemes desencadenants en disminuir aquest mantell de gel, a part del més conegut (l'elevació del nivell del mar), seria l'augment del risc en l'aparició de nous microorganismes, com virus

i bacteries que s'han conservat al llarg de milers d'anys en el gel (glaciars i el permafrost) provinents d'altres èpoques. Alguns científics ho cataloguen com una "caixa de pandora", ja que no se saben quants microorganismes nous poden resultar del desglaç. Després d'obtenir els resultats d'una investigació sobre les mostres realitzades en el casquet més antic del món (al Tibet), dels 33 tipus de virus evidenciats 28 eren desconeguts (Zhong et al., 2020). L'increment de les temperatures està ajudant a aflorar nous organismes mil·lenaris, obrint la possibilitat de generar un problema sanitari a nivell global a través de futures pandèmies i noves malalties.

Per un altre cantó, el desglaç del permafrost provoca un efecte retroalimentador per a l'escalfament global, en contenir una gran quantitat de GEH emmagatzemats al seu interior. Concretament el permafrost del Nord disposa aproximadament el doble de CO₂ de l'acumulat en l'atmosfera (Schuur, 2019). Les estimacions sobre la seva sensibilitat climàtica podrien ser més greus del que s'esperava (Turetsky et al., 2020).

2.2.5. Augment del nivell del mar

El desglaç produït per l'augment de la temperatura global tant en la superfície terrestre com oceànica, juntament amb la dilatació del volum de l'aigua (pel fet d'escalfar-se), estan provocant un augment generalitzat del nivell del mar:

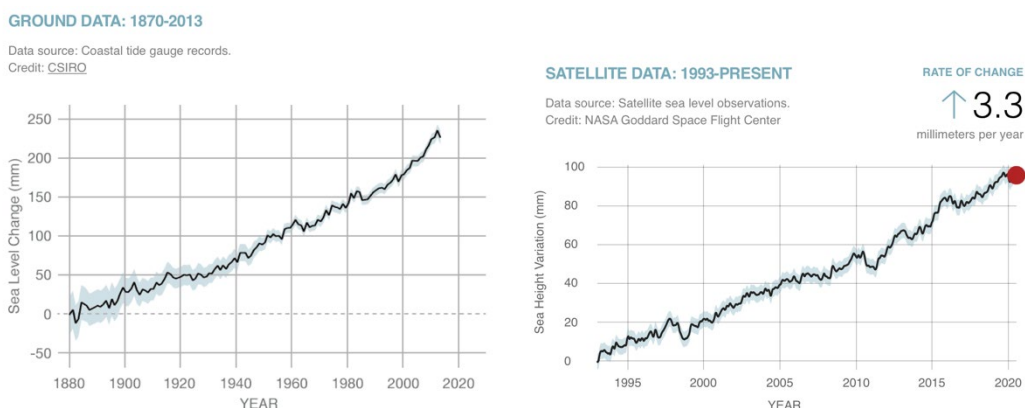


Figura 12: Augments del nivell del mar a través de registres d'indicadors de marea de costa (1870-2013) i via satèl·lit (1993-2020). Font: CSIRO (n.d.) i NASA (n.d.), respectivament.

A més d'oferir la taxa de creixement anual (3,3 mm), els gràfics mostren una acceleració de l'augment del nivell del mar durant els últims decennis. Concretament, la velocitat d'increment ha sigut més de 2,5 vegades superior respecte la mitjana del segle passat. Les previsions del IPPC en l'escenari més optimista –que no es sobrepassessin els 2 graus marcats en l'Acord de París– situen el nivell del mar en 43 centímetres per l'any 2100. En el cas que les emissions continuessin creixent com fins el 2019, arribarien als 84 cm, podent arribar a superar el metre. La continua elevació del mar s'espera que segueixi intensificant-se, per l'efecte retroalimentador plasmat al gràfic 10. En conseqüència, les inundacions i les erosions sobre les costes formarien part de



Figura 13: Augment històric del nivell del mar i projeccions sota models: RCP 8,5 (en vermell) i RCP 2,6 (en verd). Font: Pörtner et al. (2019).

les principals repercussions a esperar (incloent-hi les infraestructures sobre el litoral pel fet de no estar dissenyades per tals condicions).

Tenint en compte l'important paper de les platges per la protecció costera front a fenòmens meteorològics agressius (ciclons, tempestes), juntament amb l'elevat valor socioeconòmic provinent de diverses activitats (com les turístiques i les recreatives), la seva reducció podria significar un greu impacte per a la nostra societat i els ecosistemes. Seguint una tendència d'emissions a les actuals (RCP 8,5), a nivell global la meitat d'aquestes podrien arribar a desaparèixer a finals de segle (Vousdoukas et al., 2020). En canvi, amb una mitigació moderada de GEH (RCP 4,5) podria prevenir-se la retirada de la vora del mar en un 40%. El fet és degut a què s'estima una pèrdua de 99,2 metres de mitja l'any 2050 i de 250 metres pel 2100 en una RCP 8,5. Això significa que a diferents parts del món es podran observar més de 300 m de retrocés per a finals de segle, on països com El Salvador o Pakistan podrien arribar a perdre més del 80% de les seves platges. En el cas d'Espanya, la invasió per part del mar no és tan agressiva (86 m per 2100 amb una RCP 8,5), però sí que suposa un problema la poca amplada de les platges, ja que aquesta és molt menor a la d'altres països (Austràlia, Xile, Argentina...). La majoria de platges del territori peninsular no superen els 90 m d'amplitud, i en el millor escenari la retirada del mar arribaria als 27 m de mitja en trenta anys (2050). Si ens fixem en la costa de Barcelona, la Costa Brava, la del Maresme o El Garraf podem observar que moltes d'elles no tenen més de 30 m d'amplada. Per poder observar de forma gràfica els impactes hem fet ús de les següents captures d'una de les principals platges de la Barceloneta, la de San Sebastià:

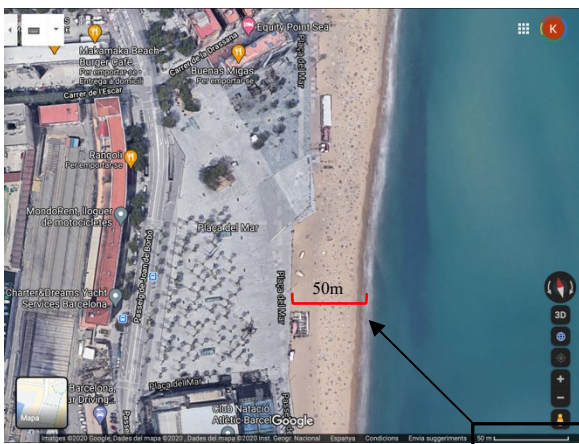
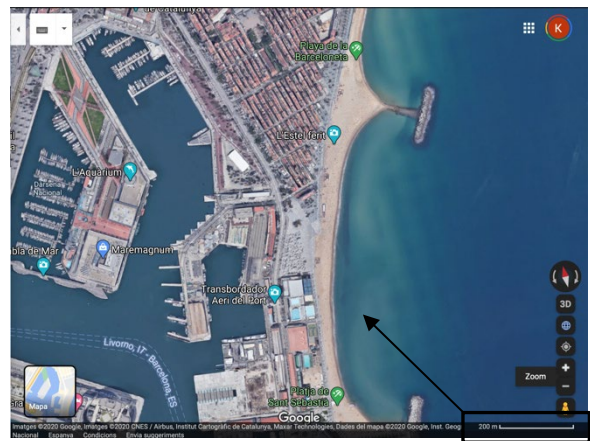




Figura 14: Fotografies via satèl·lit on s'observa l'amplada de la platja de la Barceloneta per tal de comparar-ho amb el retrocés esperat a la regió Mediterrània. Font: Elaboració pròpia a partir de *Google Maps*.

Tal i com s'observa, una elevació marina de pocs centímetres podria suposar la pèrdua de la platja de la Barceloneta, fent intransitable una de les principals zones turístiques, el passeig marítim. A més de la poca amplada, a moltes zones de la costa se li ha de sumar la invasió humana realitzada a través d'infraestructures (edificis, passeigs marítims, miradors) juntament amb el desequilibri sedimentari, provocant que en el futur en moltes platges del país es vegi agreujat un dels principals problemes de sorra, actualment presents. Ja existeixen simulacions via satèl·lit del que suposaria que les estimacions previstes es fessin realitat. Un exemple serien les ofertes per *Climate Central* a través de *Google Earth* (*Climate Central*, n.d.) o la de *Surging Seas* amb l'*Animated Map* (*Surging Seas*, n.d.).

També cal destacar el nombre de persones que podrien veure's afectades per aquest fenomen, ja que a nivell mundial aproximadament 680 milions de persones viuen en zones costeres baixes (a menys de 10 metres sobre el nivell del mar), i s'estima que sobrepassin els 1000 milions l'any 2050 (Pörtner et al., 2019). Sent Espanya el país amb més extensió costera d'Europa, gairebé la meitat de la població viu arran del litoral, fet que no s'hauria de subestimar. Les àrees classificades per l'organització independent de científics *Climate Central* amb més risc d'afectació en el territori serien les costes de Canàries i parts del Mediterrani: el Delta de l'Ebre, el Parc Nacional de Doñana, l'albufera de València, la Badia de Santander, Cabo de Gata, Cullera, Vigo, Bilbao, entre d'altres localitats i platges urbanes. Cal esmentar, però, que la variabilitat i el grau de la contingència dependrà molt dels GEH emesos d'ara en endavant, i de l'adaptabilitat de les zones costeres.

2.2.6. Estratificació tèrmica i hipòxia

Una altre resultat que ens deixa l'escalfament de la superfície de l'oceà i l'increment de l'estratificació tèrmica és la manca d'oxigen en l'aigua (hipòxia). Com una és la que indueix l'altra, primerament ens centrarem en l'estratificació tèrmica. Aquest fet, que s'observa en diferents medis (aigua i aire), succeeix quan les diverses característiques de les masses (densitat, oxigenació, temperatura, salinitat...) crea una barrera entre elles per la seva diferent composició, i origina així, diferents estrats horitzontals.

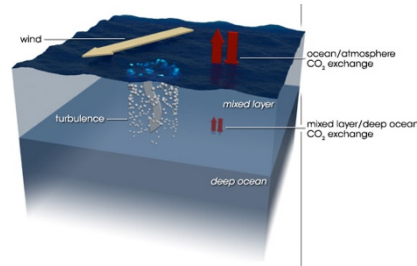


Figura 15: Estrats de l'oceà. Font: NASA Earth Observatory (n.d.).

L'estratificació, provocada per la distinció en la salinitat¹ i la temperatura entre les diferents capes horitzontals, comporta que l'intercanvi vertical entre elles es vegi limitada. Aquesta escassetat d'intercanvi genera anormalitats en la distribució d'oxigen i nutrients, fent que les capes més superficials es vegin reduïdes en la seva quantia. Al mateix temps, en pujar menys aigua freda cap a la superfície, la quantitat de CO₂ absorbida per l'oceà es veu minvada, ja que és on es duu a terme la reacció d'absorció. Per tant, l'estratificació també disminueix l'eficiència de l'embornal més gran del món, d'on prové més de la meitat d'oxigen de la Terra. L'impacte que té la situació és realment desfavorable per reduir la concentració de GEH i frenar l'escalfament global. És per aquest motiu que molts científics posen èmfasi en actuar amb rapidesa, ja que els esforços a realitzar en un futur, si no s'executen mesures eficaces a dia d'avui, seran molt més costosos.

Des del segle passat, en el que s'ha anat estudiant el comportament de la hipòxia, s'ha observat que cada vegada hi ha més "zones mortes", és a dir, àrees amb tant poc oxigen que impossibiliten que es desenvolupi la vida marina. En un estudi realitzat per un conjunt de científics, entre ells Robert Díaz, mostra com des del 1960 aquestes àrees s'han anat multiplicant, passant de 49 a 87 als anys setanta, posteriorment a les 162 als anys vuitanta, fins arribar al 2008 a les 405 (Díaz & Rosenberg, 2008). La dimensió de les zones mortes s'estima en uns valors de 245.000 km quadrats, gairebé l'extensió de Nova Zelanda.

Les principals conseqüències de la hipòxia es la reducció de la capacitat de sostenir la diversitat d'animals, plantes, algues i microorganismes per part dels oceans; debilitació de les espècies i del seu sistema immune, augmentat així, el risc de malalties; alteració en el seu comportament, reproducció i creixement (Breitburg et al., 2018). És per això que el sector pesquer podria veure's greument perjudicat en certes zones, ja que es reduiria el subministrament i la productivitat primària neta dels oceans, mentre algunes altres regions es podrien veure afavorides per la migració i el desplaçament dels peixos i les macro-algues.

2.2.7. Salinitat¹

La salinitat afavoreix l'estratificació dels oceans a causa de la variació en l'equilibri de les corrents entrants d'aigua dolça (pels règims pluvials, el desglaç dels pols i grans masses de gel), l'evaporació i les precipitacions. El canvi en el comportament de tots tres, per l'escalfament global, està generant una gran disparitat en la salinitat de l'aigua segons el lloc geogràfic on ens trobem. Per exemple, s'ha observat com en aigües subtropicals s'han tornat més salines en conseqüència de l'escassa precipitació i una major evaporació, a diferència de les equatorials del Pacífic i l'Índic al convertir-se en menys salines per les raons justament inverses a la de la regió subtropical (Bebiano et al., n.d.). El canvi de la salinitat, a part de influir en l'estratificació, pot tenir efectes negatius sobre els ecosistemes més

sensibles i les espècies que viuen en els seus habitats. Una bona mostra són les espècies que viuen en el mar Bàltic, on els nivells de salinitat fan especial els seu medi marí.

2.2.8. Fenòmens meteorològics extrems

Les fortes pluges cada vegada son més freqüents, al igual que els fenòmens meteorològics extrems (temperatures extremes, entre elles onades de calor i fred; sequeres, inundacions huracans). L'informe *Attribution of Extreme Weather Events in the Context of Climate Change* vincula l'augment en la seva freqüència i intensitat, a nivell global i en diverses regions, amb el l'auge de l'escalfament del clima. Això és percep en estudiar la seva magnitud i ocurrencia al llarg del temps, a més a més d'observar-se la multiplicació del seu principal resultat: els desastres naturals. Cada any és superen rècords d'un o altre esdeveniment (temperatures màximes, tempestes tropicals, etc.). El 2020 ha estat el tercer any més càlid de la història des de què es tenen registres (Fire et al., 2020), i amb major nombre de tempestes tropicals (29) dels últims 170 anys. En el cas de les tempestes tropicals el seu augment ha estat molt notori (fig. 16).

2.2.8.1. Tempestes i huracans/tifons/ciclons

Una de les raons que donen explicació a aquesta classe de fenòmens (huracans, ciclons i fortes tempestes) és l'increment de l'aire càlid i humit dels oceans (la seva font d'alimentació). Per això, l'augment de la temperatura que estem observant en la superfície dels oceans propicia que es produeixin. Concretament al sud d'Europa s'espera una amplificació d'un 25% si es donés una RCP 8,5 per a 2071-2100 (European Environment Agency, n.d.), tot i observar actualment apropaments de diversos huracans, fenòmens totalment anòmals per a la zona de l'est de l'Atlàntic.

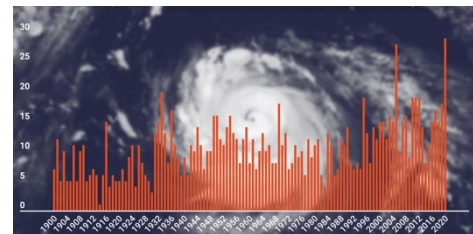


Figura 16: Nombre de tempestes tropicals entre l'any 1900 i 2020. Font: NOAA (2020) Gràfic: Infogram (n.d.).

El seu augment en intensitat i freqüència genera, a més, inundacions, degradació dels sòls, danys físics i econòmics per destrosses (incloent-hi les erosions costeres, dels ecosistemes i en la biodiversitat), refugiats climàtics, augment de la mortalitat provocada per aquesta tipologia de fenòmens...

2.2.8.2. Onades de calor i temperatures extremes

Amb motiu a l'increment continuat de la temperatura global, les temperatures extremes també ho fan, sent cada vegada més elevades. Independentment de l'episodi que s'està donant actualment, "La Niña" (període natural de refredament de les temperatures a nivell mundial), no ha sigut suficient per contrarestar els registres de calor de l'any present. Fins i tot, s'han arribat a superar els valors pronunciats del 2016 amb el fenomen de "el Niño" (efecte contrari al de "la Niña"). Al mirar registres del 2020, els rècords de temperatura respecte als valors anteriors són més alts (MITECO, 2020). Les anomalies extremes són un fenomen que s'està donant de forma creixent i estesa arreu del món, com l'augment considerable de les onades de calor. El seu creixement ha sigut tal que ha arribat a multiplicar-se per deu respecte les últimes dècades del segle XX (AEMET, 2019), i per dos en referència els anys vuitanta (MITECO, 2020). L'IPCC considera que hi una alta probabilitat de l'influència humana en l'ocurrencia d'aquests fenòmens meteorològics. Per la mateixa raó, s'espera un increment generalitzat

en el seu nombre i intensitat en el futur (Pachauri et al., 2014), al igual que les nits càlides (temperatura mínima de 20°C) o les nits tòrrides (temperatura mínima de 25 °C), entre d'altres esdeveniments extrems.

També cal destacar la important incidència de la variació d'aquest factor sobre els incendis forestals, ja que en conjunció amb les sequeres, fan augmentar el seu risc, la potencialitat i la freqüència. És per aquest motiu que s'estima que s'accentuïn en el futur, al mateix temps que ho facin els "macro incendis" i l'extensió de les àrees cremades. Una mostra magnificada d'aquests últims, serien els produïts en Austràlia o Califòrnia, que també podrien donar-se en altres llocs del món.

2.2.9. Alteració de les precipitacions i sequeres

Els núvols desenvolupen un paper important en el balanç energètic global, degut al reflex i absorció de la radiació solar. La distribució de les pluges en diferents regions del planeta observada al llarg de les últimes dècades està canviant (Pachauri et al., 2014), apuntant-se l'escalfament antropogènic dels GEH com a principal promotor (Zhang et al., 2007). Després del 1951 s'ha observat un desplaçament generalitzat cap als pols. D'aquí parteixen les previsions, on podem veure amb més claredat aquesta trajectòria, tot assenyalant a una probable disminució de la pluja a les regions dels tròpics i d'algunes zones ja actualment prou àrides com l'àrea Mediterrània, d'Àfrica occidental, Austràlia... (Fig. 17).

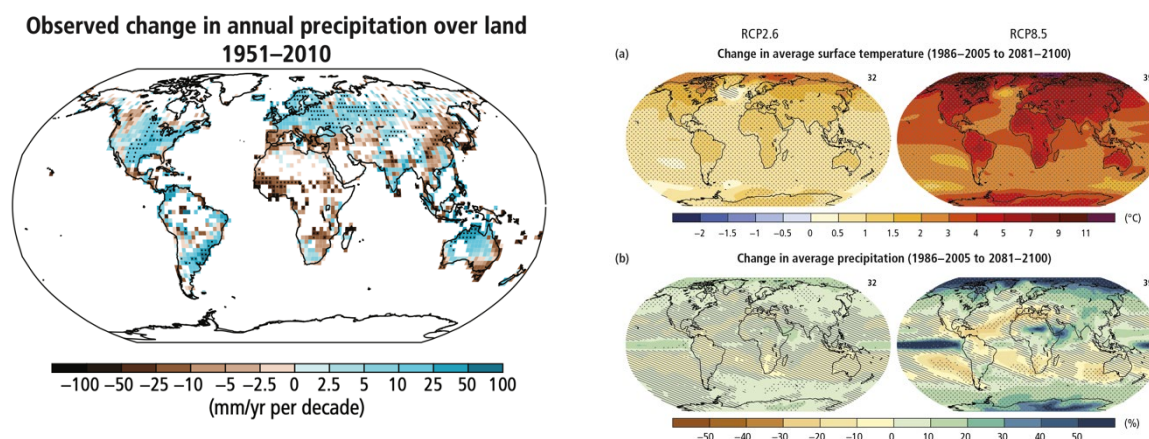


Figura 17: Canvi observat en la precipitació anual sobre la terra durant el període 1951 i 2010 (esquerra). Canvi en la temperatura de la superfície terrestre i en la precipitació mitjana dins dos escenaris projectats (RCP 2,6 I RCP8,5) pels anys indicats. Font: Pachauri et al. (2014).

El fet de desplaçar-se cap a latituds superiors provoca una disminució en el reflexament solar, propiciant un major esclafament i una elevada evapotranspiració, factors que ajuden en l'aparició de les sequeres. En els últims 70 anys, a l'àrea Mediterrània es contempla una clara disminució de la cobertura dels núvols (Sanchez-Lorenzo et al., 2017) i un tendència que podria ajudar a convertir-la en una zona totalment àrida, agreujant els problemes que comporta l'escassetat d'aigua i la degradació de la terra (Feng & Fu, 2013a).

2.2.10. Desertificació i degradació del sòl

Segons la definició donada per les Nacions Unides, la desertificació es un procés de degradació del sòl de les terres seques (zones àrides, semiàrides i subhúmedes) resultant de diversos factors, però fonamentalment causada per l'activitat humana i les variacions climàtiques. Els reculls bibliogràfics,

determinen diferents efectes de la desertificació, subratllant entre d'altres coses la pèrdua en la fertilitat del sòl, incapacitat dels ecosistemes per subministrar els béns i serveis que ens proveeixen, de la mateixa manera que en la seva funció reguladora hidrològica i de carboni, increment de l'erosió dels sòls, afectació en la salinització, disminució de la biodiversitat i de la vegetació (la capa protectora front la degradació dels sòls), augment d'esllavissades... Entre elles cal destacar l'alliberament i la pèrdua en la capacitat d'absorció de carboni quan un terreny es troba en degradació. Un exemple més de com el canvi climàtic és un peix que és mossega la cua.

Les àrees susceptibles de patir desertificació són les regions anteriorment esmentades: les àrides, semiàrides i subhúmedes, per la magnitud de la seva precipitació anual i evapotranspiració potencial. Per això, Espanya és el país en risc de desertificació (74%) més elevat de tot Europa (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente, 2016), ja que més de dos tercers parts del territori es troba compost per zones seques. L'últim informe publicat per la lluita contra la desertificació de la UE, exposa: «*Les previsiones sobre el canvi climàtic a Europa mostren que el risc de desertificació està augmentant. Ja existeixen semideserts càlids al sud d'Europa, on el clima està passant de temperat a sec, i el fenomen s'està estenent cap al nord*» (Tribunal de Cuentas Europeo, 2018). Les baixes precipitacions i les altes temperatures estan induint l'escenari previst pels científics, no tant sols al continent sinó que també a nivell global (Feng & Fu, 2013b).

D'altra banda, la naturalesa estable i persistent dels GEH fa que certs canvis previstos siguin inevitables (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente, 2016), per aquest motiu és urgent reduir les seves emissions i desincentivar les activitats que fan malbé un dels principals embornals del planeta (el sòl).

2.2.11. Auge dels refugiats climàtics

Les dificultats de viure en llocs afectats de forma continua per fenòmens meteorològics extrems (inundacions, severes sequeres, macro-incendis, huracans...) empenyen les famílies a marxar del seu país d'origen per cercar una major estabilitat i seguretat a l'estranger. Tot i que el nombre de refugiats climàtics és difícilment calculable, el portal de dades de l'IDMC va computar al voltant dels 5,1 milions en 95 estats l'any 2019. El mateix any, els desplaçaments per desastres naturals van enfilarse als 24,9 milions de persones, dels quals 23,9 estaven relacionats amb fenòmens meteorològics (IDMC, 2020). Es preveu que el nombre de refugiats climàtics per l'any 2030 augmenti en un 50% (IFRC, 2019), i en el 2050 s'arribin a 200 milions de persones (Alaktif & Callens, 2020). A més, si es complís el pronòstic l'increment dels costos financers per cobrir les necessitats de la gent afectada podria arribar fins als 20.000 milions de dòlars l'any 2030, una xifra desorbitada si la comparem amb el finançament rebut actualment per aquesta organització (3.500 - 12.000 milions de dòlars). Continuant amb el pronòstic del penúltim informe citat, si es duguessin a terme polítiques de mitigació en contra de l'escalfament global, podria reduir-se el cost humanitari en un 90% de cara al 2050 (IFRC, 2019). Els països més perjudicats serien els que es troben en vies en desenvolupament, però actualment ja estem veient com l'afectació és un esdeveniment global. No tant sols per les pressions migratòries d'aquests països cap als desenvolupats, sinó també pels danys rebuts per l'escalfament climàtic. Un exemple seria el cas dels incendis d'Austràlia l'any 2019-2020, els que s'han anat produint a Califòrnia, les nombroses migracions que s'estan donant en les Illes Canàries a finals de 2020, els 4 milions de persones amenaçades pel desglaç que viuen permanentment en la regió de l'Àrtic...

2.2.12. Pèrdua de biodiversitat

Al llarg del capítol, recollint les conseqüències que hem anat veient i els efectes que hem anat esmentant, hem pogut presenciar una abundant diversitat de perjudicis que té el canvi climàtic sobre els ecosistemes. A causa dels canvis donats, gran quantitat d'espècies d'animals i plantes estan experimentant alteracions en els seus cicles vitals, suscitant la migració cap a zones de major latitud cercant entorns similars als que estaven anteriorment habituades. Una de les principals amenaces que estan patint les espècies és la dificultat per adaptar-se a les noves condicions, ja que la seva velocitat de desplaçament és menor a la de la climatologia variant (Fig. 18). Per això, un dels últims informes de l'IPCC preveu la pèrdua irreversible dels ecosistemes més fràgils en superar els 1,5 graus centígrads respecte als nivells preindustrials (IPCC, 2019). D'altra banda, el canvi en la temperatura està afavorint la propagació d'espècies invasores (mosquit tigre, la abella asiàtica...), juntament amb tots els problemes que impliquen pels ecosistemes natals.

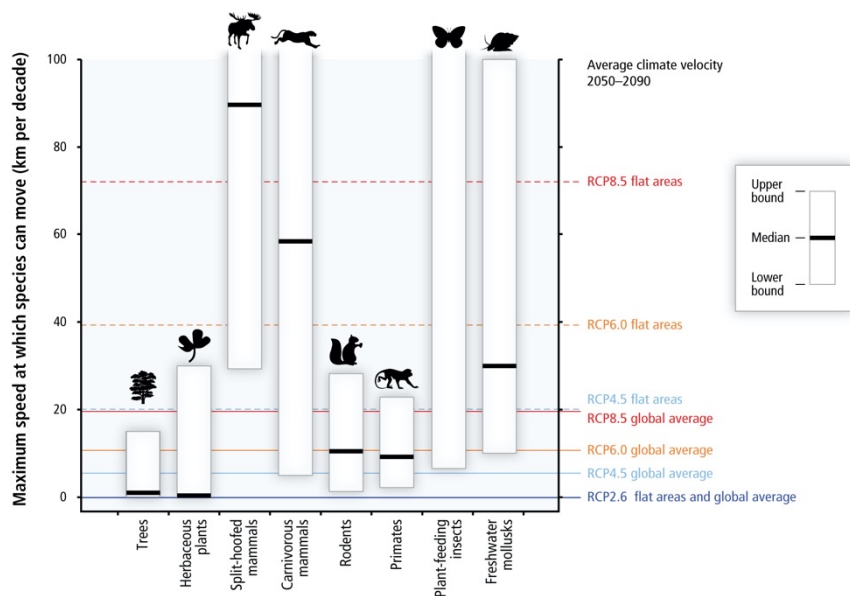


Figura 18: Màxima velocitat de moviment que poden desplaçar-se les espècies (expressat en km/dècada), tenint en compte la variabilitat climàtica dels diferents escenaris emmarcats. Font: Pachauri et al. (2014).

La pressió exercida per les activitats humanes sobre els ecosistemes, juntament amb l'escalfament global, han provocat una disminució del 60% d'animals vertebrats entre el 1970 i l'any 2014 (Barrett et al., 2018). A raó d'això, és diu que estem en la sisena extinció massiva, ja que per trobar un declivi similar de la vida salvatge ens hauríem de remuntar entre uns 10.000 i 15.000 anys enrere. Entre d'altres dades que ens proporciona l'informe, podríem destacar: la pèrdua de gairebé la meitat de coralls d'aigües someres en 30 anys, dels quals 200 milions de persones depenen dels seus esculls per protegir-se de les onades i de les marors ciclòniques; el 20% de l'Amazones ha desaparegut en 50 anys; pèrdua d'entre el 30 i el 50% dels manglars; l'empremta ecològica ha augmentat un 190% en els últims 50 anys...

Per un altre cantó, fenòmens extrems derivats de l'escalfament global també poden afectar en la destrucció i desaparició d'espècies. Un bon exemple seria els "macro-incendis" patits a Austràlia la temporada passada (2019-2020) que van deixar més de 800 milions d'animals morts (Dickman, 2020).

III. HIPÒTESI SOBRE ELS MAJORS IMPACTES ESPERABLES DEL CANVI CLIMÀTIC, I DE LA SEVA ADAPTACIÓ, EN L'ECONOMIA ESPANYOLA

3.1. Situació econòmica espanyola actual

Per entendre l'estat de la economia espanyola actual, haurem de remuntar-nos en determinats moments a varies dècades enrere, analitzant-la a través de diversos indicadors macroeconòmics. Malgrat que ens trobem en un període molt incert, els valors extrets al llarg del temps i la comparació amb altres països ens permetran inferir els principals problemes i avantatges en joc. Això permetrà il·lustrar d'on venim, i perquè el país es troba en la situació present, a fi de d'ubicar els efectes que podria suposar el canvi climàtic en l'economia espanyola des d'una primera exploració conceptual.

Espanya està considerada un estat desenvolupat, per tot un seguit de característiques. Malgrat que els diferents aspectes valorats siguin millorables, els nivells de qualitat de vida dels seus habitants, el poder adquisitiu i altres indicadors de desenvolupament humà –com la seguretat, l'accés a l'educació o a la sanitat– i econòmics –graü d'industrialització del país, producte interior brut, etc.— són suficients perquè sigui catalogada dins aquesta classificació. Aquest fet encara el veiem amb més notorietat quan el país és comparat amb la situació d'altres on actualment moltes de les primeres necessitats no estan encara cobertes.

Si ens fixem en la riquesa mesurada pel valor afegit obtingut cada any, l'estat espanyol és una de les principals potències econòmiques del món en termes absoluts del PIB (Fons Monetari Internacional, n.d.-a). En termes relatius d'increment anual, i com passa també amb la resta dels estats desenvolupats més madurs (Gran Bretanya, EUA, Japó) que van experimentar el seu gran creixement durant la segona meitat del segle XX, a les darreres dècades trobem un cert estancament en la variació percentual (Fig. 19). En conseqüència, degut al desenvolupament econòmic accelerat de nous països emergents el distanciament econòmic dels països anomenats en vies de desenvolupament es va reduint respecte els més desenvolupats (Fons Monetari Internacional, n.d.-b), encara que certs aspectes socials no vagin sempre de la mà d'aquesta convergència econòmica global, i que la situació del coronavirus pugui revertir-la aquest 2020-2021 en algunes regions.

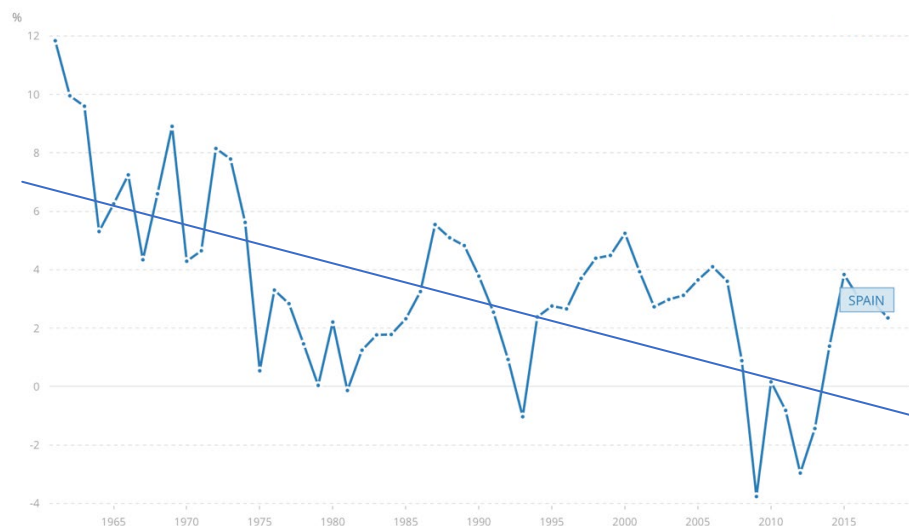


Figura 19: Evolució del PIB per càpita espanyol entre 1961 i 2018. Font: Banc Mundial, n.d.-a., <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.KD.ZG?locations=ES>.

A més de percebre's la reducció progressiva de la taxa percentual anual de creixement del PIB observat en el gràfic, a la Fig. 19 s'observen successives crisis que encara guarden certa relació amb l'actual conjuntura (des de les dues primeres crisis del petroli de 1973 i 1978-79 fins a la de 2008). Per una part, dites crisis tenen a veure amb la gran dependència de l'economia espanyola dels combustibles fòssils, i concretament del petroli. Aquesta singularitat ha provocat una major sensibilitat en les fluctuacions imposades pels preus establerts, influent directament en la productivitat general, i de rebot a la desocupació. Es tracta d'un tret estructural que ha anat persistint al llarg dels anys, posant-se més de relleu en el punt àlgid durant les recessions. En el present, la dependència energètica del proveïment exterior de combustibles fòssils continua sent molt elevada, per sobre del 73% segons les últimes dades d'Eurostat. A mesura que l'escassetat del petroli vagi sent major, i els preus continuïn o bé incrementant-se o bé oscil·lant amb increments i decrements d'una volatilitat cada vegada més gran, aquesta dependència energètica posarà cada vegada més en risc la prosperitat tant de l'economia mundial (Jackson, 2011, 32) com especialment l'espanyola.

En segon lloc, l'atur sempre ha romàs molt elevat a Espanya, especialment en èpoques de crisi (superant el 20%). En comparar-lo amb la majoria de països de la Unió Europea o d'altres països desenvolupats aquest tret és fa molt evident. Un dels aspectes més característics del mercat de treball espanyol han estat els elevats ritmes de creació i destrucció d'ocupació, però el nombre de parats s'ha mantingut excessivament alt també en anys de bonança econòmica, posant de manifest l'existència d'un problema d'atur estructural. Entre d'altres particularitats del mercat laboral, un dels principals motius ha estat el tipus de variació en la estructura productiva adoptada per l'economia espanyola, unida a la volatilitat dels llocs de treball per l'elevada taxa de temporalitat, la baixa intensitat en la cerca de treball per part dels parats, la regulació i el funcionament de determinats components institucionals del mercat de treball, la seva normativa, l'escassa adequació dels desocupats a la demanda de treball per raons geogràfiques i de qualificació, i els costos d'acomiadament elevats (García Delgado et al., 2019).

La crisi econòmica i financera del 2008, a més de deixar un alt nombre d'aturats (27% de la població activa), va enderrocar un dels pilars més importants en el que s'havien basat cada vegada més els dos darrers *booms* de l'economia espanyola: el sector immobiliari, estretament lligat a l'especialització turística; i també a la creixent desigualtat en el repartiment de la renda familiar disponible. L'esclat de les bombolles immobiliàries després d'anys de desaforada especulació, juntament amb altres factors, va contraure l'economia fortament, conduint-la al decreixement i a una situació d'empobriment que encara continua latent. L'alta dependència de l'exterior reflectida en el dèficit per compte corrent, al que cal afegir l'augment del deute extern en els últims anys, incloent l'elevat deute sobirà, van originar un increment en la ràtio de morositat, fent que els impagaments fossin cada vegada més concorreguts. L'elevada prima de risc va perjudicar encara més la situació, portant el deute públic al seu punt àlgid al 2014, quan va arribar a un endeutament superior al PIB espanyol. Des deleshores, el que s'ha intentat és reduir-lo aplicant una política fiscal fortament restrictiva (apujant impostos indirectes, rebaixant els directes i reduint en despesa pública –també ens serveis essencials com sanitat i educació–. A les polítiques d'ajust s'han afegit les reformes laborals, i les reformes financeres i constitucionals, que a través d'un seguit de components multifactorials han donat com a resultat principal la disminució de la capacitat d'actuació del sector públic, acompanyada d'un creixement de les desigualtats i de la precarietat laboral. L'esclat de la pandèmia del covid-19 ha fet que la conjuntura financera i socioeconòmica del país empitjorés encara més, arribant a superar de llarg els valors d'endeutament enregistrats l'any 2014 amb les noves polítiques expansives que no han estat acompanyades encara

d'un canvi profund del sistema fiscal. Això ha incrementat el dèficit públic, que segons les prediccions del FMI arribarà al voltant del 14% del PIB l'any 2020 (IMF, n.d.).

Deixant en suspensió aquest darrer període excepcional, al qual li dedicarem un apartat específic més endavant, per l'administració pública la crisi del 2008 va comportar una greu falta de solvència. Després de deu anys enregistrant desequilibris superiors al 3% (2008-2018), al 2019 encara continuava amb un dels resultats deficitaris més elevats de l'OCDE (OECD, n.d.-b). No obstant això, la recuperació de la Gran Recessió va ser ràpida respecte als demés països de la zona euro (OECD, 2017) però sense canviar la trajectòria prèvia com veurem seguidament. En conseqüència, les polítiques aplicades a les darreres crisis han significat per a la majoria de la població un clar empobriment, sobretot de les classes mitjanes i baixes, accentuant la desigualtat econòmica i social (Banco de España, n.d.). Això es percep clarament mirant l'evolució del índex de Gini a les dades del Banc Mundial, la disminució de la renda per càpita espanyola, i de l'indicador S80/S20 que mesura la desigualtat a través de ràtios entre percentils. Tot i que la disparitat va anar disminuint a mesura que l'economia s'anava recuperant, el poder adquisitiu ja no és el que era, situant-se en valors assolits l'any 1990 (sense tenir en compte encara la nova crisi sanitària i econòmica). Per tant, podem afirmar: els més perjudicats arran la crisi han estat els que menors rentes ingressaven (Figs. 20, 21 i 22).

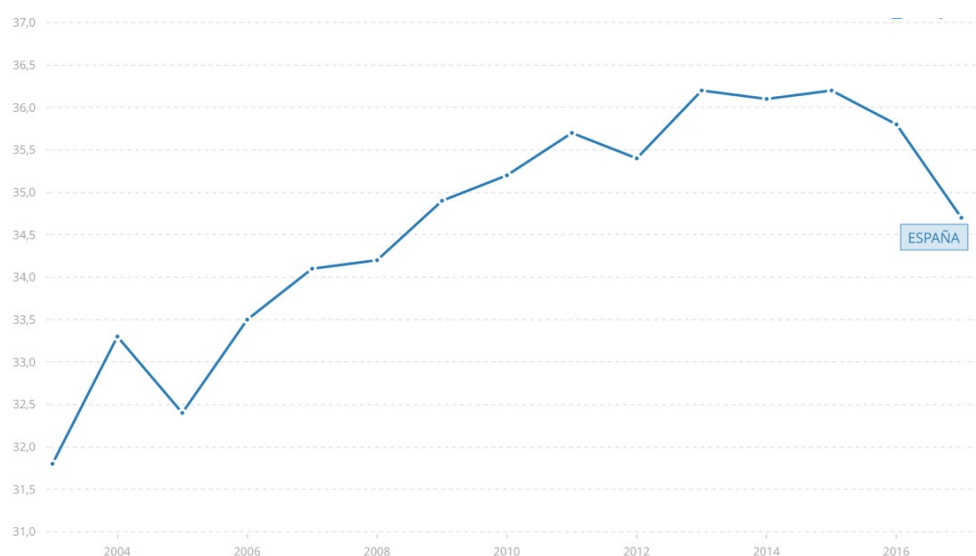


Figura 20: Evolució del Índex de Gini entre el 2003 i 2017. Font: Banc Mundial (n.d.-b).

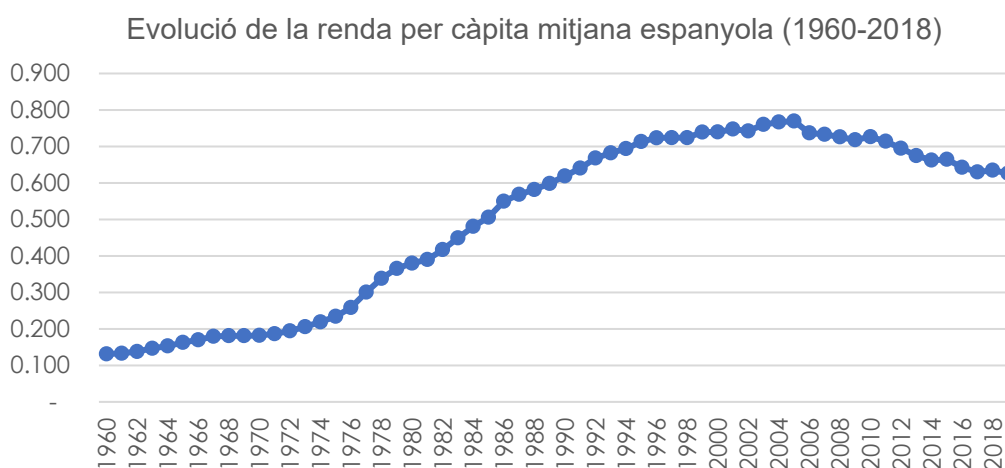


Figura 21: Evolució de la renda per càpita espanyola entre 1960 i 2019. Font: OECD (n.d.-b).

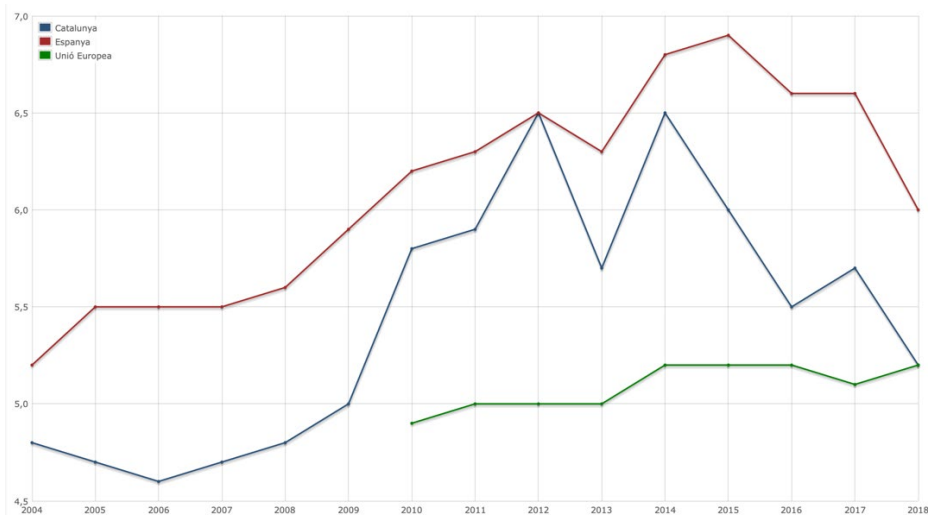


Figura 22: Desigualtat de la distribució de la renda. Catalunya, espanya i Unió Europea. 2004-2008. Font: Idescat (n.d.).

Partint de què l'objectiu primordial de l'economia és maximitzar el benestar social, l'ús d'indicadors com el de Gini o el S80/S20 de desigualtat poden ajudar a complementar les deficiències que presenta el PIB i els seus derivats. El fet que el benestar, en última instància, sigui una cosa subjectiva i difícilment mesurable, complica la seva quantificació i dificulta trobar indicadors que el reflecteixin verdaderament. Altrament, la qualitat de vida si que és pot deduir més fàcilment mitjançant els indicadors que apareixen a les bases de dades d'Eurostat, o a les enquestes periòdiques realitzades per l'INE. Emprar simultàniament una pluralitat d'indicadors permet veure d'una forma més complexa quina és la situació real del país d'estudi. Generalment la renda per càpita manté, per exemple, certa correlació amb els nivells de benestar fins un cert punt de saturació, malgrat que altres factors tendeixin a dissipar-la (el temps de lleure, la contaminació, la desigualtat...). El gràfic de la Fig. 23 mostra la correlació lineal dels valors de satisfacció mitjana declarada a les enquestes, en una escala de 1 a 10, amb el PIB real per càpita dels mateixos països a paritat de poder adquisitiu, tenint també en compte les diferències en quantitat de població de cada país.

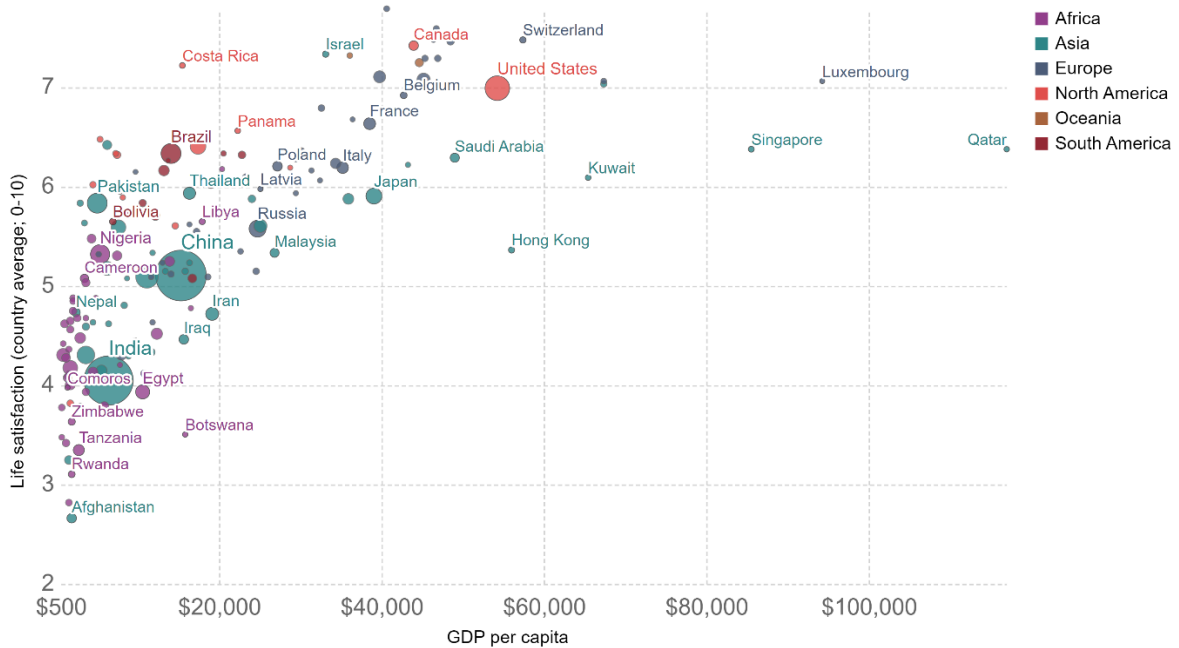


Figura 23: Correlació lineal entre l'índex de satisfacció subjectiva declarada i el PIB real per càpita de l'any 2017, segons el *World Happiness Report* del Banc Mundial de 2019. Font: Our World in Data (<https://ourworldindata.org/grapher/gdp-vs-happiness?xScale=linear>).

Per aquesta raó, en països en vies de desenvolupament els efectes dels augments de renda sobre el benestar són comparativament majors que als països ja desenvolupats propers a dit punt de saturació. O, a la inversa, per aconseguir increments comparables dels índex de felicitat caldrien increment molt superiors de l'ingrés disponible als països amb renda per càpita ja molt alta, amb els corresponents impactes ambientals insostenibles en el consum d'energia, materials i territori. La qual cosa ens hauria de fer desplaçar el focus d'atenció cap a veure com es duu a terme aquest creixement, i a quin cost, ja que a partir de certs nivells l'indicador de creixement més utilitzat (el PIB) no il·lustra el deteriorament dels recursos naturals emprats, els danys ambientals reals produïts, o altres impactes socials com la precarietat laboral, la desigualtat i la inseguretat. En canvi, seguir emprant el PIB com a mesura d'èxit econòmic implica comptabilitzar, per exemple, la desforestació o la producció de l'indústria tabaquera, entre moltes altres externalitats negatives, com si fossin contribucions positives al benestar, quan realment s'haurien de restar perquè el redueixen. Una bona mostra és la iniciativa de la Comissió Europea *Beyond GDP*, on a través de diferents indicadors i informes mostren aspectes omesos per el PIB. El gràfic de la Fig. 24 mostra la correlació existent entre l'Índex de Desenvolupament Humà (HDI, que combina l'esperança de vida i els nivells educatius amb el PIB per habitant) i petjada ecològica, on apareix la mateixa tendència cap un llindar de saturació que amb la correlació felicitat-PIB.

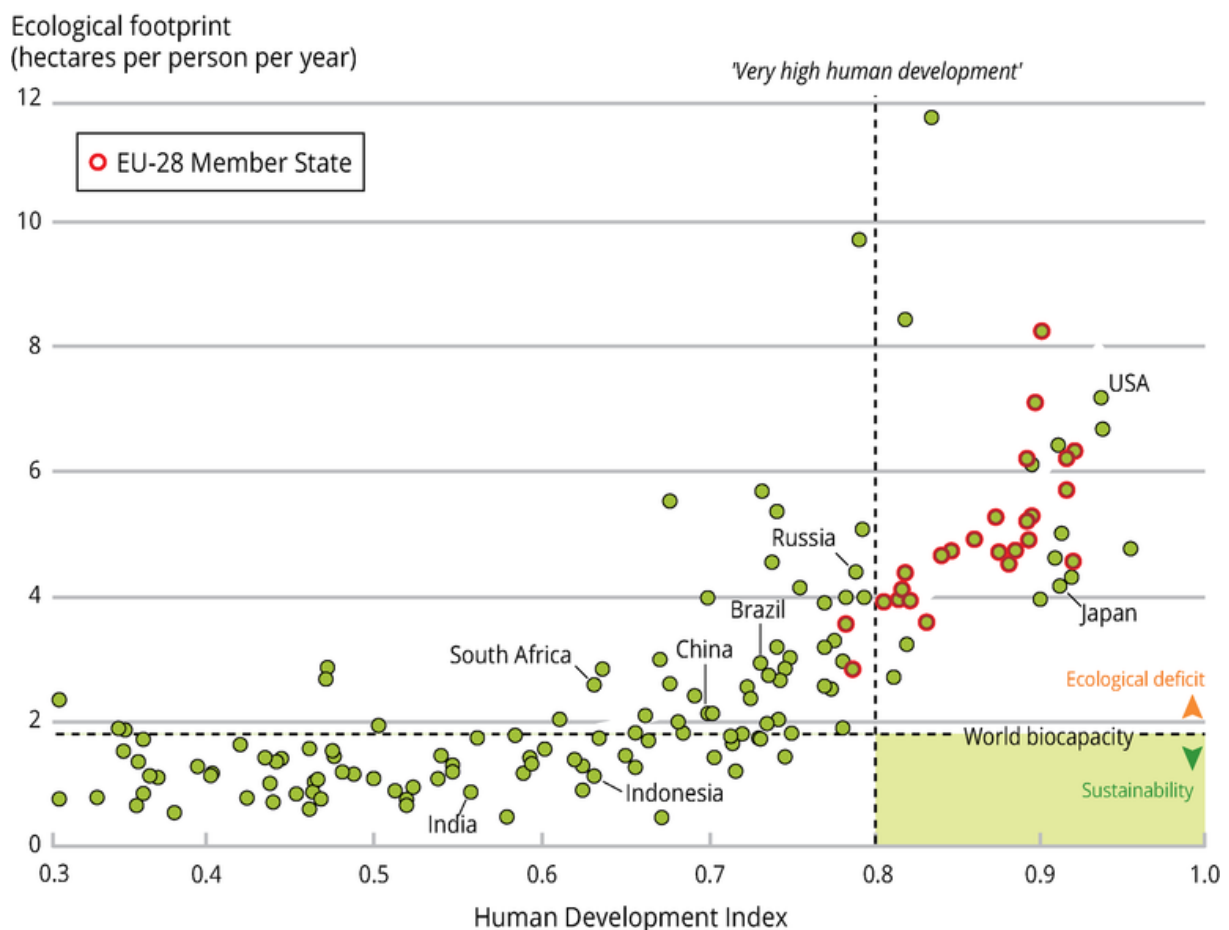


Figura 24: Correlació lineal entre l'Índex de Desenvolupament Humà i la Petjada Ecològica de l'any 2008. Font: European Environmental Agency (<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/correlation-of-ecological-footprint-2008>).

Un dels indicadors que podríem destacar en aquest sentit seria el *2019 Sustainable Development Report*, que utilitza l'índex *SDG* (*Sustainable Development Goals* o ODS en català) per indicar el grau de

compliment del Objectius de Desenvolupament Sostenible de l'Agenda 2030 de Nacions Unides. Els resultats conclouen que cap estat membre està en vies d'aconseguir-los. Encara menys Espanya, trobant-se a mitja taula i tenint un índex inferior al de la mitjana de la UE. Cal remarcar la transformació en les polítiques a causa del canvi de govern, més involucrat en aquests ODS, provocant algunes diferències entre l'informe esmentat i el següent. Així mateix, sense tenir en consideració les últimes polítiques realitzades, els punts més febles que fan allunyar al país en la seva consecució dels ODS seria en els aspectes següents: zero fam (número 2 dels ODS), punt que amb la crisi del coronavirus s'ha vist agreujat, sense saber el seu resultat final en un futur pròxim malgrat l'aprovació de la renda mínima i les ajudes econòmiques proporcionades; treball digne i creixement econòmic (número 8 dels ODS), qüestió, que per les mateixes raons a l'anterior, quedaria afectada negativament segons les previsions del FMI; Acció pel clima, Vida submarina i d'Ecosistemes terrestres (números 13, 14 i 15 dels ODS respectivament), matèries que podrien veure's millorades amb l'aplicació de l'avantprojecte de llei del canvi climàtic i transició energètica (Gobierno de España, 2020).

Una de les causes dels baixos resultats en el compliment del ODS a Espanya es poden atribuir al relaxament dels impostos mediambientals durant la dècada de 2008 fins a l'actualitat. El fet es posa de manifest en l'evolució mantinguda de la recaptació verda al llarg del període, suposant un 5,28% sobre el total recaptat en Espanya per l'any 2018 (segons les últimes dades actualitzades de l'Eurostat) quan l'objectiu comú compromès per 2020 era de gairebé el doble, un 10%. La desatenció prestada pels governs d'Espanya a les constants recomanacions per part de l'Agència Europea del Medi ambient i l'OCDE sobre l'escassa imposició (OECD, n.d.-d), atesa la ineficiència que suposa no gravar les externalitats negatives de les activitats i l'oportunitat de reinvertir-ho en infraestructures més sostenibles, no ha servit per fer variar una trajectòria tan perjudicial pel nostre entorn i la ciutadania. Específicament, si analitzem l'increment absolut de la recaptació d'aquesta tipologia d'impostos, l'augment des de 2009 és de quatre punts per sota de la mitjana europea (Eurostat, n.d.). A més, tenint en compte l'elevat dèficit públic, augmentar la recaptació fiscal amb aquesta imposició verda podria haver ajudat a millorar l'estat financer del país.

A mode de conclusió d'aquest apartat, podem dir que viure per sobre de les nostres possibilitats, a través del deute econòmic i ecològic com a motors de creixement, suposa seguir una trajectòria contrària als ODS amb totes les conseqüències mediambientals presentades en el passat apartat.

3.1.1. Productivitat

Deixant de banda la tipologia de creixement que ha predominat fins ara, la productivitat basada en l'augment de la capitalització en el capital físic i humà per treballador, simultàniament, amb la millora de la productivitat total dels factors (PTF) ha anat multiplicant-se en valors absoluts, exceptuant els anys afectats per la crisi, en la darrerria de les últimes dècades. La millora, reflecteix un avenç en la productivitat a llarg termini gràcies, en gran part, a la contribució de la PTF (García Delgado et al., 2019, 36). Com passa amb totes les economies madures, amb el temps la taxa percentual de creixement anual de la productivitat s'ha anat aplanant. Però a Espanya això ha succeït a un ritme anòmal respecte als altres estats de la UE. En particular, la PTF ha caigut més d'un 10% des de 1995 fins a 2017, a diferència de la millora europea (4,5%). Aquesta divergència la podem veure plasmada en el següent gràfic (Fig. 25):

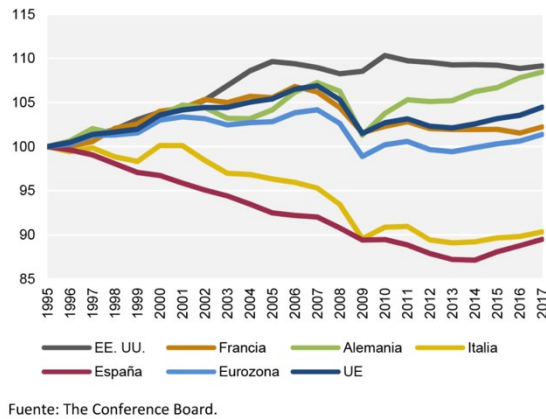


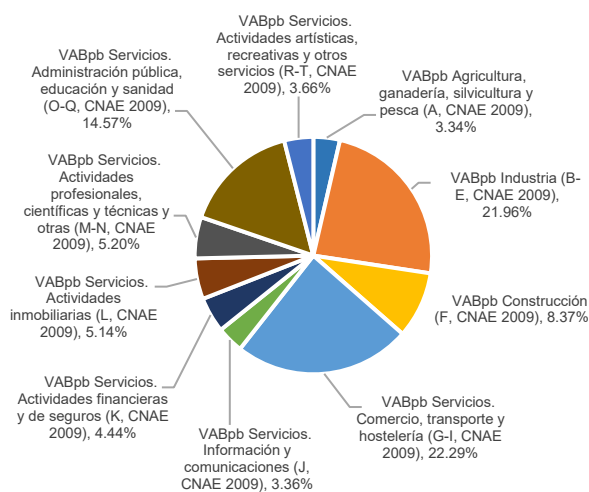
Figura 25: Evolució de la productivitat total dels factors (PTF). 1995 - 2017. 1995 =100 Font: Fundació BBVA & IVIE (2019).

Descriure la productivitat a través de PTF permet reflectir el rendiment conjunt del capital i del treball. Una de les causes que poden explicar la seva disminució són: la creació d'un teixit empresarial de baixa eficiència (incloent pimes i entitats de gran envergadura), com suposa el predomini del sector de la construcció; la poca inversió en capital humà i R+D; i per últim, la regulació i el funcionament del mercat laboral espanyol. L'alta volatilitat dels llocs de treball, segons Luis Díez (economista del BBVA *Research*), provoca que la productivitat tendeixi a ser menor, fent que es vegi disminuïda la inversió en capital humà específic i una menor formació en el lloc de treball. Això explicaria el comportament contra-cíclic de la productivitat laboral, al mantenir-se en èpoques de bonança econòmica i veure's repuntada durant les recessions. D'altra banda, en front a les variacions de l'oferta i la demanda s'ha procurat ajustar la mà d'obra en canvi de fer-ho amb la jornada laboral o la remuneració, cosa que ha fomentat la baixa productivitat i la cronificació de l'atur. Al seu torn, la baixa productivitat ha contribuït a eixamplar la diferència dels nivells de renda per habitant entre l'estat espanyol i les economies més desenvolupades, que ha anat alçant-se entre 1995 (2,7%) i l'actualitat (19,2% el 2018). Per concloure, cal destacar el paper tant important de la productivitat, ja que determina el creixement econòmic a mitjà i llarg termini, factor imprescindible pel manteniment del estat del benestar (Fundación BBVA & IVIE, 2019).

3.1.2. Estructura productiva

Un altre punt important que descriu l'economia espanyola és l'anàlisi de la composició del PIB. En ella, observem la gran presència del sector terciari dins l'estructura productiva, arribant a representar gairebé un 69% del total. Si ens enfoquem en la agrupació empuñada pel economista Colin Clark, observem com al llarg dels anys el sector dels serveis ha anat guanyant cada cop més rellevància dins l'economia espanyola, especialment en els relacionats amb el turisme (transport i hostaleria). Contràriament, el sector secundari ha anat perdent importància arran de la deslocalització industrial en les últimes dècades, complint amb l'evolució natural de l'estructura productiva pròpia dels països desenvolupats a mesura que incrementen la seva renda per càpita (García Delgado et al., 2019). De la mateixa manera, però per raons diferents, ha succeït amb el sector primari, per efecte de l'augment del poder adquisitiu i la sortida de la pobresa de gran part de la població que ha tendit a migrar cap altres activitats i llocs de residència. El fet, ha permès a les famílies incrementar el consum en altres béns, i la reducció de la despesa alimentària a la cistella de consum familiar ha minvat comparativament la importància del sector. No obstant això, aquest declivi s'observa en una menor proporció que els països de la Unió Europea (UE), arran de l'especialització d'algunes zones del país en exportacions agroalimentàries (Fig. 26).

Pes de l'estructura productiva d'Espanya 1995



Pes de l'estructura productiva d'Espanya 2019

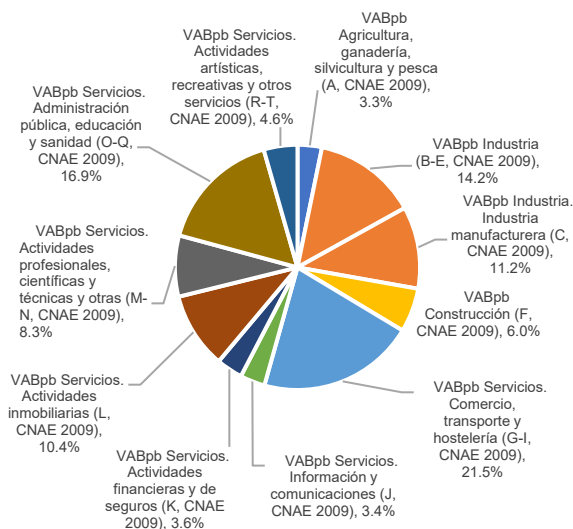


Figura 26: Canvi de l'estructura productiva espanyola per sectors entre els anys 1995 i 2019. Font: INE (n.d.-a).

Vist el canvi estructural dels anys pel que fa la composició dels sectors, l'any 2020 també presenta una especial diferència al d'anualitats anteriors degut al coronavirus (Figs. 27 i 28). Els sectors més afectats en aquest període excepcional són els dedicats al comerç, transport i l'hostaleria. El principal motiu pel qual s'han vist més castigats, a diferència d'altres, ha tingut a veure amb els obstacles que han impedit dur a terme les seves activitats de forma habitual. Al mateix temps això ha repercutit en l'oferta d'un sector totalment dependent d'aquells, l'indústria manufacturera. Per un altre costat, també cal remarcar com a causant de la davallada la disminució en la capacitat de compra a raó de la difícil situació econòmica, ja que per les famílies ha suposat una pèrdua important d'ingressos. El mateix ha succeït amb les activitats artístiques, recreatives i altres serveis, a causa de la seva sensibilitat a la contracció de l'ingrés familiar disponible i a les mesures de confinament per fer front al virus. La situació també ha afavorit el creixement de certs sectors. Un d'ells, com era d'esperar, és el dedicat a la sanitat. També, gràcies al canvi d'hàbits de consum, el sector de l'alimentació ha crescut considerablement, al igual que el sector de les empreses tecnològiques. A nivell global, però, l'any 2020 s'ha produït una important contracció de l'economia espanyola (Fig. 27 i 28).

	2019T1	%	2020T1	%	Variació % (T1)
Datos ajustados de estacionalidad y calendario					
Producto interior bruto a precios de mercado	307.045	100,00%	297.796	100,00%	0,00%
VABpb Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca (A, CNAE 2009)	8.026	2,61%	8.486	2,85%	0,24%
VABpb Industria (B-E, CNAE 2009)	44.768	14,58%	41.929	14,08%	-0,50%
VABpb Industria. Industria manufacturera (C, CNAE 2009)	33.979	11,07%	31.911	10,72%	-0,35%
VABpb Construcción (F, CNAE 2009)	17.741	5,78%	16.549	5,56%	-0,22%
VABpb Servicios (G-T, CNAE 2009)	207.282	67,51%	202.464	67,99%	0,48%
VABpb Servicios. Comercio, transporte y hostelería (G-I, CNAE 2009)	65.306	21,27%	59.226	19,89%	-1,38%
VABpb Servicios. Información y comunicaciones (J, CNAE 2009)	10.488	3,42%	10.112	3,40%	-0,02%
VABpb Servicios. Actividades financieras y de seguros (K, CNAE 2009)	11.280	3,67%	12.343	4,14%	0,47%
VABpb Servicios. Actividades inmobiliarias (L, CNAE 2009)	32.040	10,43%	32.574	10,94%	0,50%
VABpb Servicios. Actividades profesionales, científicas y técnicas y otras (M-N, CNAE 2009)	25.032	8,15%	24.473	8,22%	0,07%
VABpb Servicios. Administración pública, educación y sanidad (O-Q, CNAE 2009)	49.685	16,18%	51.324	17,23%	1,05%
VABpb Servicios. Actividades artísticas, recreativas y otros servicios (R-T, CNAE 2009)	13.451	4,38%	12.412	4,17%	-0,21%
Impuestos menos subvenciones sobre los productos	29.228	9,52%	28.368	9,53%	0,01%
Impuestos sobre los productos	30.914	10,07%	30.363	10,20%	0,13%
Subvenciones sobre los productos	1.686	0,55%	1.995	0,67%	0,12%

Figura 27: Variació de l'estructura productiva espanyola per sectors (CNAE) entre el primer trimestre de l'any 2019 i el de 2020. Font: INE (n.d.-a).

	2019T2	%	2020T2	%	Variació % (T2)
Datos ajustados de estacionalidad y calendario					
Producto interior bruto a precios de mercado	310.220	100,00%	245.867	100,00%	0,00%
VABpb Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca (A, CNAE 2009)	7.704	2,48%	9.324	3,79%	1,31%
VABpb Industria (B-E, CNAE 2009)	45.690	14,73%	35.519	14,45%	-0,28%
VABpb Industria. Industria manufacturera (C, CNAE 2009)	34.545	11,14%	25.680	10,44%	-0,69%
VABpb Construcción (F, CNAE 2009)	18.121	5,84%	14.185	5,77%	-0,07%
VABpb Servicios (G-T, CNAE 2009)	209.817	67,63%	167.652	68,19%	0,55%
VABpb Servicios. Comercio, transporte y hostelería (G-I, CNAE 2009)	66.197	21,34%	37.168	15,12%	-6,22%
VABpb Servicios. Información y comunicaciones (J, CNAE 2009)	10.556	3,40%	9.474	3,85%	0,45%
VABpb Servicios. Actividades financieras y de seguros (K, CNAE 2009)	10.743	3,46%	10.047	4,09%	0,62%
VABpb Servicios. Actividades inmobiliarias (L, CNAE 2009)	32.438	10,46%	31.206	12,69%	2,24%
VABpb Servicios. Actividades profesionales, científicas y técnicas y otras (M-N, CNAE 2009)	25.437	8,20%	19.033	7,74%	-0,46%
VABpb Servicios. Administración pública, educación y sanidad (O-Q, CNAE 2009)	50.819	16,38%	52.075	21,18%	4,80%
VABpb Servicios. Actividades artísticas, recreativas y otros servicios (R-T, CNAE 2009)	13.627	4,39%	8.649	3,52%	-0,87%
Impuestos menos subvenciones sobre los productos	28.888	9,31%	19.187	7,80%	-1,51%
Impuestos sobre los productos	30.768	9,92%	21.401	8,70%	-1,21%
Subvenciones sobre los productos	1.880	0,61%	2.214	0,90%	0,29%

Figura 28: Variació de l'estructura productiva espanyola per sectors (CNAE) entre el segon trimestre de l'any 2019 i el de 2020. Font: INE (n.d.-a).

Pel que fa els llocs de treball, el sector que més pes representa segueix sent el dels serveis. Concretament, el ram que mostra un grau d'ocupació més elevat és el comerç, seguit de les activitats sanitàries i serveis socials, l'educació i l'hostaleria. Una de les explicacions és la pròpia naturalesa del sector, atesa la dificultat de substituir treball humà en aquest àmbit, o almenys la seva complicació, en comparació al camp de l'indústria o altres serveis comercials, logístics i financers.

Llocs de treball per sectors

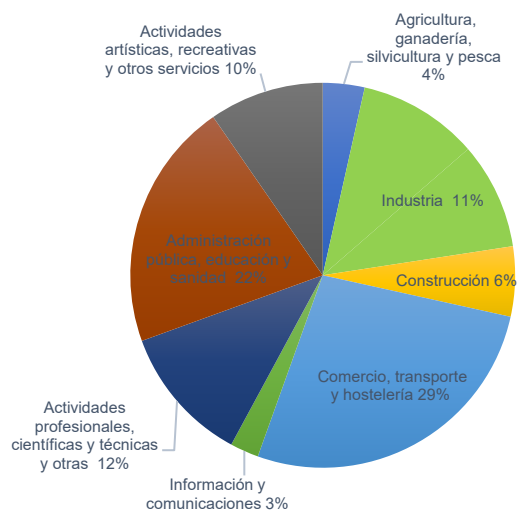


Figura 29: Llocs de treball per sectors (2019). Font: Elaboració pròpia a partir de l'INE.

A la Fig. 29 es pot observar la notorietat del percentatge d'ocupació del sector del comerç, transport i hostaleria, i en segon lloc també de l'administració pública principalment en sanitat i educació. Tanmateix, la proporció espanyola de població activa ocupada per les administracions públiques és inferior a la dels països més desenvolupats de la UE (Fig. 30).

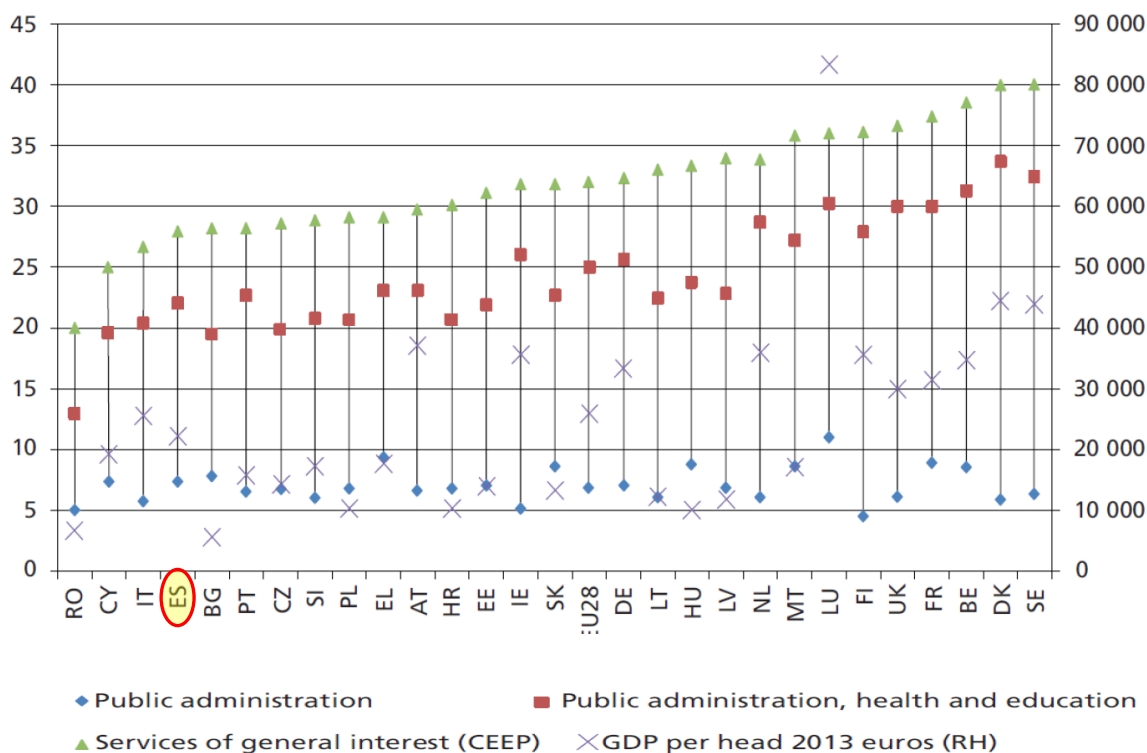


Figura 30: Percentatge d'ocupació a les administracions públiques als països de la UE (2013) distingint entre sanitat i educació, funcionaris de la pròpia administració de l'estat i altres serveis públics (jutges, militars, etc.). Font: European Commission (2017).

Degut a l'estat econòmic actual, les dades ofertes per L'INE podrien veure's modificades considerablement els pròxims trimestres, sobretot a les àrees més perjudicades: hostaleria, restauració, transport (especialment l'aeri de passatgers), activitats artístiques, recreatives, d'entreteniment...

3.1.3. Balança comercial i de capitals

Un altre punt important a tractar és l'obertura a l'exterior duta a terme a mitjans dels anys vuitanta, amb l'entrada d'Espanya a la UE i la posada en pràctica de polítiques comercials alineades amb el gir neoliberal d'aquells anys. Això, va comportar l'aplicació d'un dels principis establerts entre els països intercomunitaris que segueix molt present a dia d'avui, el lliure comerç. Amb aquell procés d'obertura, el PIB per càpita del país es va veure fortament incrementat i relativament homogeneïtzat amb els països de la UE, augmentat així les oportunitats que anteriorment eren inexistents i donant lloc al panorama que tenim actualment, on els elevats fluxos de la balança comercial han passat a ser la norma.

Entrant en el detall de la balança comercial, històricament a mantingut un saldo negatiu per l'alta dependència energètica externa. Mercès als esforços per reduir el dèficit comercial a través dels bons resultats de la balança dels serveis (especialment el turisme), s'ha aconseguit recentment equilibrar-la amb números positius. Ara bé, si agafem de referència països com Alemanya, Països Baixos, Dinamarca o Noruega (amb superàvit), es denota en línies generals la dificultat de prendre avantatge competitiva en certs sectors, tot i que en aquesta última dècada hagi agafat empenta gràcies a la millors competitives propiciades per les reformes estructurals i la moderació salarial (OECD, 2017). Aquests resultats, a banda de la transacció dels serveis on destaca per ser un dels països de l'OCDE amb més

representació, les manufactures han sigut determinants, especialment: l'exportació automobilística, l'alimentació, l'indústria química, tèxtil i de confecció. Conjuntament amb els resultats positius del compte de capitals per l'elevada entrada d'inversió estrangera, aquestes exportacions ajuden al país a no dependre tant del finançament aliè, contribuint a què sigui un país més solvent en el seu conjunt.

3.1.4. La nova i diferent normalitat

Tot i la situació descrita, la situació actual arran del covid-19 ha fet trontollar la situació econòmica, arribant a capgirar alguns dels aspectes exposats. L'augment del deute públic, la davallada del PIB, el descens de la població ocupada i la desglobalització són alguns dels efectes més immediats que ens està portant la pandèmia. Les prediccions econòmiques a nivell global no són del tot favorables, i menys per Espanya, que ha estat un dels països més afectats per la crisi sanitària. Segons el FMI, es preveu una caiguda del PIB en un 12,8% l'any 2020, atribuït a l'aturada econòmica pel confinament i les posteriors restriccions establertes a certs sectors, com el de la hostaleria i la restauració. Això, explicaria la variació en l'estructura productiva del PIB espanyol, tal i com comentàvem amb anterioritat.

Altrament, la condició de la crisi sanitària ha creat una situació compromesa per les empreses i els professionals afectats. La davallada d'ingressos ha repercutit en la pèrdua general de poder adquisitiu de la població, incrementant l'elevat nombre de persones en risc de pobresa, ja present abans del període pandèmic. El nombre pronosticat podria arribar gairebé als 11 milions de persones a Espanya, segons l'informe "Después será demasiado tarde" d'Oxfam Intermón (Oxfam Intermón, 2020). Un dels principals efectes de les dificultats econòmiques de les empreses ha sigut l'augment del nombre d'aturats en els darrers trimestres (INE, n.d.-b), deixant la taxa d'atur en el 16,26% (sense incloure la gent que es trobava en un ERTO). Ara bé, el FMI, preveu finalitzar l'any amb un 16,8%, superant-se el percentatge de l'any anterior (13,6%) fins el 2026 (IMF, 2020).

D'una manera genèrica, es pronostiquen noves davallades entre els diferents indicadors macroeconòmics. En aquest sentit, un altre perjudicat seria el deute públic, que es situa a nivells rècord, superant el 120% respecte el PIB, sense que s'espera que arribi a baixar d'aquest valor fins 2023 (IMF, 2020). També cal ressaltar els valors esperats del dèficit per l'any 2020, ja que difereixen en gran quantia respecte al d'anys anteriors superant el percentatge del 14% (IMF, 2020).

Un altre punt a ressaltar, perquè agreuja els efectes d'aquesta conjuntura econòmica, és la naturalesa de l'estructura productiva del país. Activitats que aporten molt valor afegit i son part dels pilars de l'economia s'han vist molt malmeses, en tractar-se d'activitats que necessiten tot el que s'ha tingut que evitar amb el coronavirus: la mobilitat i la relació entre persones. Aquests sectors són el turisme, l'oci, la restauració, l'hostaleria i el transport, que junts conformen el 28% del PIB espanyol, és a dir, gairebé un euro de cada tres generats. Uns altres aspectes a destacar són la dependència econòmica externa tan en l'aspecte financer com energètic, la capacitat de compra de la que depenen els sectors exportadors en l'actual marc de globalització i també les tendències de fons en el canvi estructural i el creixement del sistema econòmic contemporani (coses que tractarem més endavant).

A tall de recapitulació, vista la fotografia del marc econòmic actual, es percep com la pandèmia només ha magnificat el malestar econòmic persistent d'anys anteriors, on tot i ser un país desenvolupat, Espanya encara té reptes significatius i estructurals a millorar (el característic atur juvenil, la desocupació de llarga durada, l'elevat abandonament escolar, l'economia submergida, la dependència

energètica, l'excés de sectors de baixa productivitat i molt vulnerables als cicles adversos com el turisme, la contracció del sector primari...). Degut a la incertesa de l'evolució i superació de l'actual pandèmia, no podem fer gaires previsions sobre el desenllaç que deixarà el coronavirus, però sí que podem pronosticar, almenys a curt i mitjà termini, un decaïment econòmic.

3.2. Vulnerabilitat de l'economia espanyola pels impactes esperables del canvi climàtic

En el passat capítol hem pogut observar les conseqüències i les problemàtiques que ens comporta el canvi climàtic de forma genèrica per a les nostra societat. En aquest apartat, ens endinsarem en la vulnerabilitat que presenta l'economia espanyola respecte els impactes esmentats i previstos de l'escalfament global. A raó d'això, començarem amb els sectors més representatius i també més afectats.

3.2.1. Agricultura

El Cinquè Informe d'Avaluació de l'IPPC, exposa (amb un alt nivell de confiança) un efecte especialment negatiu en sectors vitals pel funcionament de l'economia espanyola: turisme, agricultura, salut pública, pesca, energia, infraestructures, silvicultura... En els dos primers casos, la intensificació de les onades de calor, l'estrès hídric i els incendis forestals podrien originar un desplaçament generalitzat del turisme i l'agricultura cap al nord (Stern, 2007, 156). Aquest últim sector, l'agrícola, podria veure's molt perjudicat pel decreixement en la seva productivitat i l'augment en el rendiment dels cultius a l'Europa septentrional (en un escenari d'adaptació). Per un altre cantó, el canvi esperat del clima en aquesta regió possibilitaria l'apertura de nous conreus, propis de llocs més surenys. Això, afectaria directament la competitivitat nacional del sector, fent-la minvar amb notorietat. En són una bona mostra els rendiments observats durant l'onada de calor del 2003, en que els països del sud d'Europa van experimentar una disminució en el rendiment de les seves collites en un 25%, contrari a l'augment dels països septentrionals (Stern, 2007, 151). Cal emfatitzar però, que el benefici inicial aconseguit per les regions del nord seria probablement efímer (en forma de U invertida), ja que ràpidament es superaria el límit de tolerància dels cultius per les altes temperatures (Stern, 2007, 149). A raó d'elles també, la productivitat podria arribar a decaure en un 50%, en el cas que es donessin durant les fases crítiques dels cicles dels cultius (Stern, 2007, 55). La disminució de la població d'abelles i altres pol·linitzadors, resultant pel canvi climàtic i altres activitats humanes, està posant en perill el 90% de les plantes silvestres, al igual que el 70% dels cultius més importants d'Espanya (Greenpeace, 2014): les ametlles (el segon productor a nivell mundial), les maduixes (el tercer productor mundial), préssecs i nectarines (en quart lloc), els propis ruscós d'abelles (el primer de tot Europa segons el *Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación* (2020)). Tant aquests com els kiwis, les carbasses, les pomes, els melons o el carbassó són els més vulnerables per la dependència que tenen de la pol·linització. Per això, l'absència de pol·linització donaria lloc a la reducció de la producció entre un 90-100% –en el cas dels últims citats, exceptuant la poma– i d'un 40-90% –en les ametlles, pomes, préssecs, nectarines...– de nombrosos cultius (Klein et al., 2007), amenaçant el valor econòmic de la pol·linització per insectes en la producció agrícola (2.401,4 milions d'€) utilitzada directament per consum humà a Espanya. Conseqüentment, segons la FAO, no solament tindria repercussions sobre el rendiment dels cultius sinó que també per la nutrició de la població, ja que molts agricultors es veurien obligats a substituir els conreus per altres menys vulnerables, reduint l'oferta de molts aliments nutritius (fruites, verdures, nous), repercutint

negativament en la consecució d'una dieta equilibrada (FAO, 2019). En l'últim informe del govern sobre els impactes derivats pel canvi climàtic s'exposa que l'augment de temperatura provocarà un auge en la demanda d'aigua, que juntament amb la menor disponibilitat esperada de recursos hídrics pot generar un dèficit hidrològic en els cultius, a la vegada que la intrusió salina dels aqüífers per l'augment del nivell del mar (Sanz & Gálan, 2020). Això podria ser molt perjudicial per un sector que consumeix el 67% (Pwc, 2018) dels recursos hídrics de tot l'estat, ocasionant minves en la producció i pèrdues en les collites (Sanz & Gálan, 2020). Així, sent Espanya com un dels països més afectats per l'escassetat d'aigua d'Europa, i el paper creixent de la indústria agroalimentària per a l'economia espanyola, les noves condicions climàtiques podrien deixar un resultat devastador per aquest sector i l'economia en el seu conjunt. Concretament, afegint totes les activitats associades, representa un 10,6% del PIB i un 14,2% de l'ocupació (Pwc, 2019), fent-la molt propera al principal motor econòmic (el turisme).

3.2.2. Turisme

D'igual manera succeeix amb la principal especialització del país, on les bones condicions climatològiques no únicament suposen un factor decisiu per l'atracció turística, sinó també per les infraestructures turístiques, el seu funcionament, el benestar i el gaudi dels visitants. Per aquest motiu, l'elevada sensibilitat que té respecte el clima el fa especialment vulnerable (Sanz & Gálan, 2020). En termes d'identificació de vulnerabilitats, podem ressaltar els efectes més genèrics i significatius que podria suposar per a l'oferta i la demanda.

- Pel que fa a l'oferta, l'augment del nivell del mar i l'onatge repercuteix negativament sobre les infraestructures turístiques costeres (platges, passeigs marítims, allotjaments...), afectant tant es agents econòmics que es beneficien d'ells (turistes, restaurants, hotels, comerços) com els qui hi habiten permanentment (Sanz & Gálan, 2020). El retrocés de les platges podria afectar greument al turisme de sol i platja, un dels més importants a nivell nacional, però també a d'altres relacionats amb el turisme coster (l'esportiu, d'aventura, marítim).
- Els resultats sobre l'agricultura, recentment esmentats, podrien tenir una clara repercussió sobre la qualitat dels productes oferts en la hostaleria i en una branca turística que cada vegada amb més adeptes: l'agroturisme i el turisme gastronòmic.
- Els canvis provocats en els règims hídrics poden perjudicar les activitats lúdiques que deriven de rius, llacs, termes, embassaments i altres recursos hídrics. D'altra banda, la seva manca de disponibilitat, podria posar en risc la viabilitat econòmica d'espais turístics actuals. Sobretot en conques hidrogràfiques petites o d'escasses i irregulars precipitacions que atrauen un gran volum de turistes (zones del Mediterrani, Balears o les Canàries) (Sanz & Gálan, 2020).
- La fosa dels glaciers, que poden arribar a desaparèixer en pocs anys, juntament amb la disminució en el volum i la duració de les nevades, estan fent canviar els particulars ecosistemes d'alta muntanya del territori nacional. De manera que podria resultar una pèrdua en l'atractiu dels paisatges, impulsor del turisme lúdic diversificat (d'aventura, rural, de neu, ecoturisme) que s'ha estat promovent al llarg dels anys. Així mateix, moltes de les estacions d'esquí podrien deixar de ser viables, independentment de disposar de producció artificial de neu (Sanz & Gálan, 2020).
- La pèrdua de biodiversitat i d'ecosistemes degut a les poques precipitacions, la desertificació, l'auge dels incendis, fenòmens extrems i les altes temperatures en altres regions, també pot propiciar una disminució del turisme de muntanya, a més dels citats anteriorment, afectant de manera directa l'oferta d'allotjaments (Gómez-Royuela, 2016).

- Pel que fa a la demanda, davant dels escenaris climàtics previstos és molt probable que s'alterin les prioritats dels turistes en cercar destinacions (seguretat, gaudiment i confort). Al voltant del 2050 es preveu un deteriorament en gran part de les activitats turístiques a l'aire lliure durant el període estival –època del major flux de visitants per Espanya– (Barros et al., 2014), no sols per la duresa de les condicions climatològiques i els efectes il·lustrats, sinó també per les millores meteorològiques dels països d'on provenen gran part dels turistes que rebem (Finlàndia, Regne Unit, Escandinàvia...).
- Per últim, segons informes internacionals de la UNESCO i l'IPPC, les inundacions i els canvis de les precipitacions (humitat o sequedat) podrien posar en risc elements de patrimoni cultural com: jaciments arqueològics del subsòl, pintures rupestres, edificis i cascs històrics, frescs i altres (Barros et al., 2014).

Concloent, la vulnerabilitat del sector turístic és molt alta davant l'afectació per les variacions climatològiques esperades, ja que d'una forma o altre gairebé tota la tipologia de formes de turisme quedaria perjudicada.

3.2.3. Transports i Infraestructures

De manera paral·lela, una branca molt lligada i essencial pel turisme, i per qualsevol altra activitat del país (en servir de lligam), seria l'impacte que es podria observar sobre el transport i les respectives infraestructures. En el capítol segon hem pogut veure reflectit el preu de continuar emetent GEH, ja que es multiplicava notablement la possibilitat de patir fenòmens meteorològics extrems a mesura que anava augmentant la temperatura. Els danys però, tal i com succeït al llarg d'aquestes dues últimes dècades (UNDRR, 2020), s'esperen que augmentin de forma no lineal en la relació temperatura-danys i efectes del canvi climàtic, pel fet de ser una funció sovint exponencial (Stern, 2007, 42). Sobretot, les infraestructures i transports més mal parats serien aquells més propers a la costa, ja que és on s'espera que es produeixin més afectacions. En un escenari RCP 8,5, cap a finals de segle, dels 41 ports espanyols analitzats als darrers estudis tres d'ells es trobarien en *risc alt*, 32 en un *risc mitjà* i solament sis entrarien dins de la classificació de baix o molt baix dins d'una escala compresa per:

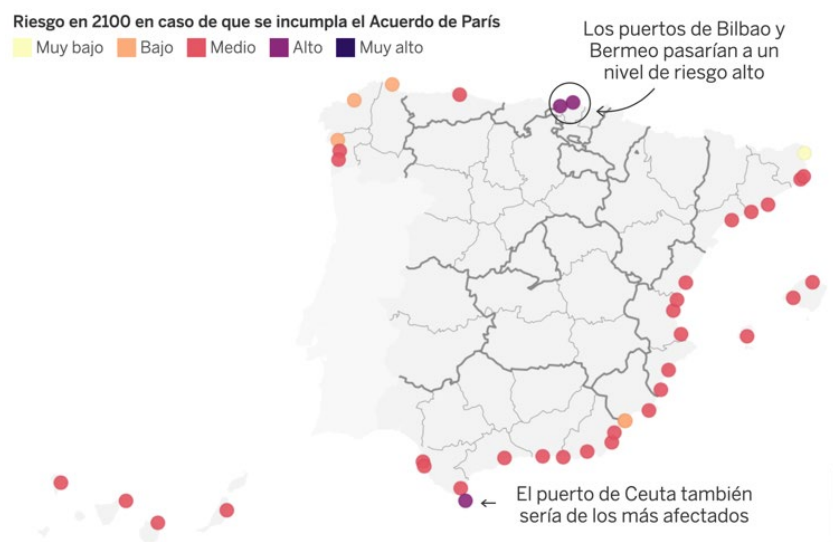


Figura 31: Nivell de risc dels ports espanyols per l'any 2100 en cas d'un RCP 8,5. Els diferents nivells de riscos els podem trobar representats en la llegenda exposada a la part superior de la figura. Font: Izaguirre et al. (2021) Gràfic: Periòdic "El País".

Per altra banda, un altre fenomen que ha representat una greu amenaça pel sector en els últims 50 anys serien les tempestes (Díez, 2006; Programa Cambio Global, 2012), que s'espera que el grau de virulència i freqüència vagin en augment.

3.2.4. Pesca

Cal prestar importància a l'estat dels medis marins, vist que sustenten activitats imprescindibles com la pesca i l'aqüicultura, font de producció i de seguretat alimentaria a nivell nacional. El peix i el marisc proveeixen del 12,3% del consum de proteïna a Espanya i constitueix el 25% dels llocs de treball de les activitats pesqueres de la UE (Barange et al., n.d.; Comissió Europea, 2018). Els efectes venen principalment provocats pel deteriorament de la salut dels ecosistemes marins, cada vegada més malmesos per la contaminació, la sobreexplotació i les conseqüències del canvi climàtic. Dos capítols enrere, descrivíem les reduccions en biodiversitat, les migracions i els problemes que els hi comportava per a les espècies i hàbitats (alteració en el comportament, creixement i reproducció, emblanquiment de coralls, dificultats en la formació d'esquelets i closques pels organismes calcaris...). Així, espècies objectiu d'activitats de recol·lecció, pesca comercial, recreativa i d'interès soci-cultural podrien veure's en perill pels canvis esmentats, al igual que els esforços de les captures (Sanz & Gálan, 2020). Per un altre costat, les observacions analitzades durant les últimes dècades, també ens podrien servir d'imatge del que podria esdevenir en un futur: desaparicions d'espècies comercials, pèrdua de productivitat pesquera, reducció en abundància i del seu valor, disminució de la flota de vaixells i dels desembarcaments, descens d'un 50% dels mariscadors a peu a Galícia, desplaçament o expansió de 16 dels 21 estocs de peixos comercials clau cap a aigües europees, entre altres resultats (Burgos et al., n.d.; Free et al., 2019; ICES, 2016; Pita et al., 2018, 2019). Els desplaçaments descrits per l'ICES d'espècies objectiu a nivell europeu, facilitaria en gran mesura la pèrdua de competitivitat per part de la flota pesquera espanyola, pel fet d'incrementar els esforços de captura (els costos d'explotació) i de la competència exterior. A més a més, en els dos estudis següents es mostra com aquests canvis poden generar futurs conflictes entre països per la distribució dels drets de pesca (Baudron et al., 2020; Pinsky et al., 2018), tal com ha succeït recentment amb la UE, Noruega i les Illes Fèroe pel desplaçament del verat (Spijkers & Boonstra, 2017). L'IPPC estima sota un escenari RCP 2,6 disminucions d'entre el 20-30% del potencial màxim de captures per a les zones de l'Atlàntic i Canàries, seguit d'un 30-40% en el cas d'un RCP 8,5. En darrer terme, cal destacar el paper de l'aqüicultura marina, ja que és un dels sectors decisius per cobrir la demanda de peix –prop del 50%–(FAO, 2018), però també un dels més perjudicats pel canvi climàtic (Comissió Europea, 2018; OESA, 2015). L'acidificació, les onades de calor i les marees rojes, per exemple, afectarien notablement la producció de musclos espanyols, capdavantera en la producció en volum de la UE (APROMAR, 2019), tenint connotacions econòmiques rellevants (Freitas et al., 2017; Pita et al., 2019). També, fenòmens meteorològics extrems (onatge, tempestes), l'augment de temperatura del aigua, la hipòxia, entre els esmentats (Sanz & Gálan, 2020), faria augmentar la mortalitat dels peixos, l'estrès, danys en les infraestructures, difusió de malalties, a més d'altres rellevants conseqüències a tenir en consideració per una cultura fortament vinculada i dependent als medis marins.

3.2.5. Ramaderia

Un tercer sector alimentari damnificat seria el de la ramaderia, pels episodis d'estrès tèrmic que podrien portar els augments de la temperatura durant l'estiu i els esdeveniments extrems, repercutint en el

benestar, la ingesta (disminuint-la), la producció i la seva mateixa supervivència (Galán et al., 2018). Això, és degut a la sensibilitat dels animals vers les condicions ambientals específiques que necessiten. Una bona mostra, seria l'elevada mortalitat dels pollastres per temperatures majors als 30°C o la de les truges quan pareixen (d'entre 5 o 6 vegades per sobre a la mitjana). De manera simultània, la fertilitat dels animals (gallines, conills, cavalls...) també disminueix amb l'exposició a les altes temperatures, repercutint en la producció dels ous, per exemple (Nardone et al., 2010). Els costos derivats de la poca disponibilitat d'aigua esperada (repercutits també en l'alimentació), els canvis a realitzar per minimitzar els efectes descrits, la major exposició a plagues i patògens, a més de la destrucció d'infraestructures pels fenòmens meteorològics extrems, s'espera que comportin un increment dels costos de producció (Rivera-Ferre et al., 2016; Sanz & Gálan, 2020).

3.2.6. Sanitat

El canvi climàtic té una repercussió directa sobre la salut humana. Una mostra clara serien els efectes dels fenòmens meteorològics extrems sobre la mortalitat i la morbiditat. Les onades de calor representaria un bon exemple, ja que a més de provocar morts fan augmentar el nombre de malalties cardiovasculars i respiratòries (asma, rinitis) (D'Amato et al., 2007). També s'inclourien les insolacions, els cops de calor, la sensació de fatiga, l'estrès tèrmic, entre d'altres, que en els casos més extrems poden ser mortals. Es planteja que en un context de creixement d'habitants a les ciutats (on es produeixen les illes de calor, hi ha més densitat demogràfica i major pol·lució), de malalties cròniques i de població envellida (principals grups de risc) les defuncions també ho facin significativament (Kjellstrom et al., 2010; Roldán et al., 2016; Sanz & Gálan, 2020). Cal recordar el nombre de morts (15.000) que va deixar l'onada de calor de 2003 a París (Stern, 2007, 163) i a Espanya (15.090), pel fet que podria produir-se en repetides ocasions al llarg de les pròximes dècades amb l'auge d'aquests fenòmens (veure capítol II). Qui ho mostra és Scanzzy, considerant una exposició de "calor moderat" i un "excés de calor" –de forma conjunta– en estimar 12.000 morts addicionals en un escenari RCP 8,5 per Espanya entre 2030-2039, 27.000 per 2050-2059 i fins uns 40.000 per 2070-2079. En un RCP 4,5 la mortalitat continuaria sent alta l'any 2030-2039 amb 11.000 defuncions, 20.000 per 2050-2059 i una disminució fixant-se a les 18.000 morts per finals de segle (2090-2099). En un RCP 2,6 (el context més sostenible) la reducció dels decessos es veuria descendida en major quantia: 10.000 pel període 2030-2039, 16.000 per 2050-2059 i 10.000 per 2090-2099 (Sanz & Gálan, 2020; Scanzzy, 2019). També, les elevades temperatures contribuirien en la propagació de determinades malalties infeccioses per l'aigua pròpies de zones tropicals i subtropicals (dengue, zika, chikunguya), a més de les d'origen alimentari (salmonel·losi, gastroenteritis). En l'últim cas, la contaminació de les aigües per les inundacions o l'elevada temperatura serien els principals promotors. Les restriccions d'aigua potable podrien representar un altre paper important en l'amplificació en nombre de malalties infeccioses (tracoma o dermatitis de contacte), pel fet de potenciar la carga química i els patògens en les aigües (Sanz & Gálan, 2020). Simultàniament l'aigua estancada, a causa de les sequeres, seria un altra vector que ajudaria a propagar-les.

El conjunt de fenòmens derivats de l'escalfament global aguditza les malalties cròniques i les lesions. Els impactes sobre la salut humana no solament tenen repercussions directes, sinó que conta amb efectes indirectes com la contaminació, creant sinergies negatives. Les sequeres també tindrien repercussions per al benestar dels ciutadans, pels impactes que tenen sobre els ecosistemes. Amb elles la probabilitat de patir incendis incrementa, i per tant, també el risc de lesions, cremades, traumatismes i mortalitat.

Els efectes de l'esclafament global en les fonts d'alimentació (agricultura, pesca i ramaderia) suposen un risc per a la seguretat alimentària. Hem vist que no solament afecta l'aprovisionament de productes, sinó també la seva qualitat i varietat (FAO, 2019). Els efectes patits en els països més afectats pel canvi climàtic (economies en vies de desenvolupament) també podria suposar una amenaça per Espanya, no solament en la nostra salut mental sinó que també pel subministrament d'aliments que ens ofereixen. La seqüela de la disminució de la capacitat agrícola i ramadera implica agreujar la pobresa i desigualtat en la salut, econòmica i de gènere (Sanz & Gálan, 2020), portant-nos a un increment de malnutrició, carències o excessos de micronutrients, sobrepès i obesitat, cardiopaties, diabetis i alguns tipus de càncers (Sanz & Gálan, 2020).

Vistos els impactes anteriors (fenòmens meteorològics extrems, malalties) la salut mental es veuria greument perjudicada: depressió, augment de l'ansietat (eco-ansietat), estrès posttraumàtic... de les quals convé ressaltar la presència actual de moltes d'elles. També se'ls hauria de sumar els efectes físics de tenir una insana salut mental, cada vegada més coneguts per la medicina contemporània.

Com a resum de l'exposat, podem concloure un possible augment en les hospitalitzacions i dels tractaments desembocant un major cost sanitari i una major càrrega per les arques de l'estat. Des del punt de vista laboral, podrien augmentar el número de baixes, arribant a ocasionar nous inconvenients i costos pel món empresarial, pel fet de posar en risc aspectes com els terminis d'entrega o altres particularitats que podrien tenir repercussions en la qualitat dels productes i serveis oferts pels diferents sectors.

3.2.7. Altres sectors

En el sector de l'energia, l'impacte més significatiu ho rebrien aquelles que fan ús d'aigua i la biomassa en les seves infraestructures (l'energia hidroelèctrica, les centrals nuclears, la biomassa). La transformació cap una economia sustentada per renovables però, ajudaria a millorar la resiliència de les conseqüències de l'esclafament global, a part de reduir les emissions de GEH i la dependència energètica (Sanz & Gálan, 2020). Pel cantó de la demanda, es preveu un increment en el consum de l'energia total, atès que el consum durant l'estiu i les demès èpoques de l'any superarà el consum d'energia estalviat durant l'hivern per l'augment de la temperatura (Stern, 2007, 151).

D'altra banda, segons l'informe "*Working in a warmer planet*" de l'OIT, l'augment de la temperatura podria fer que s'extraviïn el 2,2% d'hores de feina pel 2030 a nivell global, és a dir, 80 milions de llocs de feina de jornada completa, amb una caiguda de la productivitat de 2.125 milions d'€ (OIT, 2019). Per Espanya, això significaria la pèrdua de 7,7 milers de llocs de feina de jornada completa pel mateix any sota l'escenari més optimista (RCP 2,6) i menys probable de què es duquin a bon terme per les polítiques vigents de reducció de GEH. A més convé recalcar que les dades citades únicament tenen en compte els impactes sobre la productivitat derivats de l'estrès tèrmic i no de totes les conseqüències esmentades en anterioritat, moltes de les quals podrien deixar empremta sobre la productivitat.

En un altre estudi de Gosling et al. (2018) s'estima que en un marc RCP 8,5 hi hauria pèrdues de productivitat al voltant del 10-15% (sense mitigació i adaptació) cap a finals de segle per a països com Espanya. Ambdós informes coincideixen a dir que els treballs realitzats a l'aire lliure són els que tindrien una major afectació. Per això, la construcció, l'agricultura i part dels serveis són els que es trobarien més damnificats, que són tots importants per a l'economia espanyola. També és important recordar que els efectes esmentats només es refereixen a alguns dels efectes del canvi climàtic, no a l'impacte

total sobre les activitats humanes. Per exemple, els efectes de la contaminació en els ecosistemes marins i les conseqüències en les activitats i la salut de les persones, l'agreujament de la hipòxia per l'ús de fertilitzants i nitrats, la degradació dels sòls per la forma de cultivar, el tipus de producció lineal, o l'escassetat de recursos per la nostra manera de viure, entre d'altres.

3.3. Quina metodologia d'anàlisi econòmica permetria fer previsions fiables sobre els canvis tecnològics i estructurals que caldria fer en tots aquests sectors per mitigar i adaptar-nos al canvi climàtic?

Una forma d'aprofundir i ampliar la revisió bibliogràfica realitzada sobre com la composició per sectors de l'economia espanyola i la seva evolució recent la fan especialment vulnerable als efectes del canvi climàtic, seria a través de l'Anàlisi Input-Output Ambientament Ampliada (*Environmentally Extended Input-Output Analysis or EE-IOA*). El model EE-IOA permet calcular la contribució de valor afegit de cada sector sobre el total de l'economia, les transaccions entre ells, amb el consum final de les famílies al país i les exportacions i importacions de la balança comercial amb la resta del món, d'una forma que també permet relacionar tots aquests fluxos de valor afegit amb els seus impactes ambientals generats com a externalitats en diversos àmbits (consum d'energies fòssils i emissions de GEH, ocupació de sòl, consum i pol·lució d'aigua, entre d'altres). Determinats usos de l'EE-IOA també poden donar informació rellevant sobre qüestions com l'ocupació, els ingressos, les desigualtats o la productivitat, i també integrar-los a models més amplis (com models d'Equilibri General o EGC).

L'EE-IOA permet identificar de forma precisa les principals activitats causants dels problemes mediambientals dins el sistema econòmic, els impactes de les polítiques dutes a terme en anterioritat, o servir per generar escenaris de canvis per formular millor estratègies i prendre decisions. A més de permetre analitzar les dades transversals (les relacions entre sectors i àmbits del sistema econòmic), també permet desplegar a nivell sectorial o de producte el conjunt de la seva cadena de valor, i observar-ne les emissions vinculades a cada una de les baules (veure la Fig. 32 com exemple).

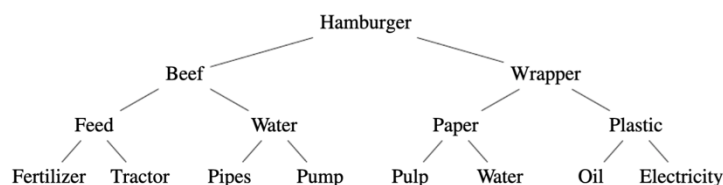


Figura 32: Mostra de les aportacions necessàries per proporcionar una hamburguesa al consumidor final, a través d'un "arbre de producció". Font: Kitzes (2013)

En comparació a altres models –*PE (Partial Equilibrium)* o el *CGE (Computable General Equilibrium)*– la complexitat matemàtica és més simple i lineal, a part de possibilitar un punt de vista totalment diferent i molt més contemporani (de "consumidor responsable"), en centrar-se en el consum i treure a la llum tots els encadenaments intra- i inter-sectorials que el proveeixen, fet que permet atribuir clarament les responsabilitats de les externalitats ambientals derivades de la producció i consum de cada bé. L'horitzó temporal és el d'un any tot i que s'acostumen a fer cada cinc (Koks et al., 2015), descrivint la interrelació

entre les diferents indústries com a productores i consumidores de recursos mitjançant transaccions monetàries i també biofísiques incorporant els impactes ambientals dels béns i serveis comercialitzats dins cada país i entre països, tal i com mostra en el següent gràfic:

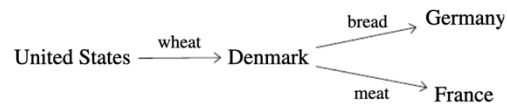


Figura 33: Esquema de mostra dels fluxos comercials d'un producte (el blat i dos productes secundaris derivats (el pa i la carn)) entre nacions. Font: Kitzes (2013)

Al igual que els demés models pot presentar certes limitacions, com la possible falta d'informació –ja sigui per la manca de dades o la protecció sobre els productes oferts per part de les empreses–, que es dugui un doble recompte (Kitzes, 2013), etc. Però les contínues millores de les fonts d'informació enforteixen la precisió d'aquesta eina macroeconòmica, clarament molt útil per seguir un full de ruta que ens ajudi a millorar la nostra relació amb la naturalesa amb bases de dades internacionals com WIOD (<http://www.wiod.org/home>) o EXIOBASE (<https://www.exiobase.eu/>).

Exemples del que es pot obtenir d'una l'Anàlisi Input-Output Ambientalment Ampliada

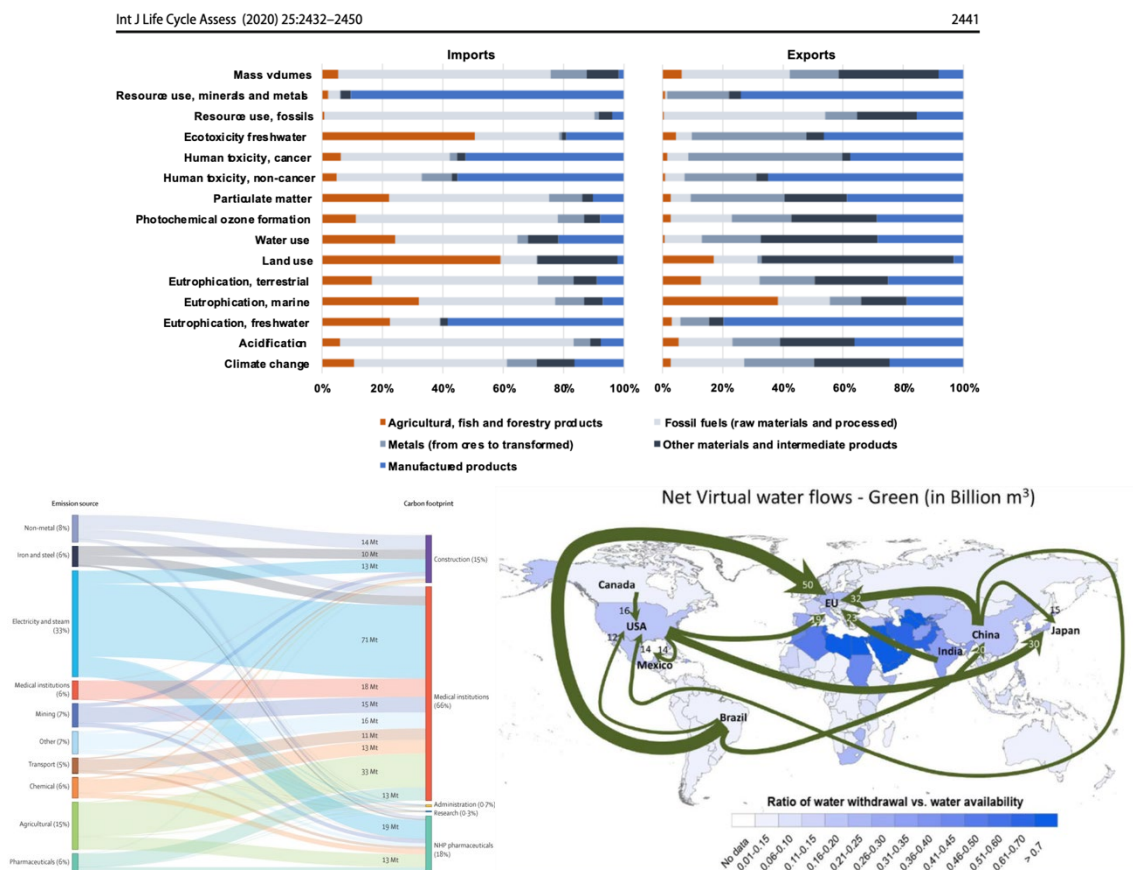


Figura 34: Producte de realitzar un EE-IOA. El primer gràfic correspon als impactes ambientals de la UE en el comerç, considerant 14 categories d'impacte i 5 categories de productes per l'any 2010. Font: Beylot et al. (2020). El segon, fa referència a les fonts d'emissions de la petjada de carboni del sistema sanitari xinès el 2012. Font: Wu (2019). Per últim, el mapa mundi que comprèn 41 regions mundials i 35 productes bàsics, avalua els fluxos d'aigua virtuals mundials a nivell sectorial per a l'any 2008. Font: K. Feng & Klaus (2015).

IV. CONCLUSIONS

En temps on l'escalfament global sembla que faci nosa pel sistema econòmic imperant, necessitem recuperar el lligam amb l'estat dels ecosistemes que ens mantenen en vida. Això també vol dir entendre la mútua influència entre el funcionament de l'economia i els diversos ecosistemes de la biosfera. Tal com s'ha dit, cada grau d'augment de la temperatura suposaria certs impactes que causarien repercussions i costos per molts dels sectors econòmics que conformen l'economia espanyola. Per això, exposàvem en el capítol II la importància de no sobrepassar el llindar de seguretat dels 1,5 graus, ja que podria implicar un punt de no retorn i un greu increment de l'escalfament del que ja no estaria al nostre abast sortir-ne (Steffen et al., 2018). No tenir en compte el canvi climàtic a l'hora de fer polítiques econòmiques per mitigar els GEH, comportaria pagar un major cost que si s'optés per una economia descarbonitzada (Stern, 2007), a més de posar en perill la vida de milions de persones. En cas d'inacció, s'estima una pèrdua permanent anual d'entre el 5 i el 20% del PIB mundial pels costos i riscos totals de l'escalfament global. Per aquest motiu, Nicholas Stern classifica el canvi climàtic com: «la major fallada de mercat que el món ha pogut experimentar al llarg de la seva història».

Cal ressaltar que les polítiques actuals –poc efectives en reduir els GEH per no sobrepassar el llindar de seguretat (Vilardell Gómez, 2020)– no assegurin l'estabilitat climàtica, i que, per tant, caldrà admetre que el decreixement econòmic es produeixi tard o d'hora. La qüestió és si aquesta fi del creixement s'acaba produint amb totes les complicacions que suposaria un canvi climàtic fora de control humà, o evitant-lo. La segona opció exigeix una grandiosa inversió a realitzar durant les pròximes dues dècades per aconseguir evitar superar el llindar de 1,5-2°C d'increment de la temperatura mitjana terrestre. A mida que passa el temps sense escometre aquestes inversions, majors són els esforços que cal fer: passant del 1% (Stern, 2007) del PIB mundial al 2,53% (Babiker et al., 2018). Per tant, tota demora fa que el problema sigui molt més complex i les accions a realitzar molt més costoses (Stern, 2007), cosa que respon a la primera hipòtesi plantejada del treball (H_1).

Nicholas Stern (2007) també assenyala la gravetat que suposaria continuar amb un model econòmic intacte com l'actual, no solament per posar en risc la seva pròpia aspiració (el creixement) sinó també per l'amenaça que suposa per al propòsit primordial de l'economia: el benestar humà. Per això, com a resposta del mostrat per l'economia del canvi climàtic (basada en la ciència), Tim Jackson redefineix la prosperitat desvinculant-la del creixement a partir d'un cert punt d'inflexió. De fet ja existeix una divergència entre la sensació de prosperar (benestar/felicitat /autorealització) i el mer creixement del PIB, tal com ha evidenciat la psicologia moderna (Tim Kasser, Mihaly Csikszentmihalyi). Una de les causes estructurals que generen aquesta divergència és la "gàbia del consumisme" i el deteriorament humà que comporta (estrès, ansietat, depressió; veure Fig. 23). L'altra cara de la moneda és el vincle existent entre poder gaudir d'un medi natural en bon estat i la felicitat, incloent tots els seus efectes salutogènics (John et al., 2020). Per això, és imprescindible recuperar la comunicació de l'economia amb les ciències que la fonamenten –la psicologia (amb la definició de l'individu) i les ciències naturals (amb les limitacions físiques i ambientals)–.

Així doncs, a raó de tot l'exposat, podem concloure que cal un canvi urgent de model econòmic per un altre que posi realment al centre el benestar de les persones i la preservació del medi ambient (H_2). Aquest objectiu implica tot un seguit de tasques pels economistes, entre les quals podem destacar la d'entendre d'una forma més aprofundida les vulnerabilitats de l'economia espanyola front diversos escenaris macroeconòmics de canvi climàtic i ambiental global (incloent l'actual). Aquesta tasca es

podria realitzar amb una Anàlisi Input-Output Ambientalment Ampliada (apartat 3.3), tot i que la bibliografia existent ja sigui més que suficient per prendre decisions a favor d'una economia ecològica que garanteixi una vida digne per a les generacions més joves i les posteriors.

V. BIBLIOGRAFIA

- AEMET. (2019). *Olas de calor cada vez más intensas y frecuentes*.
http://www.aemet.es/ca/noticias/2019/07/Olas_de_calor_mas_intensas_y_frecuentes#enlaces_asociados
- Alaktif, J., & Callens, S. (2020). Migration and Climate Change. *Migration and Climate Change*, 31. <https://doi.org/10.1002/9781119751144>
- APROMAR. (2019). *La acuicultura en España 2019*.
[http://apromar.es/sites/default/files/2019/InformeAcui/APROMAR Informe ACUICULTURA 2019 v-1-2.pdf](http://apromar.es/sites/default/files/2019/InformeAcui/APROMAR%20Informe%20ACUICULTURA%202019%20v-1-2.pdf)
- Babiker, M., Bertoldi, P., Buckeridge, M., Cartwright, A., Araos, M., Bakker, S., Bazaz, A., Belfer, E., Benton, T., Coninck, de, Revi, A., Babiker, M., Bertoldi, P., Buckeridge, M., Cartwright, A., Dong, W., Ford, J., Fuss, S., Hourcade, J., ... Waterfield, T. (2018). *Strengthening and Implementing the Global Response*. Anne van Valkengoed.
- Banc Mundial. (n.d.-a). *GDP per capita growth (annual %) - Spain*.
<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.KD.ZG?locations=ES>
- Banc Mundial. (n.d.-b). *Índice de Gini - Spain*.
<https://datos.bancomundial.org/indicador/SI.POV.GINI?end=2017&locations=ES&start=2002>
- Banco de España. (n.d.). *Encuesta Financiera de las Familias*.
https://www.bde.es/bde/es/areas/estadis/estadisticas-por/encuestas-hogar/relacionados/Encuesta_Financi/
- Banco de España. (2019). *Avance mensual de la balanza de pagos*.
https://www.bde.es/f/webbde/GAP/Secciones/SalaPrensa/NotasInformativas/19/presbe2019_52.pdf
- Barange, Bahri, Beveridge, MCM, Cochrane, KL, Funge-Smith, Poulain, & eds. (n.d.). *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options*.
- Barrett, M., Comisión, A. B. (Joint R. C. de la, Europea), Sarah Bladen (Global Fishing Watch), T. B. (Universidad de R., Las, N. B. (Centro de M. de la C. M. del P. de, Naciones Unidas para el Medio Ambiente –PNUMA-CMCM), S. B. (BirdLife, International), H. C. (Investigación A. B. y U. de E., Sarah Cornell (Centro de Resiliencia de Estocolmo), A. C. (Joint R. C., (JRC) de la Comisión Europea), S. C. (Instituto del M. A. de E., Guisepe de Carlo (WWF International), L. de F. (Joint R. C. de la, Comisión Europea), Adriana De Palma (Museo de Historia Natural, Londres), S., Deinet (Sociedad Zoológica de Londres), Rod Downie (WWF-Reino Unido), C. D., (WWF-Países Bajos), Bernadette Fischler (WWF-Reino Unido), R. F. (Sociedad, Zoológica de Londres), Owen Gaffney (Centro de Resiliencia de Estocolmo), A. G., (Red Global de Huella), Paul Gamblin (WWF International), M. G. (Universidad, de Reading), Noel Gorelick (Google Earth Engine), J. G. (Instituto del M., Ambiente de Estocolmo), Monique Grooten (WWF-Países Bajos), L. H. (Red, Global de Huella), S. H. (Centro de M. de la C. M. del, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA-CMCM), Craig HiltonTaylor (UICN), Arwyn Jones (Joint Research Centre de la Comisión Europea), T. J., ... Bajos), (Instituto del Medio Ambiente de Estocolmo) y Natascha Zwaal (WWF-Países. (2018). *Informe Planeta Vivo*.
http://awsassets.wwf.es/downloads/informe_planeta_vivo_2018.pdf
- Barros, V. R., Field, C. B., Dokken, D. J., Mastrandrea, M. D., Mach, K. J., Bilir, T. E., Chatterjee, M., Yuka, K. L. E., Estrada, O., Genova, R. C., Girma, B., Kissel, E. S., Levy, A. N., Maccracken, S., Mastrandrea, P. R., & White, L. L. (2014). *Climate Change 2014 Impacts, Adaptation, and Vulnerability Part B: Regional Aspects Working Group II*

Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Edited by.

- Baudron, A. R., Brunel, T., Blanchet, M., Hidalgo, M., Chust, G., Brown, E. J., Kleisner, K. M., Millar, C., MacKenzie, B. R., Nikolioudakis, N., Fernandes, J. A., & Fernandes, P. G. (2020). Changing fish distributions challenge the effective management of European fisheries. *Ecography*, 43(4), 494–505. <https://doi.org/10.1111/ecog.04864>
- Bebiano, M. J., P. Calumpang, H., Chiba, S., Evans, K., Kamara, K. O., Enrique Marschoff, Michelle McClure, E. Y., Mohammed, Chul Park, L. Y. R., Marco Espino Sánchez, Anastasia Strati, J., Tuhumwire, Thanh Ca Vu, J. W. y, & Zielinski, T. P. (n.d.). *LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LOS CAMBIOS ATMOSFÉRICOS CONEXOS EN LOS OCÉANOS RESUMEN TÉCNICO DE LA PRIMERA EVALUACIÓN INTEGRADA DEL MEDIO MARINO A ESCALA MUNDIAL.*
- Beylot, A., Corrado, S., & Sala, S. (2020). Environmental impacts of European trade: interpreting results of process-based LCA and environmentally extended input–output analysis towards hotspot identification. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 25(12), 2432–2450. <https://doi.org/10.1007/s11367-019-01649-z>
- Breitburg, D., Levin, L. A., Oschlies, A., Grégoire, M., Chavez, F. P., Conley, D. J., Garçon, V., Gilbert, D., Gutiérrez, D., Isensee, K., Jacinto, G. S., Limburg, K. E., Montes, I., Naqvi, S. W. A., Pitcher, G. C., Rabalais, N. N., Roman, M. R., Rose, K. A., Seibel, B. A., ... Zhang, J. (2018). Declining oxygen in the global ocean and coastal waters. In *Science* (Vol. 359, Issue 6371). American Association for the Advancement of Science. <https://doi.org/10.1126/science.aam7240>
- Burgos, A., Béarez, P., & Ratti, C. (n.d.). *Workshop Organizer Co-Organizers Scientific Committee Hélène Artaud Muséum national d'Histoire naturelle Logistics Assistant.*
- Burke, K. D., Williams, J. W., Chandler, M. A., Haywood, A. M., Lunt, D. J., & Otto-Bliesner, B. L. (2018). Pliocene and Eocene provide best analogs for near-future climates. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(52), 13288–13293. <https://doi.org/10.1073/pnas.1809600115>
- Burke, P. J., Shahiduzzaman, M., & Stern, D. I. (2015). Carbon dioxide emissions in the short run: The rate and sources of economic growth matter. *Global Environmental Change*, 33, 109–121. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.04.012>
- Chris Dickman. (2020). *More than one billion animals impacted in Australian bushfires - The University of Sydney.* <https://www.sydney.edu.au/news-opinion/news/2020/01/08/australian-bushfires-more-than-one-billion-animals-impacted.html>
- Climate Central. (n.d.). *La subida del nivel del mar y el destino de las ciudades costeras.* Retrieved December 4, 2020, from <https://earth.google.com/web/@34.7325599,-94.20828246,312.21005962a,12000000d,35y,0h,0t,0r/data=CjASLhlgNzJIM2QwZWU3NGMyMTFIODhjMWNiZjg2OTQ1ZTVIZWMiCnZveV9zcGxhc2g?hl=es>
- Comisión Europea. (2012). *Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa.* http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/Green_Infraestructure.pdf
- Comisión Europea. (2019). *Revisión de la aplicación de la política medioambiental ESPAÑA.* 49. <http://europa.eu>.
- Comissió Europea. (n.d.). *Causas del cambio climático.* Comisión Europea Del Medio Ambiente. https://ec.europa.eu/clima/change/causes_es
- Comissió Europea. (2018). Facts and figures on the common fisheries policy. In *European Commission* (Vol. 42, Issue 4). <https://doi.org/10.1108/nfs.2012.01742daa.002>
- CSIRO. (n.d.). *Sea Level - Sea Level, Waves and Coastal Extremes.* Retrieved November 26, 2020, from <https://research.csiro.au/slrwavescoast/sea-level/>

- D'Amato, G., Cecchi, L., Bonini, S., Nunes, C., Annesi-Maesano, I., Behrendt, H., Liccardi, G., Popov, T., & Van Cauwenberge, P. (2007). Allergenic pollen and pollen allergy in Europe. In *Allergy: European Journal of Allergy and Clinical Immunology* (Vol. 62, Issue 9, pp. 976–990). Allergy. <https://doi.org/10.1111/j.1398-9995.2007.01393.x>
- Diaz, R. J., & Rosenberg, R. (2008). Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. In *Science* (Vol. 321, Issue 5891, pp. 926–929). American Association for the Advancement of Science. <https://doi.org/10.1126/science.1156401>
- Díez, E. C. (2006). *Variables meteorológicas y salud*.
- European Commission. (2017). *A comparative overview of public administration characteristics and performance in EU28*. <https://doi.org/10.2767/13319>
- European Commission - Environment. (n.d.). *What is the “Beyond GDP” initiative*. Retrieved February 1, 2021, from https://ec.europa.eu/environment/beyond_gdp/index_en.html
- European Environment Agency. (n.d.). *Climate change impacts in Europe*. Retrieved January 22, 2021, from <https://experience.arcgis.com/experience/5f6596de6c4445a58aec956532b9813d>
- European Environment Agency. (2015). *Correlation of ecological footprint (2008) and the human development index (2012)*. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/correlation-of-ecological-footprint-2008>
- Eurostat. (n.d.). *Environmental tax revenues*. Retrieved December 8, 2020, from https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/t2020_rt320/default/table?lang=en
- FAO. (2018). *Fishery and aquaculture statistics*. www.fao.org/fishery/static/Yearbook/YB2018_USBcard/index.htm
- FAO. (2019). *La reducción de la población de abejas es una amenaza para la seguridad alimentaria y la nutrición*. <http://www.fao.org/news/story/es/item/1194963/icode/>
- Feng, K., & Klaus, H. (2015). *A multi-region input-output analysis of global virtual water flows*. https://www.researchgate.net/publication/272021894_A_multi-region_input-output_analysis_of_global_virtual_water_flows
- Feng, S., & Fu, Q. (2013a). Atmospheric Chemistry and Physics Expansion of global drylands under a warming climate. *Atmos. Chem. Phys*, 13, 10081–10094. <https://doi.org/10.5194/acp-13-10081-2013>
- Feng, S., & Fu, Q. (2013b). Expansion of global drylands under a warming climate. *Atmos. Chem. Phys*, 13, 10081–10094. <https://doi.org/10.5194/acp-13-10081-2013>
- Fire, F., Republic, S., & Russia, J. (2020). *State of the Global Climate 2020 PROVISIONAL REPORT*. <https://gcos.wmo.int/en/global-climate-indicators>
- Fons Monetari Internacional. (n.d.-a). *IMF data - acces to macroeconomic & financial data*. <https://data.imf.org/?sk=4c514d48-b6ba-49ed-8ab9-52b0c1a0179b>
- Fons Monetari Internacional. (n.d.-b). *Real GDP growth - Annual percent change*. Fons Monetari Internacional. https://www.imf.org/external/datamapper/NGDP_RPCH@WEO/OEMDC/ADVEC/WEO_WORLD
- Free, C. M., Thorson, J. T., Pinsky, M. L., Oken, K. L., Wiedenmann, J., & Jensen, O. P. (2019). Response to Comment on “Impacts of historical warming on marine fisheries production.” In *Science* (Vol. 365, Issue 6454, pp. 979–983). American Association for the Advancement of Science. <https://doi.org/10.1126/science.aax7170>
- Freitas, R., De Marchi, L., Bastos, M., Moreira, A., Velez, C., Chiesa, S., Wrona, F. J., Figueira, E., & Soares, A. M. V. M. (2017). Effects of seawater acidification and salinity alterations on metabolic, osmoregulation and oxidative stress markers in *Mytilus galloprovincialis*. *Ecological Indicators*, 79, 54–62.

<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.04.003>

- Fundación BBVA, & IVIE. (2019). La productividad de la economía española cae un 10,5% desde 1995 frente al crecimiento del 4,5% que registra la UE. *Esenciales*, 33.
- Galán, E., Llonch, P., Villagrà, A., Levit, H., Pinto, S., & del Prado, A. (2018). A systematic review of non-productivity-related animal-based indicators of heat stress resilience in dairy cattle. *PLOS ONE*, 13(11), e0206520.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206520>
- García Delgado, J. L., Myro, R., Gandoy, R., & J. Picazo, A. (2019). *ECONOMIA ESPAÑOLA. UNA INTRODUCCION* (4a edición). Civitas.
- Gobierno de España. (2020). *Proyecto de Ley de cambio climático y transición energética*. BOE. http://www.congreso.es/public_oficiales/L14/CONG/BOCG/A/BOCG-14-A-19-1.PDF
- Gómez-Royuela, M. (2016). *Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el sector turístico*. <http://publicacionesoficiales.boe.es/>
- Gosling, S. N., J., Z., & Ibarreta D. (2018). *PESETA III: Climate change impacts on labour productivity*.
https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC113740/kjna29423enn_1.pdf
- Greenpeace. (2014). *Alimentos bajo amenaza*.
- H. Butler, J., & A. Montzka, S. (2019). *THE NOAA ANNUAL GREENHOUSE GAS INDEX (AGGI)*. NOAA. <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/aggi.html>
- Hoegh-Guldberg, O., Poloczanska, E. S., Skirving, W., & Dove, S. (2017). Coral reef ecosystems under climate change and ocean acidification. *Frontiers in Marine Science*, 4(MAY). <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00158>
- I. Voudoukas, M., Ranasinghe, R., Mentaschi, L., A. Pomaritis, T., Athanasiou, P., Luijendijk, A., & Feyen, L. (2020). *Sandy coastlines under threat of erosion*.
https://www.nature.com/articles/s41558-020-0697-0.epdf?sharing_token=wGJcqm_1tGIOWRfe0KkbWdRgN0jAjWel9jnR3ZoTv0OE0K99CPbhGX_o1ifte7iWPHbkgaG-uW3xsl5tbeMLjPHLKr6MbY1bE70JKAsUzsJeXLOqxipOep9z2LSLs7eEI0J3XGcA2XGa5gha0ltRmMTMQdeFiccjYDLD3cDQhbCBW--XaIDdDL3IBU
- ICES. (2016). *Report of the Working Group on Fish Distribution Shifts (WKFISHDISH)*. www.ices.dk
- ICEX. (2019). *Balanza comercial*. <https://www.icex.es/icex/es/Navegacion-zona-contacto/revista-el-exportador/en-cifras/index.html#seccion4>
- Idescat. (n.d.). *Desigualtat de la distribució de la renda*.
<https://www.idescat.cat/indicadors/?id=ue&n=10120>
- IDMC. (2020). *Internal Displacement Summary 2020*.
- IFRC. (2019). *The cost of doing nothing*.
- IMF. (n.d.). *Report for Selected Countries and Subjects*. Retrieved December 8, 2020, from https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2020/October/weo-report?c=184,&s=GGXCNL_NGDP,&sy=2018&ey=2025&ssm=0&scsm=1&sc=0&ssd=1&ssc=0&sic=0&sort=country&ds=.&br=1
- IMF. (2020). *Country Data*. <https://www.imf.org/en/Countries/ESP>
- INE. (n.d.-a). *PIB pm Oferta (Precios corrientes)*.
<https://www.ine.es/jaxiT3/Tabla.htm?t=30678>
- INE. (n.d.-b). *Tasas de paro por distintos grupos de edad, sexo y comunidad autónoma*.

<https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=4247#!tabs-tabla>

- Infogram. (n.d.). *Temporada d'huracans*. Retrieved December 11, 2020, from <https://infogram.com/copy-temporada-dhuracans-1h1749vl5wd8q6z>
- IPCC. (2019). Calentamiento Global de 1,5 °C. In *Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- IPCC. (n.d.). *IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change*. Retrieved February 1, 2021, from <https://archive.ipcc.ch/index.htm>
- IPCC. (2001). Climate change 2001: synthesis report. *Choice Reviews Online*, 40(08), 40-4660-40-4660. <https://doi.org/10.5860/choice.40-4660>
- IPCC. (2015). *Cambio Climático: Bases Físicas*.
- Izaguirre, C., Losada, I. J., Camus, P., Vigh, J. L., & Stenek, V. (2021). Climate change risk to global port operations. *Nature Climate Change*, 11(1), 14–20. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-00937-z>
- Jackson, T. (2011). *Prosperidad sin crecimiento*.
- Jeffrey D. Sachs, Schmidt-Traub, G., Kroll, C., Lafortune, G., & Fuller, G. (2019). *2019 Europe Sustainable Development Report. 15th*, 1–151.
- John, F. H., Richard, L., Jeffrey, D. S., & Jan-Emmanuel, D. N. (2020). *World Happiness Report*. <https://happiness-report.s3.amazonaws.com/2020/WHR20.pdf>
- Jordán, J. (2017). *Grandes tendencias políticas y sociales de interes para la Seguridad y la Defensa. Prospectivas europeas y norteamericanas*. 1–28.
- Kersting, D. K. (2016). Cambio climático en el medio marino español: impactos, vulnerabilidad y adaptación. *Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.*, 1, 166. https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/kersting_2016_cambio_climatico_medio_marino_tcm30-70535.pdf
- Kitzes, J. (2013). An introduction to environmentally-extended input-output analysis. In *Resources* (Vol. 2, Issue 4, pp. 489–503). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/resources2040489>
- Kjellstrom, T., Butler, A. J., Lucas, R. M., & Bonita, R. (2010). Public health impact of global heating due to climate change: Potential effects on chronic non-communicable diseases. In *International Journal of Public Health* (Vol. 55, Issue 2, pp. 97–103). Birkhauser Verlag AG. <https://doi.org/10.1007/s00038-009-0090-2>
- Klein, A. M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. In *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* (Vol. 274, Issue 1608, pp. 303–313). Royal Society. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>
- Koks, E. E., Carrera, L., Jonkeren, O., Aerts, J. C. J. H., Husby, T. G., Thissen, M., Standardi, G., & Mysiak, J. (2015). Regional disaster impact analysis: comparing Input-Output and Computable General Equilibrium models. *Hazards Earth Syst. Sci. Discuss*, 3, 7053–7088. <https://doi.org/10.5194/nhessd-3-7053-2015>
- Kumar, A., Yadav, J., & Mohan, R. (2020). Global warming leading to alarming recession of the Arctic sea-ice cover: Insights from remote sensing observations and model reanalysis. *Heliyon*, 6(7). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04355>
- MedECC. (2019). *Risks associated to climate and environmental changes in the mediterranean regions*.
- Migration Data Portal. (n.d.). *Data and statistics on Environmental migration*. Retrieved December 17, 2020, from https://migrationdataportal.org/themes/environmental_migration

- Ministerio de Agricultura; Alimentación y medioambiente. (2016). *Impactos del cambio climático en los procesos de desertificación en España*.
- Ministerio de Agricultura, A. y M. A. (2016). Cambio Climático : Informe de síntesis, guía resumida del quinto informe de evaluación del IPCC. *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente*, 52.
- Ministerio de Agricultura, P. y A. (2020). *El sector apícola en cifras*. <http://publicacionesoficiales.boe.es/>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (n.d.). *Qué es el cambio climático*. Retrieved February 1, 2021, from <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/que-es-el-cambio-climatico-y-como-nos-afecta/>
- MITECO. (2020). *Nota de prensa DEL GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO España vive la primera ola de calor del verano de 2020*. www.miteco.gob.es
- Mota, C., Alcaraz, C., Iglesias Maria, Martínez, B., & Micaela, C. (2010). Investigación sobre la absorción de CO₂ por los cultivos más representativos. *Consejo Superior de Investigaciones Científicas*, 1, 43.
- Nardone, A., Ronchi, B., Lacetera, N., Ranieri, M. S., & Bernabucci, U. (2010). Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. *Livestock Science*, 130(1–3), 57–69. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.02.011>
- NASA. (n.d.). *NASA: Climate Change and Global Warming*. Retrieved November 26, 2020, from <https://climate.nasa.gov/>
- NASA. (2020). *GISS Surface Temperature Analysis (v4)*. NASA. https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs_v4/
- NASA Earth Observatory. (n.d.). *NASA Earth Observatory*. Retrieved December 6, 2020, from <https://earthobservatory.nasa.gov/>
- NOAA/ESRL Global Monitoring Laboratory. (n.d.). *THE NOAA ANNUAL GREENHOUSE GAS INDEX (AGGI)*. Retrieved February 1, 2021, from <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/aggi.html>
- NOAA. (2020). *2020 Atlantic Hurricane Season takes infamous top spot for busiest on record | National Oceanic and Atmospheric Administration*. <https://www.noaa.gov/news/2020-atlantic-hurricane-season-takes-infamous-top-spot-for-busiest-on-record>
- OECD. (n.d.-a). *Air and climate - Air pollution effects - Data*. Retrieved February 1, 2021, from <https://data.oecd.org/air/air-pollution-effects.htm#indicator-chart>
- OECD. (n.d.-b). *General government deficit*. <https://data.oecd.org/gga/general-government-deficit.htm>
- OECD. (n.d.-c). *Purchasing power parities (PPP)*. <https://data.oecd.org/conversion/purchasing-power-parities-ppp.htm>
- OECD. (n.d.-d). *Spain needs to further factor the environment into its recovery agenda, says OECD*. Retrieved December 8, 2020, from <http://www.oecd.org/newsroom/spain-needs-to-further-factor-the-environment-into-its-recovery-agenda.htm>
- OECD. (2017). Estudios económicos de la OCDE: España 2017. *Estudios Económicos de La OCDE: España 2017*. <https://doi.org/10.1787/9789264271920-es>
- OECD. (2021). *Greenhouse gas emissions*. https://stats.oecd.org/viewhtml.aspx?datasetcode=AIR_GHG&lang=en
- OESA. (2015). *Plan Estratégico Plurianual de la Acuicultura Española 2014-2020*. www.planacuicultura.es
- OIT. (2019). *Working on a warmer planet: The impact of heat stress on labour productivity*

- and decent work. www.ilo.org/publns.
- ONU Medio Ambiente, P. (2020). Informe sobre la disparidad en las emisiones de 2019. Resumen. *El Trimestre Económico*, 87(346), 567. <https://doi.org/10.20430/ete.v87i346.1069>
- Organización Meteorológica Mundial. (n.d.). *Resources | Organización Meteorológica Mundial*. Retrieved February 1, 2021, from <https://public.wmo.int/es/resources/bulletin/observación-del-vapor-de-agua>
- Orr, J. C., Fabry, V. J., Aumont, O., Bopp, L., Doney, S. C., & Feely, R. A. (2005). *Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms*. <https://www.nature.com/articles/nature04095>
- Oxfam Intermón. (2020). *UNA RECONSTRUCCIÓN JUSTA ES POSIBLE Y NECESARIA*. <https://cdn2.hubspot.net/hubfs/426027/Oxfam-Website/oi-informes/informe-pobreza-desigualdad-pandemia-covid-19.pdf>
- Pachauri, R. K., Meyer, L., Hallegatte France, S., Bank, W., Hegerl, G., Brinkman, S., van Kesteren, L., Leprince-Ringuet, N., & van Boxmeer, F. (2014). Climate change 2014 - Synthesis Report. In *Kristin Seyboth (USA)*. Gian-Kasper Plattner. <http://www.ipcc.ch>.
- Pelejero, C., Calvo, E., & Hoegh-Guldberg, O. (2010). Paleo-perspectives on ocean acidification. In *Trends in Ecology and Evolution* (Vol. 25, Issue 6, pp. 332–344). Elsevier Current Trends. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.02.002>
- Pinsky, M. L., Reygondeau, G., Caddell, R., Palacios-Abrantes, J., Spijkers, J., & Cheung, W. W. L. (2018). *Preparing ocean governance for species on the move*. <https://science.sciencemag.org/content/360/6394/1189>
- Pita, P., Fernández-Márquez, D., Antelo, M., Macho, G., & Villasante, S. (2019). Socioecological changes in data-poor S-fisheries: A hidden shellfisheries crisis in Galicia (NW Spain). *Marine Policy*, 101, 208–224. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.09.018>
- Pita, P., Fernández-Márquez, D., & Freire, J. (2018). Spatiotemporal variation in the structure of reef fish and macroalgal assemblages in a north-east Atlantic kelp forest ecosystem: Implications for the management of temperate rocky reefs. *Marine and Freshwater Research*, 69(4), 525–541. <https://doi.org/10.1071/MF17193>
- Pörtner, H.-O., Roberts, D. C., Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Tignor, M., Poloczanska, E., Mintenbeck, K., Alegría, A., Nicolai, M., Okem, A., Petzold, J., Rama, B., & Weyer, N. M. (2019). *El océano y la criosfera en un clima cambiante Informe especial del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático Resumen para responsables de políticas Editado por*. www.ipcc.ch.
- Programa Cambio Global. (2012). *Cambio Global España 2020/50*. <https://sanidadambiental.com/wp-content/uploads/2012/05/PROGRAMA-CAMBIO-CLIMÁTICO.pdf>
- Pwc. (2018). *La gestión del agua en España. Análisis y retos del ciclo urbano del agua*.
- Pwc. (2019). *El futuro del sector agrícola español*.
- Rivera-Ferre, M. G., López-i-Gelats, F., Howden, M., Smith, P., Morton, J. F., & Herrero, M. (2016). Re-framing the climate change debate in the livestock sector: mitigation and adaptation options. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 7(6), 869–892. <https://doi.org/10.1002/wcc.421>
- Roldán, E., Gómez, M., Pino, M. R., Pórtoles, J., Linares, C., & Díaz, J. (2016). The effect of climate-change-related heat waves on mortality in Spain: uncertainties in health on a local scale. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 30(3), 831–839. <https://doi.org/10.1007/s00477-015-1068-7>
- Sanchez-Lorenzo, A., Enriquez-Alonso, A., Calbó, J., González, J. A., Wild, M., Folini, D.,

- Norris, J. R., & Vicente-Serrano, S. M. (2017). Fewer clouds in the Mediterranean: Consistency of observations and climate simulations. *Scientific Reports*, 7(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/srep41475>
- Sanz, M. J., & Gálan, E. (2020). *Impactos y riesgos derivados del cambio climático en España*. www.miteco.es
- Schuur, T. (2019). *Permafrost and the Global Carbon Cycle*. <https://arctic.noaa.gov/Report-Card/Report-Card-2019/ArtMID/7916/ArticleID/844/Permafrost-and-the-Global-Carbon-Cycle>
- Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Alley, R. B., Berntsen, T., Bindoff, N. L. Z., Chen, A., Chidthaisong, J., Gregory, G. C., Hegerl, M., Heimann, B., Hewitson, B. J., Hoskins, F., Joos, J., Jouzel, V., Kattsov, U., Lohmann, T., Matsuno, M., Molina, N., Nicholls, J., Overpeck, G., Raga, V. R., 40, & Ren, J., Rusticucci, R., Somerville, T. F., Stocker, P., Whetton, R. A. W., & D. W. (2007). Technical Summary. In *A report accepted by Working Group I of the Intergovernmental Panel on Climate Change but not approved in detail*.
- Spijkers, J., & Boonstra, W. J. (2017). Environmental change and social conflict: the northeast Atlantic mackerel dispute. *Regional Environmental Change*, 17(6), 1835–1851. <https://doi.org/10.1007/s10113-017-1150-4>
- Steffen, W., Rockström, J., Richardson, K., Lenton, T. M., Folke, C., Liverman, D., Summerhayes, C. P., Barnosky, A. D., Cornell, S. E., Crucifix, M., Donges, J. F., Fetzer, I., Lade, S. J., Scheffer, M., Winkelmann, R., & Schellnhuber, H. J. (2018). Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(33), 8252–8259. <https://doi.org/10.1073/pnas.1810141115>
- Stern, N. (2007). *El Informe Stern*.
- Surging Seas. (n.d.). *Animatted map*. <https://seeing.climatecentral.org/#12/41.2888/2.1320?show=lockinAnimated&level=0&nit=feet&pois=hide>
- The World Bank. (2021). *Indicators | Data*. <https://data.worldbank.org/indicator?tab=all>
- Tribunal de Cuentas Europeo. (2018). *La lucha contra la desertificación en la UE: una amenaza creciente contra la que se debe actuar más intensamente*. https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR18_33/SR_DESERTIFICATION_ES.pdf
- Tukker, A., Huppes, G., Oers, L. Van, & Heijungs, R. (2006). Environmentally extended input-output tables and models for Europe. In *Institute for Prospective Studies; European Commission (DG JRC)* (Issue Report Eur 22194).
- Turetsky, M. R., Abbott, B. W., Jones, M. C., Anthony, K. W., Olefeldt, D., Schuur, E. A. G., Grosse, G., Kuhry, P., Hugelius, G., Koven, C., Lawrence, D. M., Gibson, C., Sannel, A. B. K., & McGuire, A. D. (2020). *Carbon release through abrupt permafrost thaw*. <https://www.nature.com/articles/s41561-019-0526-0>
- UNDRR. (2020). The human cost of disasters: an overview of the last 20 years 2000-2019. *United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR), Regional Office for Asia and the Pacific*, 29. <https://www.undrr.org/publication/human-cost-disasters-overview-last-20-years-2000-2019>
- United States Environmental Protection Agency. (n.d.). *Understanding the Science of Ocean and Coastal Acidification*. <https://www.epa.gov/ocean-acidification/understanding-science-ocean-and-coastal-acidification>
- Vilardell Gómez, J. (2020). *La UE no es planteja complir l'Acord pel Clima de París 5 anys després d'haver-se signat*. <https://www.ccma.cat/324/la-ue-no-es-planteja-complir-lacord-pel-clima-de-paris-5-anys-despres-dhaver-se-signat/noticia/3064959/>

- WMO. (2019). *La concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera alcanza un nuevo récord*. WMO. <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/la-concentración-de-gases-de-efecto-invernadero-en-la-atmósfera-alcanza>
- WMO. (2020). WMO statement on the status of the global climate in 2019. In *World Meteorological Organization* (Issue 1108). http://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/documents/WMO_1108_EN_web_000.pdf
- World Happiness Report 2019. (2019). *Self-reported Life Satisfaction vs GDP per capita, 2017*. <https://ourworldindata.org/grapher/gdp-vs-happiness?xScale=linear>
- World Meteorological Organization and Global Atmosphere Watch. (2019). WMO Greenhouse Gas Bulletin (GHG Bulletin) - No. 15. *Wmo*, 8.
- Wu, R. (2019). The carbon footprint of the Chinese health-care system: an environmentally extended input–output and structural path analysis study. *The Lancet Planetary Health*, 3(10), e413–e419. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(19\)30192-5](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(19)30192-5)
- Zhang, X., Zwiers, F. W., Hegerl, G. C., Lambert, F. H., Gillett, N. P., Solomon, S., Stott, P. A., & Nozawa, T. (2007). Detection of human influence on twentieth-century precipitation trends. *Nature*, 448(7152), 461–465. <https://doi.org/10.1038/nature06025>
- Zhong, Z. P., Solonenko, N. E., Li, Y. F., Gazitúa, M. C., Roux, S., Davis, M. E., Van Etten, J. L., Mosley-Thompson, E., Rich, V. I., Sullivan, M. B., & Thompson, L. G. (2020). Glacier ice archives fifteen-thousand-year-old viruses. In *bioRxiv* (p. 2020.01.03.894675). bioRxiv. <https://doi.org/10.1101/2020.01.03.894675>