

**EL QUE AMAGA LA MILLORA DE
L'ESPERANÇA DE VIDA A ESPANYA
I BALEARS A LES EDATS ADULTES
(1990-2022)**

El que amaga la millora de l'esperança de vida a Espanya i Balears a les edats adultes (1990-2022)

Myriam García Olalla
Eliseo Navarro Arribas
Pilar Requena Cabezuelo

Resum

En aquest treball s'analitza l'evolució de l'esperança de vida a partir de l'edat de 50 anys a Espanya i les illes Balears durant el període 1990-2022. En particular, aquest estudi se centra a analitzar quina ha estat la contribució de la disminució de les taxes de mortalitat de cada edat en l'augment de l'esperança de vida per a edats adultes. S'ha de tenir en compte que, per exemple, disminucions lleugeres de les taxes de mortalitat en edats joves poden emascarar augments importants de les taxes de mortalitat en edats més avançades, de tal forma que un augment de l'esperança de vida pot amagar comportaments negatius en la mortalitat d'alguns col·lectius, i en particular, en la mortalitat de les persones d'edats més avançades o viceversa.

A més, les millores en l'esperança de vida no són constants al llarg del temps, tal com demostren les dades analitzades en aquest estudi, i es pot observar un alentiment clar en l'increment de l'esperança de vida en els darrers anys en alguns grups d'edat, així com una recuperació clara de l'esperança de vida d'Espanya després de la caiguda causada per la pandèmia.

En qualsevol cas, en aquest treball s'analitza de manera independent l'evolució de l'esperança de vida de la població masculina i femenina, poblacions que presenten diferències importants. També s'ha comparat el comportament de la població espanyola en conjunt amb la població de les illes Balears, i de nou s'han observat diferències significatives en alguns dels períodes que cobreix aquest estudi.

Una de les particularitats d'aquest treball és de caràcter metodològic. En particular, s'han graduat les taxes de mortalitat utilitzant mètodes no paramètrics que permeten estimar les taxes de mortalitat edat a edat, i eliminar part de la volatilitat pròpia d'un fenomen estocàstic com és el nombre de defuncions.

Les conclusions principals de l'estudi són que l'increment que ha experimentat l'esperança de vida als 50 anys en el període analitzat (1990-2022) és conseqüència, en el cas de la població femenina d'ambdues poblacions, de la disminució de les taxes de mortalitat, sobretot, en el rang d'edat entre els 70 i els 90 anys. Per a la població masculina, trobam diferències entre Espanya i les Illes Balears. En la primera, el rang d'edats en el qual la disminució de les taxes de mortalitat té més influència en l'increment de l'esperança de vida és entre els 64 i els 85 anys; a les Illes Balears, el rang d'edats amb més impacte en l'esperança de vida abasta des dels 55 fins als 85 anys. No obstant això, s'ha d'assenyalar que s'ha detectat un alentiment en l'increment de l'esperança de vida en la població espanyola des de 2015, i des de 2010 en la població balear. Un altre fenomen destacable que queda amagat en l'esperança de vida als 50 anys és l'estancament preocupant, i fins i tot l'increment, de les taxes de mortalitat

de la població femenina al voltant dels 60 anys d'edat a partir de les dates que acabam d'indicar.

Respecte a les diferències entre l'esperança de vida de la població espanyola i balear cal assenyalar que, encara que es comparteix la tendència global d'augment de l'esperança de vida, l'evolució no ha estat sempre similar, amb períodes en els quals ambdues poblacions han diferit de manera substancial.

Resumen

En este trabajo se procede al análisis de la evolución de la esperanza de vida a partir de la edad de 50 años en España y las islas Baleares durante el período 1990-2022. En particular, este estudio se centra en analizar cuál ha sido la contribución de las tasas de mortalidad de cada edad (año a año) en el aumento de esperanza de vida para edades adultas. Debe tenerse en cuenta que, por ejemplo, ligeras disminuciones de las tasas de mortalidad en edades jóvenes pueden enmascarar aumentos importantes de las tasas de mortalidad en edades más avanzadas de tal forma que un aumento de la esperanza de vida puede esconder comportamientos negativos en la mortalidad de determinados colectivos y, en particular, en la mortalidad de las personas de edades más avanzadas o viceversa.

Por otra parte, las mejoras en la esperanza de vida no son constantes a lo largo del tiempo tal y como demuestran los datos analizados en este estudio y se puede observar, para algunos grupos de edad, una clara ralentización en el incremento de la esperanza de vida así como una significativa recuperación de la esperanza de vida de España después de la caída producida por la pandemia.

En cualquier caso, en este trabajo se analiza de forma independiente la evolución de la esperanza de vida de la población masculina y femenina, poblaciones que presentan diferencias importantes. También se ha procedido a comparar el comportamiento de la población española en su conjunto con la población de las islas Baleares pudiendo observarse de nuevo diferencias significativas en algunos de los períodos cubiertos por este estudio

Una de las particularidades de ese trabajo es de carácter metodológico. En particular, se ha procedido a la graduación de las tasas de mortalidad utilizando métodos no paramétricos que permiten estimar las tasas de mortalidad edad a edad, eliminando parte de la volatilidad propia de un fenómeno estocástico como es el número de defunciones.

Las principales conclusiones del estudio son que el incremento experimentado por la esperanza de vida a los 50 años en el período analizado (1990-2022), es consecuencia,

en el caso de la población femenina de ambas poblaciones, de la disminución de las tasas de mortalidad, sobre todo, en el rango de edad comprendido entre 70 y 90 años. Para la población masculina encontramos diferencias entre España y Baleares; en la primera, el rango de edades en el que la disminución de las tasas de mortalidad tiene mayor influencia en el incremento de la esperanza de vida es entre los 64 y los 85 años; en Baleares, el rango de edades con mayor impacto en la esperanza de vida abarca desde los 55 hasta 85 años. Sin embargo, cabe señalar que se ha detectado una ralentización en el incremento de la esperanza de vida en la población española desde 2015, ralentización que se inicia en 2010 en el caso de la población balear. Y otro fenómeno destacable que queda escondido en la esperanza de vida a los 50 años es el preocupante estancamiento e incluso incremento de las tasas de mortalidad de la población femenina en torno a los 60 años de edad a partir de las fechas que terminamos de indicar.

Y respecto a las diferencias entre la esperanza de vida de la población española y balear cabe señalar que, aunque se comparte la tendencia global de aumento de la esperanza de vida, la evolución no ha sido siempre similar con períodos en los que ambas poblaciones han diferido sustancialmente, entre otros, los años más afectados por la pandemia (2020-2023).

1. Introducció

En aquest treball es procedeix a l'anàlisi de l'evolució de l'esperança de vida¹ a partir de l'edat de 50 anys tant a nivell nacional com a nivell de les illes Balears durant el període 1990-2022. La particularitat d'aquest estudi radica en el fet que se centra en analitzar no sols com ha evolucionat l'esperança de vida des de 1990 sinó que tracta de treure a la llum en quins grups d'edat i en quins períodes s'ha produït la millora efectiva de la mortalitat tractant de quantificar com ha estat l'impacte de la disminució de les taxes de mortalitat en cada edat en l'increment de l'esperança de vida.

S'ha de tenir en compte que concentrar-se en els increments de l'esperança de vida pot amagar comportaments molt dispars en les taxes de mortalitat de determinats grups d'edat. Per això aquest estudi se centra a analitzar quina ha estat la contribució

1. En particular, aquest treball se centra en l'esperança de vida completa o «complete expectation of life», denotada habitualment per e_x , enfront de l'esperança de vida pròpiament dita «expected remaining lifetime», denotada per e_x^- . No resulta difícil comprovar que la primera és una aproximació a la segona (vegeu Pitacco et al. 2009), és a dir, que $e_x \approx e_x^-$. D'altra banda, la denominada esperança de vida abreuçada o «curtate expectation of life», denotada com e_x^c , pot definir-se com l'esperança a l'edat x del nombre «sencer» d'anys per viure fins a la defunció, verificant-se que, $e_x^c = e_x + 1/2$, on e_x és l'esperança de vida abreuçada o «curtate expectation of life».

de la disminució de les taxes de mortalitat de cada edat en l'augment de l'esperança de vida per a edats adultes. S'ha de tenir en compte que, per exemple, lleugeres disminucions de les taxes de mortalitat en edats joves poden emmascarar augments importants de les taxes de mortalitat en edats més avançades de tal forma que un augment de l'esperança de vida pot amagar comportaments negatius en la mortalitat de determinats col·lectius, i en particular en la mortalitat de les persones d'edats més avançades o viceversa. Per aquesta raó aquest estudi se centrarà a analitzar quina ha estat l'aportació de les disminucions (o augments) de les taxes de mortalitat de cada edat a l'increment de l'esperança de vida en edats avançades.

D'altra banda, les millores en l'esperança de vida no són constants al llarg del temps tal com mostren les dades analitzades en aquest estudi i es pot observar un clar alentiment en l'increment de l'esperança de vida en els últims anys en alguns grups d'edat així com una clara recuperació de l'esperança de vida d'Espanya després de la caiguda produïda per la pandèmia, tal com ja es posava de manifest en estudis anteriors sobre l'impacte de la pandèmia en la població espanyola i balear (García-Olalla et al., 2023). Això sí, les millores en l'esperança de vida i el seu alentiment en l'última dècada són conseqüència de les variacions en les taxes de mortalitat de determinats grups d'edat.

En qualsevol cas, en aquest treball s'analitza de manera independent l'evolució de l'esperança de vida de la població masculina i femenina, que com es veurà més endavant també presenta diferències importants. També s'ha procedit a comparar el comportament de la població espanyola en el seu conjunt amb la població de les illes Balears podent observar-se de nou diferències significatives en alguns dels períodes coberts per aquest estudi.

Una de les particularitats d'aquest treball és de caràcter metodològic, ja que, per a poder obtenir una imatge més clara de l'evolució de l'esperança de vida, sobretot quan s'analitzen les variacions any a any, s'ha procedit a la graduació de les taxes de mortalitat utilitzant mètodes no paramètrics que permeten estimar les taxes de mortalitat edat a edat, eliminant part de la volatilitat pròpia d'un fenomen estocàstic com és el nombre de defuncions. Això permet, d'igual forma, eliminar almenys en part, les oscil·lacions any a any de l'esperança de vida que són degudes a variacions purament aleatòries del nombre de defuncions en cadascuna de les edats analitzades.

Les principals conclusions de l'estudi són que l'increment experimentat per l'esperança de vida als 50 anys, en el període analitzat (1990-2022), és conseqüència en el cas de les dones de totes dues poblacions de la disminució de les taxes de mortalitat, sobretot, en el rang d'edat comprès entre els 70 i 90 anys. Per a la població masculina trobem diferències entre Espanya i Balears; en la primera, el rang d'edats en el qual la

disminució de les taxes de mortalitat té més influència en l'increment de l'esperança de vida és entre els 64 i els 85 anys; a les illes Balears, el rang d'edats amb major impacte en l'esperança de vida abasta des dels 55 fins a 85 anys. No obstant això, s'ha d'assenyalar que s'ha detectat un alentiment en l'increment de l'esperança de vida en la població espanyola des de 2015, i des de 2010 en la població balear. I un altre fenomen destacable que queda amagat en l'esperança de vida als 50 anys és el preocupant estancament i fins i tot increment de les taxes de mortalitat de la població femenina al voltant dels 60 anys d'edat a partir de les dates que acabem d'indicar.

I respecte a les diferències entre l'esperança de vida de la població espanyola i balear cal assenyalar que, encara que es comparteix la tendència global d'augment de l'esperança de vida, l'evolució no ha estat sempre similar amb períodes en els quals totes dues poblacions han diferit substancialment.

2. Dades i metodologia

El primer pas d'aquest estudi ha consistit a estimar les taxes brutes de mortalitat any a any (des de 1990 fins a 2022) per a totes les edats entre 50 i 99 anys, diferenciant sempre entre població masculina i població femenina seguint la metodologia emprada per Navarro (1991). Les dades utilitzades són, d'una banda, l'estadística de població resident per data, sexe i edat publicada per l'INE (INE, 2024) per al període 1990 a 2022, de les illes Balears i d'Espanya. I, d'altra banda, l'estadística de defuncions de residents per edat i sexe, per al mateix període i poblacions, publicada per Eurostat (Eurostat, 2024).

A continuació s'ha procedit a graduar les taxes de mortalitat aplicant per a això mètodes no paramètrics, en particular, splines cúbiques² segons la metodologia aplicada a García-Olalla et al. (2022, 2023), Navarro i Requena (2023) i Apicella et al. (2024). En aquest treball en concret s'ha procedit a ajustar per mínims quadrats ordinaris splines cúbiques al logaritme neperià de les taxes brutes de mortalitat amb cinc nusos interns equidistants.³ En particular, la fórmula emprada ve donada per:

$$s(x) = \sum_{j=0}^3 \alpha_j \cdot x^j + \sum_{h=1}^5 \beta_h \cdot [(x - \xi_h)^+]^3 \quad x = 50, 51, \dots, 99 \quad (1)$$

2. La graduació de taules de mortalitat aplicant funcions splines és una tècnica habitual en el camp actuarial i s'han utilitzat diferents tipus de funcions splines incloent, entre altres, els treballs de McCutcheon (1985), Forfar et al. (1988), Navarro (1991), Currie et al. (2004).

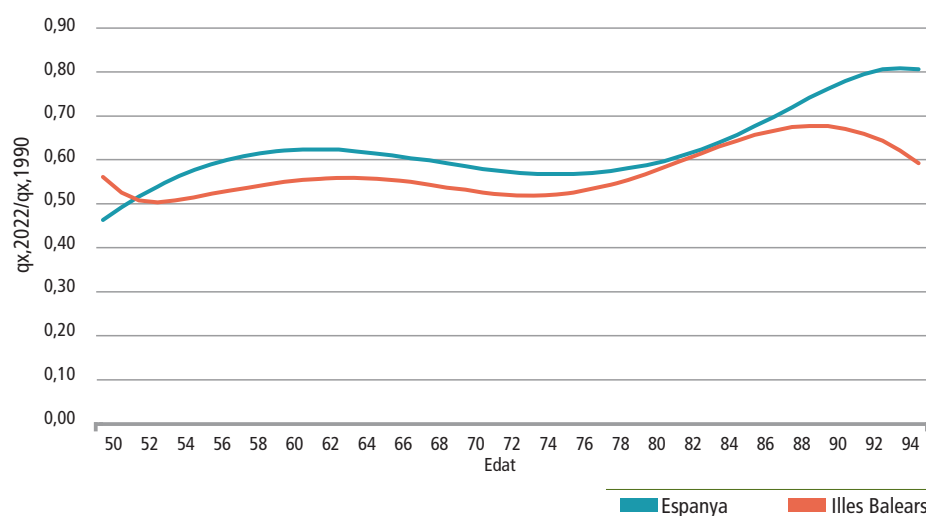
3. El nombre de splines s'ha triat seguint la regla establerta a McCulloch (1975), qui suggereix que el nombre de nusos pot establir-se a $\sqrt{N-2}$, sent N el nombre d'observacions que en el nostre cas són tantes com edats analitzades (des de 50 a 99).

on α_j i β_h representen els coeficients d'una combinació lineal d'una base de l'espai vectorial de funcions splines i, per tant, per a cada spline específica aquests coeficients són únics, i on $(x - \xi_h)^+ = \max\{x - \xi_h, 0\}$ per a $h = 1, 2, \dots, 5$ sent ξ_h la posició de cadascun dels nusos interns de la funció spline que en aquest cas són 55, 65, 75, 85 i 95 anys.⁴

3. Resultats

A mode de resum dels resultats, en els gràfics 1 i 2 s'ha representat la ràtio entre les taxes de mortalitat graduades de 2022 i les de 1990, tant per a les illes Balears com en el conjunt d'Espanya, distingint entre la població masculina i femenina. Valors inferiors a 1 recullen disminucions en les taxes de mortalitat i superiors a 1 increments en les taxes de mortalitat.

Gràfic 1 | Quocient entre les taxes de mortalitat graduades corresponents als anys 2022 i 1990, $q_{x,2022}/q_{x,1990}$. Població masculina

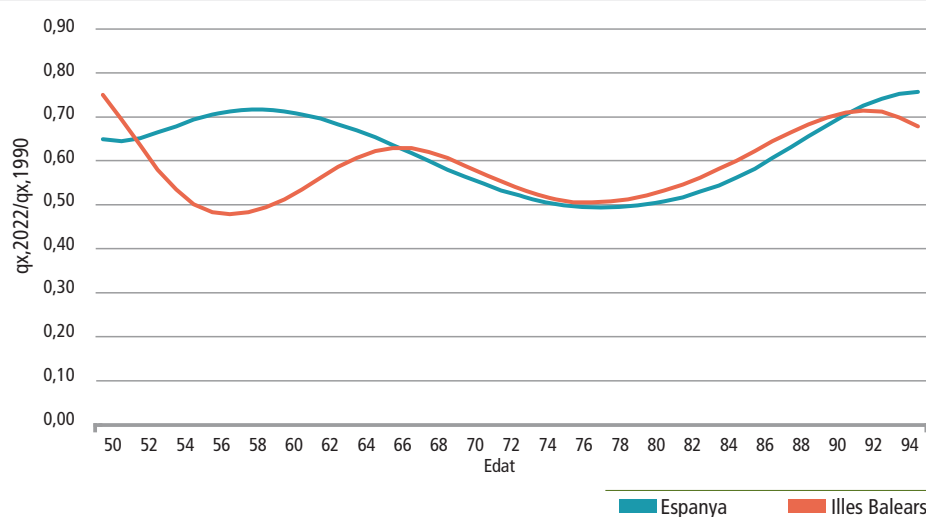


En relació amb la població masculina (Gràfic 1) observem un perfil relativament similar en la disminució de les taxes de mortalitat, però bastant més accentuada a les illes Balears. En totes dues poblacions s'observa que la màxima reducció relativa s'ha produït en les edats més joves tingudes en compte en aquest estudi (50 anys), reducció que va disminuint amb l'edat fins als 60-65 anys; a partir d'aquesta edat la reducció de la mortalitat s'accentua una

4. Les taxes graduades poden sol·licitar-se als autors.

altra vegada amb l'edat fins als 77 anys. A partir d'aquesta edat les reduccions en la taxa de mortalitat són cada vegada menors. En qualsevol cas, podem observar reduccions en les taxes de mortalitat entre el 50% i el 35% en el tram d'edat entre els 60 i els 85 anys, i reduccions menors a partir dels 85 anys. També a partir dels 85 anys s'aprecien diferències substancials entre les caigudes de les taxes de mortalitat per a la població de les illes Balears i d'Espanya, perquè en el cas de les illes Balears la reducció és més pronunciada, encara que aquest resultat ha de prendre's amb una certa cautela donada la volatilitat de les taxes de mortalitat per a les edats superiors als 90-95 anys especialment a les illes Balears atesa la menor grandària de la seva població en relació amb el conjunt d'Espanya.

Gràfic 2 | *Quocient entre les taxes de mortalitat graduades corresponents als anys 2022 i 1990, $q_{x,2022} / q_{x,1990}$. Població femenina*



Per a la població femenina (Gràfic 2), encara que les reduccions de les taxes de mortalitat a Balears i Espanya són similars a partir de, aproximadament, els 65 anys, hi ha un tram d'edat entre 52 i 62 anys en què el comportament de la variació relativa de les taxes de mortalitat difereix substancialment, en què és molt més acusada la caiguda de la mortalitat a les illes Balears que a Espanya (al voltant del 30% a Espanya i del 45-50% a Balears).

Una vegada obtingudes les taxes de mortalitat graduades per a cadascun dels anys del període d'estudi, i per a les poblacions femenina i masculina d'Espanya i les illes Balears, s'ha procedit a estimar l'esperança de vida per a cadascuna de les edats des de 50 fins a 99 anys en cada any del període mostrat (1990-2022). En la Taula 1 s'ha

recollit l'evolució de l'esperança de vida a les edats de 50, 65, 80 i 95 anys per a diversos dels anys analitzats: 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 i 2022.

Taula 1 | Evolució de l'esperança de vida completa a diferents edats (en anys)

Panell A. Població masculina

Edat	1990		1995		2000		2005		2010		2015		2020		2022	
	Esp.	Bal.	Esp.	Bal.	Esp.	Bal.	Esp.	Bal.	Esp.	Bal.	Esp.	Bal.	Esp.	Bal.	Esp.	Bal.
50	27,3	26,5	28,0	27,3	28,7	28,2	29,4	29,5	30,8	30,8	31,4	31,3	31,0	32,4	31,8	31,7
65	15,4	14,8	16,1	15,6	16,6	16,2	17,1	17,1	18,4	18,3	18,8	18,6	18,3	19,4	19,1	19,0
80	6,7	6,4	7,1	6,7	7,3	7,	7,4	7,4	8,2	8,1	8,4	8,4	8,2	9,0	8,7	8,6
95	2,3	1,6	2,1	1,4	2,5	2,2	2,4	2,0	2,8	2,8	2,8	2,8	2,7	3,4	2,7	2,7

Esp. = Espanya; Bal. = Illes Balears

Panell B. Població femenina

Edat	1990		1995		2000		2005		2010		2015		2020		2022	
	Esp.	Bal.	Esp.	Bal.	Esp.	Bal.	Esp.	Bal.	Esp.	Bal.	Esp.	Bal.	Esp.	Bal.	Esp.	Bal.
50	32,5	32,3	33,5	33,0	34,2	33,6	34,8	34,9	36,1	35,6	36,3	36,1	35,9	36,8	36,6	36,5
65	19,1	19,0	19,9	19,6	20,5	20,0	21,1	21,1	22,4	21,8	22,6	22,3	22,3	23,0	22,9	22,6
80	8,0	8,0	8,6	8,3	8,9	8,4	9,2	9,0	10,1	9,7	10,2	10,0	10,0	10,6	10,6	10,4
95	2,5	2,0	2,3	1,7	2,7	2,1	2,7	2,6	3,0	2,8	3,0	3,1	2,9	3,1	3,0	2,8

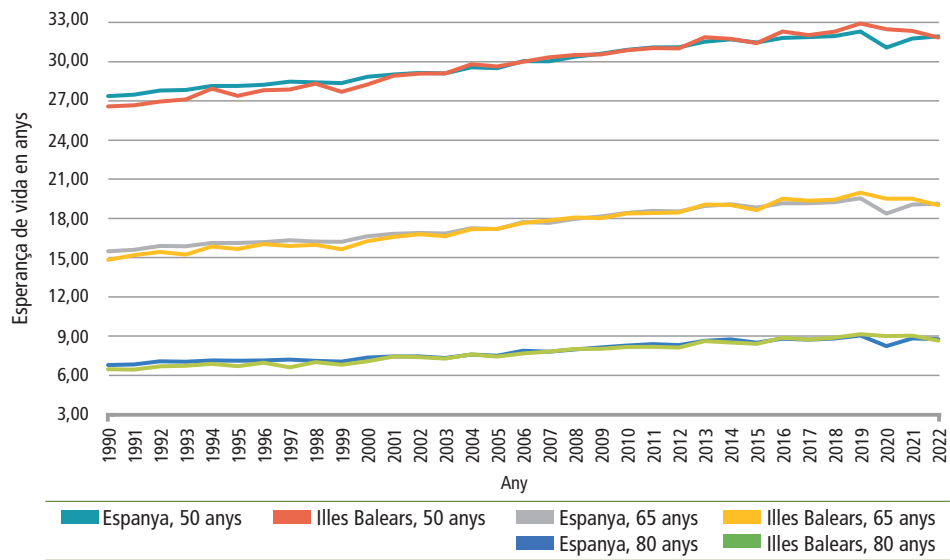
Esp. = Espanya; Bal. = Illes Balears

El Gràfic 3 recull l'evolució de l'esperança de vida completa als 50, 65 i 80 anys en tot el període analitzat, per a les poblacions masculines d'Espanya i illes Balears. I el Gràfic 4 recull aquesta evolució per a les poblacions femenines.

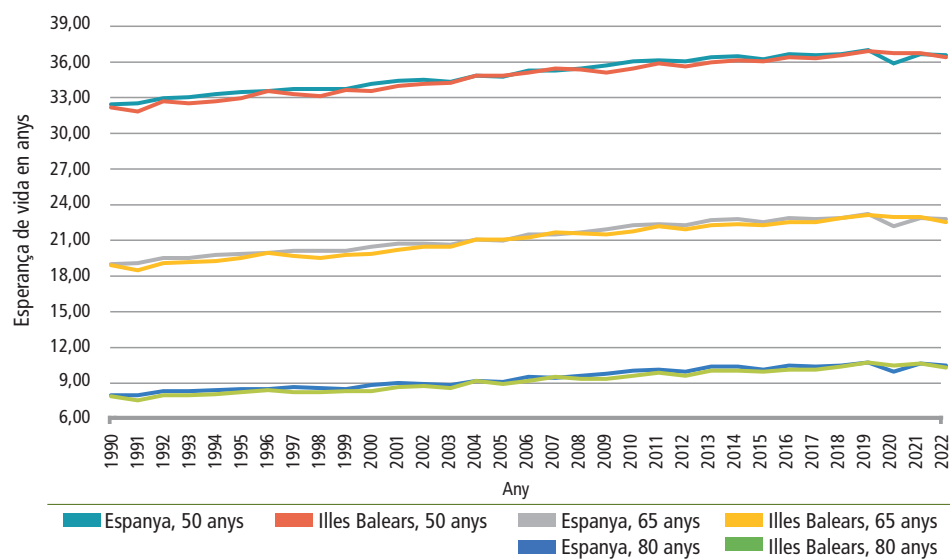
Els Gràfics 5 i 6 recullen la variació de l'esperança de vida a Espanya i a les illes Balears de les poblacions masculines (Gràfic 5) i femenines (Gràfic 6).

En el Gràfic 5 pot observar-se com, per a la població masculina, l'esperança de vida ha augmentat més per a totes les edats a Balears en relació amb Espanya, conseqüència de la major disminució de les taxes de mortalitat a Balears (vegeu Gràfic 1). En el cas de la població femenina (Gràfic 6), encara que els resultats són similars, amaguen un comportament bastant diferent en la mortalitat per a alguns trams d'edat com, per exemple, el corresponent al tram entre els 50 i els 60 anys. Així, el major increment de l'esperança de vida a Balears per a les dones de 50 anys es deu gairebé íntegrament a les millors en aquest tram d'edat, de tal forma que a partir dels 60 anys d'edat és la població femenina espanyola la que ha experimentat una millora una mica més intensa de l'esperança de vida.

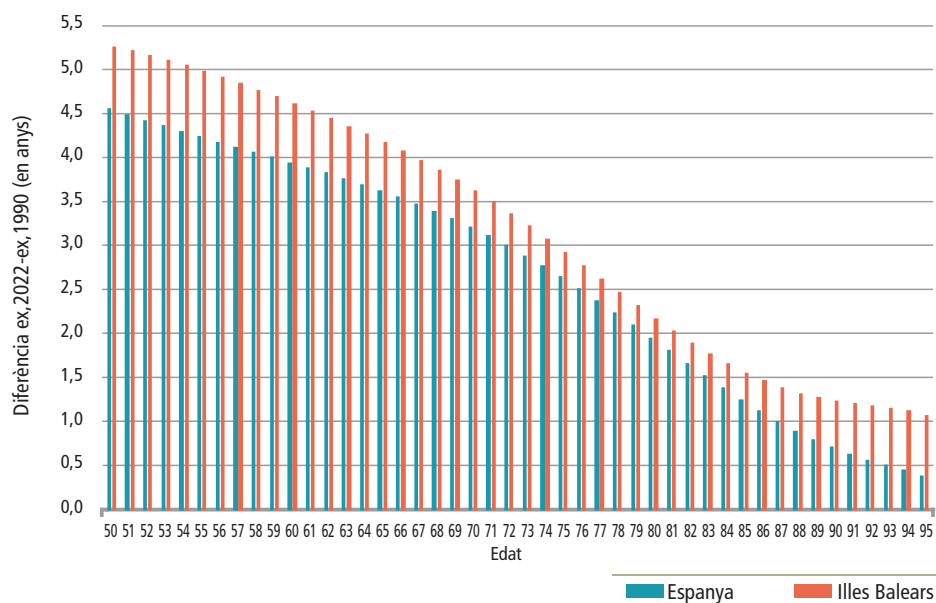
Gràfic 3 | Evolució de l'esperança completa de vida. Població masculina. Espanya i illes Balears. Període 1990-2022



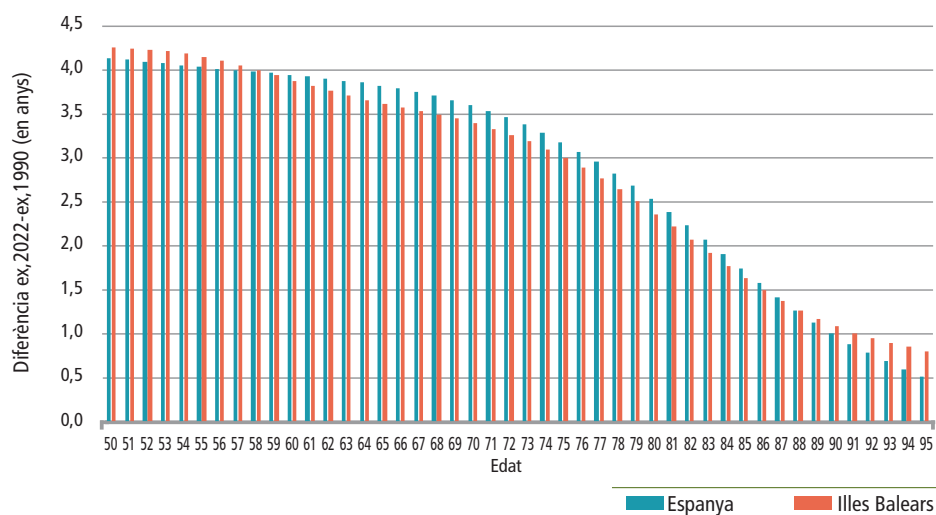
Gràfic 4 | Evolució de l'esperança completa de vida. Població femenina. Espanya i illes Balears. Període 1990-2022



Gràfic 5 | Variació absoluta de l'esperança de vida completa des de 1990 a 2022. Població masculina. Espanya i illes Balears



Gràfic 6 | Variació absoluta de l'esperança de vida completa des de 1990 a 2022. Població femenina. Espanya i illes Balears

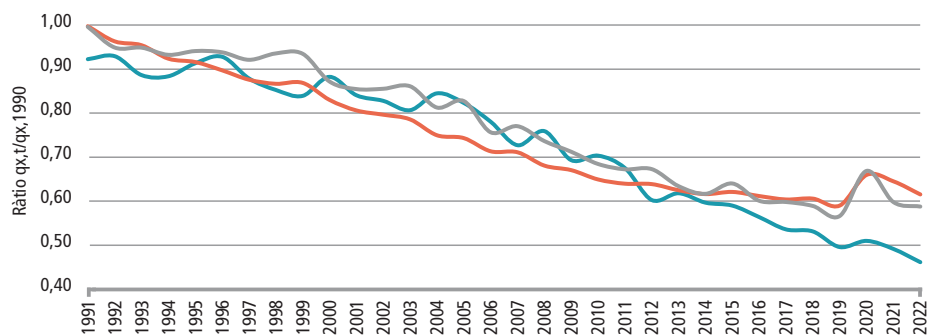


En qualsevol cas, els resultats anteriors fan referència a l'impacte de les reduccions de les taxes de mortalitat en l'esperança de vida per al conjunt del període estudiat, això és de 1990 a 2022. Tanmateix, aquesta reducció de la mortalitat i el consegüent increment de l'esperança de vida no ha estat uniforme al llarg del temps.

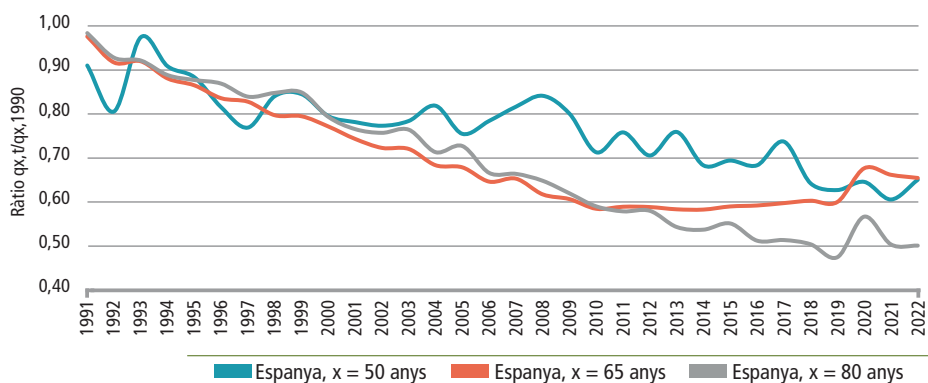
En els gràfics 7 i 8 s'ha representat l'evolució al llarg del temps de la ràtio $q_{x,t}/q_{x,1990}$, amb $t=1991, 1992, \dots, 2022$, per a alguna de les edats estudiades en aquest treball. El Gràfic 7 es correspon amb la ràtio de les taxes de mortalitat dels 50, 65 i 80 anys d'edat de la població espanyola masculina (panell A) i femenina (panell B), i el Gràfic 8 correspon a les mateixes edats de la població balear masculina (panell A) i femenina (panell B).

Gràfic 7 | *Evolució de les taxes de mortalitat. Població masculina i femenina. Espanya. Ràtio, $q_{x,t}/q_{x,1990}$ ($t=1991, 1992, \dots, 2022$; $x=50, 65$ i 80)*

Panell A. Població masculina

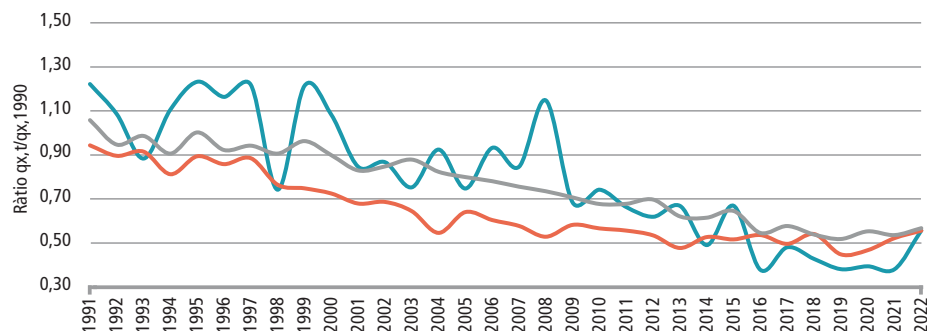


Panell B. Població femenina

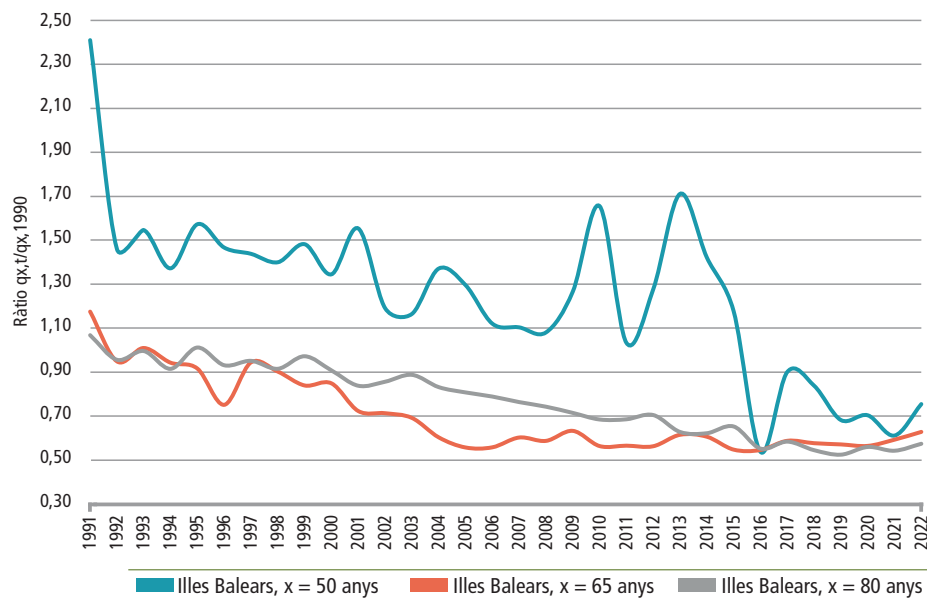


Gràfic 8 | Evolució de les taxes de mortalitat. Població masculina i femenina.
Illes Balears. Ràtio, $q_{x,t}/q_{x,1990}$, 1990 ($t=1991, 1992, \dots, 2022$; $x=50, 65$ i 80)

Panell A. Població masculina



Panell B. Població femenina



En analitzar l'evolució de les taxes de mortalitat a diferents edats veiem que s'ha produït al llarg del període mostrat una caiguda persistent de les taxes de mortalitat fins a 2019, any previ a la pandèmia. Respecte a l'impacte de la pandèmia pot observar-se clarament l'augment que es va produir el 2020 en les taxes de mortalitat de la població espanyola major de 60 anys i la consegüent reducció en l'esperança de vida.

Això és una cosa que no s'aprecia, tanmateix, en la població de les illes Balears el 2020 sinó el 2021, un resultat congruent amb els estudis previs a García-Olalla et al. (2022, 2023) i Navarro i Requena (2023). Aquest major impacte de la covid-19 en les edats altes de la població espanyola i el comportament diferencial de Balears s'aprecia clarament a la Taula 1, que mostra com l'esperança de vida d'Espanya es redueix el 2020 per a totes les edats enfront d'illes Balears, on l'esperança de vida va augmentar. Per contra, veiem com l'impacte de la covid-19 sí que es pot apreciar en l'esperança de vida de Balears el 2022, que va experimentar una caiguda substancial enfront de la recuperació experimentada per la població espanyola.

No obstant això, aquesta caiguda persistent de les taxes de mortalitat des de 1990 a 2019 presenta una claríssima excepció que ha de ser remarcada: l'estancament permanent o fins i tot l'augment (a partir de 2005 a Balears i de 2010 a Espanya) de les taxes de mortalitat de les dones al voltant dels 60-65 anys tal com es pot apreciar en els gràfics 7 i 8, fenomen que pot quedar emmascarat si només s'analitza l'esperança de vida a determinades edats. També pot observar-se que, en general, en la dècada prèvia a la covid-19 s'ha produït una disminució en la velocitat amb la qual decreix la mortalitat en la població masculina espanyola (no vàrem agafar la balear) als 65 anys encara que sense arribar a l'estancament, o fins i tot pujada, experimentat per la població femenina.

4. Contribució de cada edat a l'increment de l'esperança de vida

Després d'una anàlisi global de quina ha estat l'evolució de l'esperança de vida es procedirà a estudiar, al llarg del període 1990-2022, quina ha estat la contribució de cadascuna de les edats a l'increment de l'esperança de vida en cadascuna de les poblacions analitzades. S'ha de tenir en compte que disminucions de la taxa de mortalitat en edats primerenques tenen un impacte molt més important en l'esperança de vida que reduccions en les taxes de mortalitat de les edats més avançades i, per tant, l'anàlisi de l'esperança de vida a determinades edats pot emmascarar comportaments molt heterogenis de les taxes de mortalitat.

Per això hem de tenir en compte que l'esperança de vida completa ve donada per:

$$e_{x,t} = \sum_{k=1}^{\omega-x} {}_k p_{x,t} + 1/2 = \sum_{k=1}^{\omega-x} \prod_{r=0}^{k-1} p_{x+r,t} + 1/2 \quad (2)$$

en què ${}_k p_{x,t}$ és la probabilitat que un individu amb edat x sobrevisqui fins a l'edat $x+k$ anys segons la mortalitat experimentada per la població durant el període t ,

$p_{x,t} = {}_1p_{x,t}$ i ω l'edat més alta considerada en les dades proporcionades per Eurostats.⁵ Alternativament, l'equació anterior pot reescriure's com:

$$e_{x,t} = \sum_{k=0}^{\omega-x} k \cdot {}_k|_1q_{x,t} + \frac{1}{2} \quad (3)$$

en què ${}_k|_1p_{x,t}$ és la probabilitat que un individu amb edat x mori amb una edat compresa entre $x+k$ i $x+k+1$ anys segons la mortalitat experimentada per la població durant el període t .

En la mesura en què $e_{x,t}$ és una funció contínua respecte a cadascuna de les probabilitats $p_{x+r,t}$ per a $r = 0, 1, \dots, \omega-x$, la variació en l'esperança de vida pot aproximar-se mitjançant:

$$\Delta e_{x,t} \approx \left(\frac{\partial e_{x,t}}{\partial p_{x,t}}, \frac{\partial e_{x,t}}{\partial p_{x+1,t}}, \dots, \frac{\partial e_{x,t}}{\partial p_{\omega,t}} \right) \cdot \begin{pmatrix} \Delta p_{x,t} \\ \Delta p_{x+1,t} \\ \vdots \\ \Delta p_{\omega-1,t} \end{pmatrix} \quad (4)$$

O alternativament i tenint en compte que $q_{x+r,t} = 1 - p_{x+r,t}$ i, per tant, $\Delta p_{x+r,t} = -\Delta q_{x+r,t}$:

$$\Delta e_{x,t} \approx - \left(\frac{\partial e_{x,t}}{\partial p_{x,t}}, \frac{\partial e_{x,t}}{\partial p_{x+1,t}}, \dots, \frac{\partial e_{x,t}}{\partial p_{\omega,t}} \right) \cdot \begin{pmatrix} \Delta q_{x,t} \\ \Delta q_{x+1,t} \\ \vdots \\ \Delta q_{\omega-1,t} \end{pmatrix} \quad (5)$$

en què:

$$\frac{\partial e_{x,t}}{\partial p_{x+r,t}} = \begin{cases} 1 + \left(\sum_{j=1}^{\omega-x-1} \prod_{k=1}^j p_{x+k,t} \right) & \text{per a } r = 0 \\ \left(\prod_{i=0}^{r-1} p_{x+i,t} \right) \cdot \left(1 + \sum_{j=1}^{\omega-x-1-r} \prod_{k=1}^j p_{x+r+k,t} \right) & \text{per a } r = 1, 2, \dots, \omega-x-1 \end{cases} \quad (6)$$

substituint,

$$\frac{\partial e_{x,t}}{\partial p_{x+r,t}} = \begin{cases} 1 + e_{x+1,t} & \text{per a } r = 0 \\ \left(\prod_{k=0}^{r-1} p_{x+k,t} \right) \cdot [1 + e_{x+1+r,t}] & \text{per a } r = 1, 2, \dots, \omega-x-1 \end{cases} \quad (7)$$

en què $e_{x+r,t}$ és l'esperança de vida abreuçada a l'edat $x+r$ en t .

5. En aquest estudi s'ha considerat $\omega = 100$ anys.

D'aquesta manera, la contribució de cada edat $x+r$ a la millora/empitjorament de l'esperança de vida a l'edat x , és a dir, a $\Delta \hat{e}_{x,t}$, vindrà donat de manera aproximada pel producte $-\frac{\partial \hat{e}_{x,t}}{\partial p_{x+r,t}} \cdot \Delta q_{x+r,t}$ en què $\Delta \hat{e}_{x,t}$ representa l'increment en l'esperança de vida completa a l'edat x entre dos períodes prou pròxims⁶ t i $t+h$, i $\Delta q_{x+r,t}$ representa la variació de cadascuna de les taxes de mortalitat a l'edat $x+r$ entre t i $t+h$.

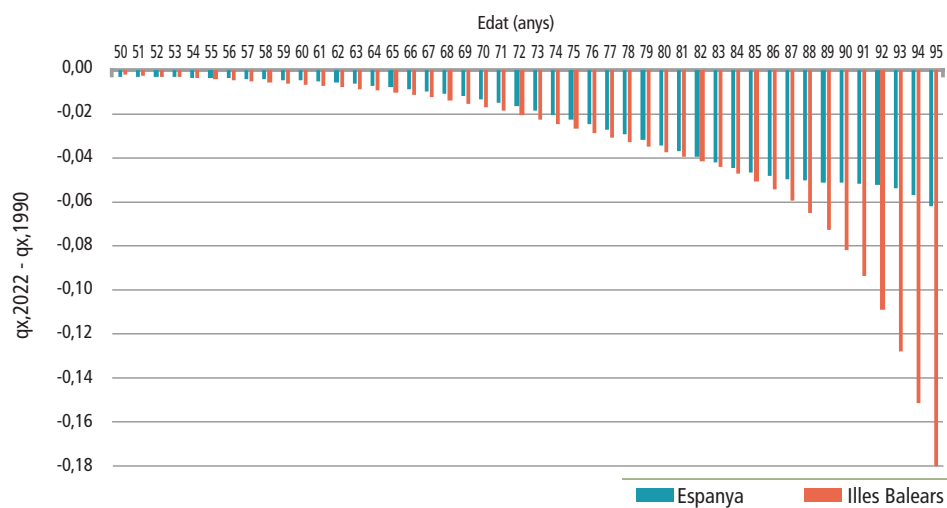
Com que és $e_{x+r,t} > e_{x+r+1,t}$ i les probabilitats de supervivència inferiors a 1, és fàcil comprovar que les derivades parcials de $\hat{e}_{x,t}$ respecte a $p_{x+r,t}$ són decreixents amb r , és a dir, amb l'edat. Això es tradueix en què, una caiguda de la taxa de mortalitat en edats tardanes té un impacte menor en l'esperança de vida a una edat determinada que aquesta mateixa caiguda de les taxes de mortalitat en edats més joves.

D'aquesta manera, els augments de l'esperança de vida són conseqüència del resultat, d'una banda, de les caigudes de les taxes de mortalitat i, d'altra banda, de que aquestes caigudes es produeixin a edats més o menys primerenques. Així, l'esperança de vida a una determinada edat $\hat{e}_{x,t}$ no es veurà a penes influenciada per millores substancials en les taxes de mortalitat d'edats molt elevades a pesar que això suposi una modificació substancial en la dinàmica global de la mortalitat de la població. És a dir, que centrar-se en l'esperança de vida pot emascarar millores o empitjoraments significatius en les taxes de mortalitat de diferents grups d'edat, així com diferències importants en el comportament de la mortalitat entre diferents poblacions. Un mateix increment en l'esperança de vida a una edat determinada pot deure's a petites modificacions en les taxes de mortalitat dels més joves o a grans modificacions en les taxes de mortalitat dels més majors.

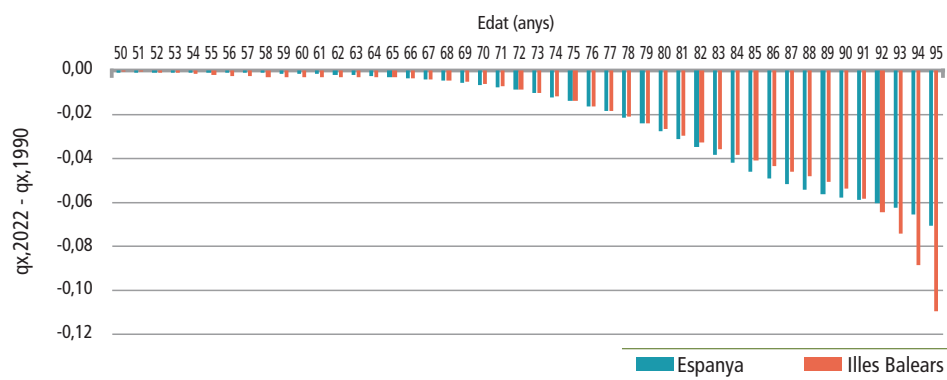
En els gràfics 1 i 2 s'ha recollit quina ha estat la variació en termes relatius de les taxes de mortalitat de les poblacions masculines i femenines tant d'Espanya com de les illes Balears, des dels 50 anys fins als 95 anys, gràfic que descriu de manera bastant adequada en quines edats s'han produït les millores de la mortalitat en el període 1990-2022. En aquests gràfics ja s'han pogut observar, per al conjunt del període analitzat, algunes diferències significatives en el comportament de la mortalitat de les quatre poblacions estudiades en aquest treball. Per contra, en els gràfics 9 i 10 es recull, per a cada edat des de 50 a 95 anys, quina ha estat la variació de les taxes de mortalitat en termes absoluts per al període 1990-2022 podent-se observar com la millora absoluta ha estat fonamentalment creixent amb l'edat.

6. En aquest treball s'ha calculat l'aportació de cada edat per a períodes de cinc anys, és a dir, $h=5$, excepte l'últim període que abasta només dos anys des de 2020 fins a 2022. La contribució de cada edat al període global 1990-2022 s'ha obtingut com la suma de les contribucions per a cadascun dels períodes. L'error comès per aquest procediment respecte a l'increment real de $\hat{e}_{50,t}$ és inferior a 0'1 anys per al període 1990-2022.

Gràfic 9 | Variació absoluta de les taxes de mortalitat. Població masculina. Espanya i illes Balears, 1990-2022



Gràfic 10 | Variació absoluta de les taxes de mortalitat. Població femenina. Espanya i illes Balears, 1990-2022

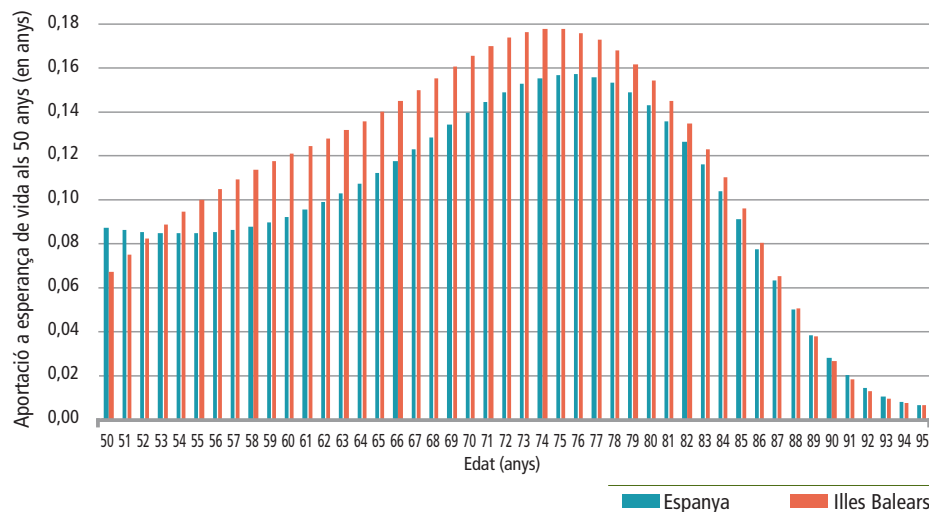


Òbviament el perfil de les variacions en termes absoluts de les taxes de mortalitat difereix substancialment de les variacions en termes relatius, tal com es deriva de comparar els gràfics 1 i 2 amb els gràfics 9 i 10, ja que les taxes de mortalitat a partir de determinada edat creixen, aproximadament, de manera exponencial i per tant són molt més petites als 50 anys que als 95 anys. De l'observació de els gràfics 9 i 10

sembla desprendre's que les millores en l'esperança de vida als 50 anys s'han generat fonamentalment en les edats més tardanes que és on s'ha produït la major reducció en termes absoluts de les taxes de mortalitat. Tanmateix, és fàcil comprovar com això no és així.

En els gràfics 11 i 12 es recull quin ha estat l'impacte en l'esperança de vida als 50 anys de les variacions absolutes de cadascuna de les taxes de mortalitat descrites en els gràfics 9 i 10.

Gràfic 11 | *Contribució de la disminució de la mortalitat en cada edat a l'increment en l'esperança de vida completa als 50 anys des de 1990 fins a 2022. Població masculina. Espanya i illes Balears*



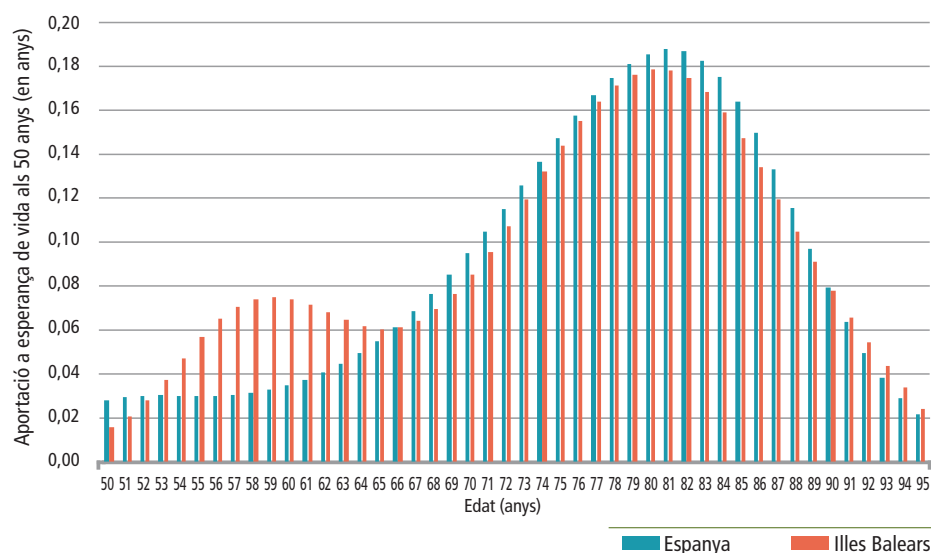
El resultat dels gràfics 11 i 12 mostra la contraposició de dues forces de sentit contrari. D'una banda, la disminució en termes absoluts de les taxes de mortalitat que s'incrementa amb l'edat (gràfics 9 i 10) i per una altra l'efecte que una mateixa disminució de la taxa de mortalitat té en l'esperança de vida que decreix amb l'edat.

La confluència d'aquestes dues forces fa que la contribució de cada edat a l'esperança de vida als 50 anys augmenti amb l'edat aconseguint el punt de màxima contribució al voltant dels 75 anys en el cas de la població masculina tant d'Espanya com de les illes Balears, i al voltant dels 80 anys en el cas de les dones

de totes dues poblacions. Podem observar com les notables millores i les grans diferències entre Espanya i Balears que s'han produït en les taxes de mortalitat corresponents a les edats més avançades a penes repercuteixen en l'esperança de vida als 50 anys. D'altra banda, també podem comprovar com el millor comportament de l'esperança de vida completa als 50 anys dels homes a les illes Balears per al conjunt del període 1990-2022 és degut fonamentalment a la disminució de la mortalitat en el tram d'edat comprès entre els 55 anys i els 80, cosa que també es veu reflectida en el Gràfic 1. En el cas de la població femenina destaca el bon comportament de la taxa de mortalitat de Balears en comparació amb la població espanyola, en el tram entre els 55 i els 65 anys. No obstant això, l'aportació d'aquesta millora es concentra en el període 1995-2005, ja que per al període 2005-2022 l'aportació de la reducció en les taxes de mortalitat per al grup d'edat femení entre 55 i 65 anys és pràcticament nul·la.

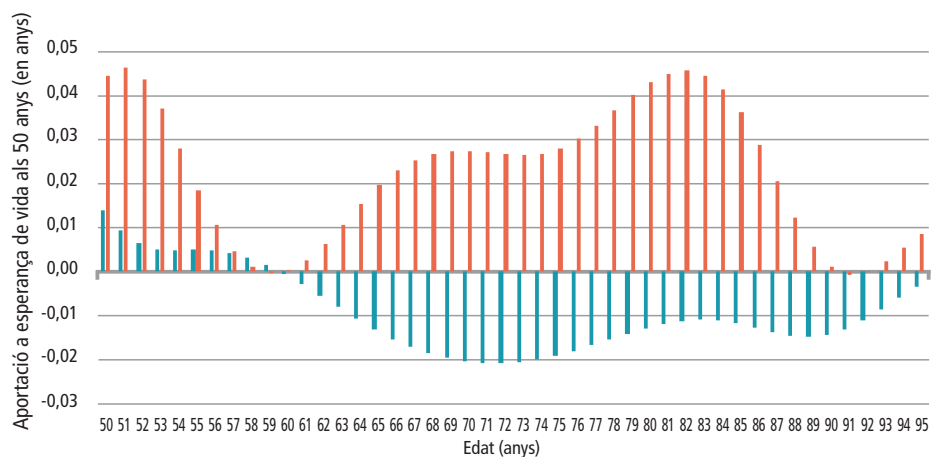
Finalment, amb aquesta metodologia resulta fàcil visualitzar l'impacte de la covid-19 en l'esperança de vida als 50 anys analitzant els gràfics 13 i 14. El Gràfic 13 recull l'aportació de cada edat a la variació de l'esperança de vida als 50 anys en el període 2015-20, és a dir, fins a l'aparició de la covid-19 incloent l'any 2020.

Gràfic 12 | *Contribució de la disminució de la mortalitat en cada edat a l'increment en l'esperança de vida completa als 50 anys des de 1990 fins a 2022. Població femenina. Espanya i illes Balears*

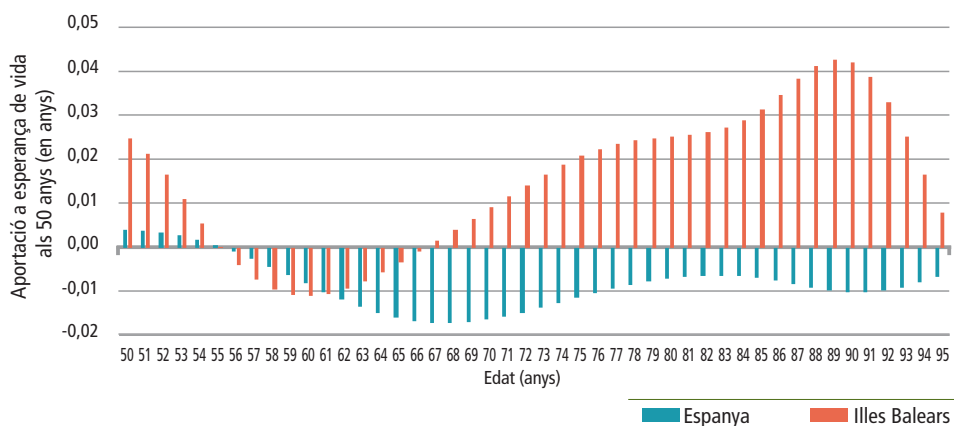


Gràfic 13 | Aportació de cada edat a l'increment/disminució de l'esperança de vida als 50 anys. Espanya i illes Balears. Període 2015-20

Panell A. Població masculina



Panell B. Població femenina

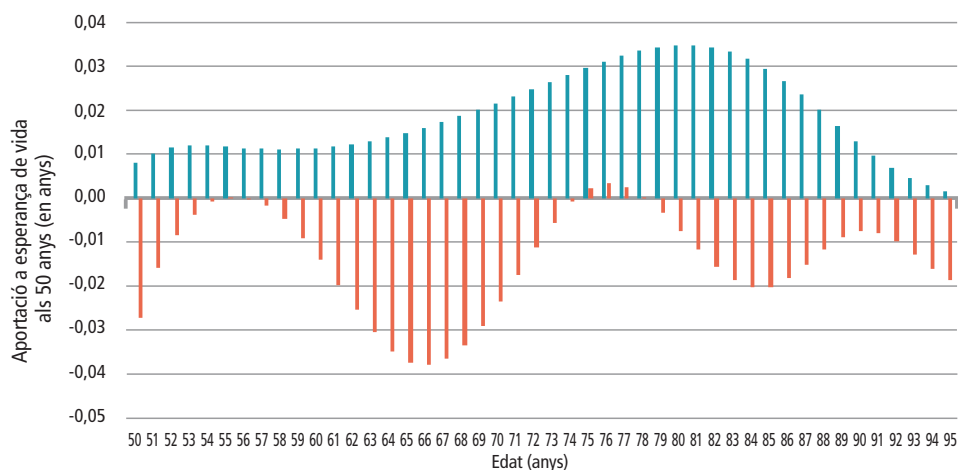


Per contra, el Gràfic 14 mostra l'impacte de les variacions de les taxes de mortalitat en l'esperança de vida des de 2020 (any d'inici de la pandèmia) fins a 2022. Els gràfics 12 i 13 mostren clarament com la pandèmia es va acarnissar el 2020 amb la població espanyola i com va afectar de manera gairebé imperceptible la població balear. Per contra, en els dos anys posteriors 2021-2022 la situació és just la contrària. L'efecte de la covid-19 a Balears es fa present el 2021 i encara era present sobretot a partir

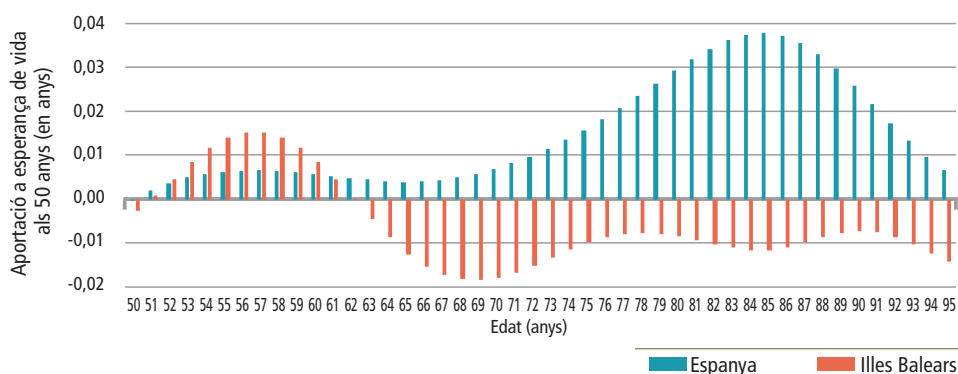
dels 60 anys el 2022, mentre que en la població espanyola la recuperació ha estat molt important especialment en les edats més avançades, de manera que ja s'han recuperat pràcticament els nivells d'esperança de vida anteriors a la covid-19 mentre que a Balears encara es pot apreciar una disminució de l'esperança de vida respecte als valors previs a la pandèmia.

Gràfic 14 | Aportació de cada edat a l'increment/disminució de l'esperança de vida als 50 anys. Espanya i illes Balears. Període 2020-2022

Panell A. Població masculina



Panell A. Població femenina



5. Conclusions

Si s'analitza l'evolució de l'esperança de vida a diferents edats podem observar que tant a Espanya com a les illes Balears s'ha produït una millora considerable en el període estudiat en aquest treball que abasta des de 1990 a 2022, si exceptuem l'any 2020 a Espanya i els anys 2021 i 2022 a Balears.

No obstant això, l'esperança de vida, sent efectivament una variable que és capaç de sintetitzar com és la situació i l'evolució de la mortalitat d'una població, pot emascarar dinàmiques que afectin determinats grups d'edat. Tal com s'ha comentat al llarg de l'article, els descensos en les taxes de mortalitat que s'han produït en les quatre poblacions analitzades han estat generalitzats en el període 1990-2022, però no han afectat totes les poblacions per igual, ni totes les edats de manera homogènia. En general, podem observar com les taxes de mortalitat han disminuït en termes absoluts en major quantia en les edats més avançades. Tanmateix, si s'analitzen les variacions en termes relatius trobem diferències notables entre els diferents grups d'edat. En primer lloc, en el cas de la població masculina pot veure's una disminució més intensa de la mortalitat en la població balear sobretot en el tram entre els 55 anys i els 80 i a partir dels 88 anys. En el cas de la població femenina, les diferències a favor de la població balear es concentren en el tram d'edats entre 53 i 63 anys.

S'ha de destacar que aquesta millora de les taxes de mortalitat no ha estat uniforme al llarg del temps i s'ha observat també l'estancament (o fins i tot l'increment) de les taxes de mortalitat en totes dues poblacions femenines des de 2005-2010 fins a 2019 per a les dones entre 55 i 65 anys.

Quant a l'esperança de vida, tal com s'ha indicat repetides vegades al llarg d'aquest estudi, s'ha de ressaltar que és conseqüència de la disminució de les taxes de mortalitat a les diferents edats, però amb un doble efecte. D'una banda, hem vist que la caiguda de les taxes de mortalitat en termes absoluts ha estat major com més gran era l'edat dels individus. Però, d'altra banda, s'ha de tenir en compte que l'efecte en l'esperança de vida de disminucions de la taxa de mortalitat a edats primerenques és molt més intens que si aquesta mateixa disminució en l'esperança de vida es produeix en edats més avançades. La confluència d'aquests dos factors fa que la millora en l'esperança de vida als 50 anys es degui fonamentalment a la contribució que suposa la disminució de les taxes de mortalitat entre els 55 anys i els 85 en el cas dels homes, i entre els 70 anys i els 90 en el cas de les dones, tant a Espanya com a les Balears.

També s'ha de destacar com una diferència entre el comportament de la mortalitat en les poblacions femenines d'Espanya i Balears la caiguda de la mortalitat molt més intensa a Balears que a Espanya en el tram d'edats entre 53 i 63 anys, encara que

aquesta caiguda es concentra en el període entre 1995 i 2005, ja que són precisament aquestes edats en les quals s'ha produït un preocupant estancament en el descens en la mortalitat des de 2005 (cosa que també s'aprecia en la població femenina espanyola a partir de 2010).

Un altre fet ressenyable és el diferent impacte de la covid-19 en les poblacions espanyola i balear. Així, en el cas de la població espanyola, l'impacte es va notar l'any 2020 amb una caiguda important en l'esperança de vida en aquest any. Per contra, la covid-19 a penes va afectar la població balear el 2020, però l'impacte en els dos anys posteriors fa que a les illes Balears l'esperança de vida no hagi aconseguit el 2022 els nivells previs a la pandèmia, mentre que la millora en la població espanyola ha permès la recuperació fins a nivells prepandèmics de l'esperança de vida als 50 anys.

Referències bibliogràfiques

Apicella, G., Navarro, E., Requena, P., i Sibillo, M. (2024). The age pattern of the gender gap in mortality: stylized evidence across COVID-19 pandemic times. *Annals of Operation Research*. <https://doi.org/10.1007/s10479-024-06068-4>

Currie, I. D., Durban, M., i Eilers, P. H. (2004). Smoothing and forecasting mortality rates. *Statistical Modelling*, 4(4), 279–298.

Eurostat (2024). *Deaths by age and sex*. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/DEMO_MAGEC/default/table?lang=en

Forfar, D. O., McCutcheon, J. J., i Wilkie, A. D. (1988). On graduation by mathematical formula. *Journal of the Institute of Actuaries*, 115(1), 1-149.

García-Olalla, M., Navarro, E., i Requena, P. (2022). Impacte de la Covid-19 i de les mesures per combatre-la en les taxes de mortalitat de la població de les Illes Balears. A C. Orte (dir.). *Anuari de l'Envel·liment de les Illes Balears 2022*. Universitat de les Illes Balears.

García-Olalla, M., Navarro, E., i Requena, P. (2023). Impacte de la COVID-19 i de les mesures per combatre-la en les taxes de mortalitat de la població de les Illes Balears. Noves evidències 2020-21. A C. Orte (dir.). *Anuari de l'envelliment. Illes Balears 2023*. Universitat de les Illes Balears.

INE (2024). Población residente por fecha, sexo y edad. https://ine.es/dyngs/INE-base/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736177095&menu=ultiDatos&idp=1254735572981

McCulloch, J. H. (1975). The Tax-Adjusted Yield Curve. *Journal of Finance*, 30(3), 811-830.

McCutcheon, J. J. (1985). «Experiments in graduating the data for the English Life Tables (Nº 14)». *Transactions of the Faculty of Actuaries*, 40, 135-147, <http://www.jstor.org/stable/41218919>

Navarro, E. (1991). *Tablas de mortalidad de la población española 1982. Metodología y Fuentes*. Editorial Mapfre.

Navarro, E., i Requena, P. (2023). Impact of COVID-19 on spanish mortality rates in 2020 by age and sex. *Journal of Public Health*, 45(3), 577–583. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdad023>

Pitacco, E., Denuit, M., Haberman, S., i Olivieri, A. (2009). *Modelling longevity dynamics for pensions and annuity business*. Oxford University Press.

Autors

MYRIAM GARCÍA OLALLA

Catedràtica d'Economia Financera i Comptabilitat de la Universitat de Cantàbria i doctora en Ciències Econòmiques i Empresariales per la Universitat d'Oviedo. Responsable del grup de R+D+I "Economia Financera", la seva recerca se centra en l'àmbit de la banca, les finances i el govern corporatiu. Ha dirigit diverses tesis doctorals i realitzat nombroses publicacions en revistes científiques d'àmbit nacional i internacional, així com llibres en editorials de prestigi. La seva activitat investigadora ha estat objecte de diferents premis i ajudes. Ha realitzat estades de recerca en les Universitats de Califòrnia en Berkeley (USA) i Bangor (UK). Entre altres, ha exercit els càrrecs de Directora Acadèmica de la Fundació Universitat de Cantàbria per a l'Estudi i Recerca en el Sector Financer (UCEIF) Directora del Departament d'Administració d'Empreses de la Universitat de Cantàbria.

ELISEO NAVARRO ARRIBAS

Llicenciat i doctor en Ciències Econòmiques i Empresariales per la Universitat de València. Va completar la seva formació amb un Diploma de postgrau en Ciències Actuarials en la Heriot-Watt University d'Edimburg. Ha desenvolupat la seva carrera acadèmica en les universitats de València, Castella-la Manxa i Alcalá en la qual actualment és Catedràtic d'Economia Financera. Director del Màster Universitari en Ciències Actuarials i Financeres de la Universitat d'Alcalá, les seves línies de recerca s'han centrat en la gestió de riscos (en particular risc de variació de tipus d'interès i de mortalitat) havent publicat diversos llibres i articles científics en revistes com *Journal of Banking and Finance*, *European Journal of Operational Research*, *Quantitive Finance*, *European Financial Management*, *Annals of Operations Research* o *Journal of Public Health* entre altres. Ha estat també investigador principal de diversos projectes de recerca de caràcter competitiu a nivell autonòmic i nacional.

PILAR REQUENA CABEZUELO

Albacete (1968). Actuari d'assegurances, doctora en Economia i Gestió Empresarial per la Universitat d'Alcalá. Desenvolupa la seva carrera acadèmica en la Universitat d'Alcalá, en l'actualitat com a professora titular en Economia Financera. Ha desenvolupat diferents càrrecs de gestió universitària, entre altres ha estat directora del Màster Universitari en Ciències Actuarials i Financeres de la Universitat d'Alcalá. Ha participat

en el disseny i implantació de sistemes complementaris de previsió social en algunes de les grans empreses espanyoles, així com en l'estudi de la seva viabilitat. La seva recerca es desenvolupa dins de la línia d'anàlisi del risc financer i de longevitat de productes com les rendes actuàries de supervivència i ha publicat en revistes acadèmiques com *Annals of Operations Research* o *Journal of Public Health*.