

Andrés M. Alonso Fernández
Daniel Peña Sánchez de Rivera
Julio Rodríguez Puerta

Proyecciones de demanda de educación en España

Proyecciones de demanda de educación en España

Andrés M. Alonso Fernández ¹
Daniel Peña Sánchez de Rivera ¹
Julio Rodríguez Puerta ²

¹UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

²UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

■ Resumen

En este estudio se abordan las proyecciones de la demanda de educación en los ciclos formativos reglados en España para el período 2005-2050. Hasta el año 2015 los niveles no universitarios tendrán un aumento del número de estudiantes como consecuencia de la inmigración, mientras que en la universidad se mantendrá un descenso en las matriculaciones año tras año. La evolución posterior depende mucho de las hipótesis que se realicen respecto al movimiento migratorio. En la hipótesis de un nivel de inmigración no superior al 20% de la población, en la educación no universitaria los máximos de matriculaciones se obtienen en el año 2015 para el nivel infantil, en el año 2020 para el nivel primario y en el año 2025 para el nivel secundario. Nuestras proyecciones sugieren que en el año 2025, con la mitad del horizonte considerado, habrá incrementos del número de matriculados entre un 11 y un 24% en el nivel infantil (entre los 3 y los 5 años), entre un 35 y un 46% en el nivel primario (entre los 6 y los 13 años) y entre un 5 y un 11% en el nivel secundario (entre los 14 y los 18 años). En el nivel universitario después de 2020 aparecerá una evolución tipo onda, que alcanzará su máximo entre 2030 y 2035, y que corresponde a los hijos de inmigrantes nacidos en las primeras dos décadas del siglo XXI. Finalmente, en 2050 las proyecciones sitúan el número de matriculados a un nivel algo superior al del quinquenio 2015-2020 para los supuestos de inmigración alto y medio, y algo inferior en el supuesto de inmigración bajo.

■ Palabras clave

Educación, demografía, proyección de poblaciones, series temporales, modelos factoriales dinámicos, *bootstrap*.

■ Abstract

This working paper focuses on demand projections for Spain's official educational stages in the 2005-2050 period. Between now and 2015, the number of students in non university education will increase as a result of immigration, while the number of university matriculations will go on shrinking year after year. What happens next largely depends on the hypotheses ventured for immigration. Assuming an immigration rate of no more than 20% of the population, enrolments in non university education centres will peak in 2015 for early childhood education, in 2020 for the primary level and 2025 for the secondary level. Our forecasts suggest that by 2025, mid-point in the time frame considered, enrolments will be up by between 11% and 24% in early childhood education (ages 3 to 5), between 35% and 46% in primary education (ages 6 to 13) and between 5% and 11% in secondary education (ages 14 to 18). At the university level, a wave pattern appears after 2020 which reaches its crest between 2030 and 2035, with the entry of immigrants' children born in the first two decades of the twenty-first century. Finally, forecasts for 2050 put the number of enrolled students above the 2015-2020 average in the hypotheses of high and medium immigration, and somewhat below in the event of low immigration.

■ Key words

Education, demographics, population forecasts, time series, dynamic factor models, *bootstrap*.

Al publicar el presente documento de trabajo, la Fundación BBVA no asume responsabilidad alguna sobre su contenido ni sobre la inclusión en el mismo de documentos o información complementaria facilitada por los autores.

The BBVA Foundation's decision to publish this working paper does not imply any responsibility for its content, or for the inclusion therein of any supplementary documents or information facilitated by the authors.

La serie Documentos de Trabajo tiene como objetivo la rápida difusión de los resultados del trabajo de investigación entre los especialistas de esa área, para promover así el intercambio de ideas y el debate académico. Cualquier comentario sobre sus contenidos será bien recibido y debe hacerse llegar directamente a los autores, cuyos datos de contacto aparecen en la *Nota sobre los autores*.

The Working Papers series is intended to disseminate research findings rapidly among specialists in the field concerned, in order to encourage the exchange of ideas and academic debate. Comments on this paper would be welcome and should be sent direct to the authors at the addresses provided in the About the authors section.

Todos los documentos de trabajo están disponibles, de forma gratuita y en formato PDF, en la web de la Fundación BBVA. Si desea una copia impresa, puede solicitarla a través de publicaciones@fbbva.es.

All working papers can be downloaded free of charge in pdf format from the BBVA Foundation website. Print copies can be ordered from publicaciones@fbbva.es.

La serie Documentos de Trabajo, así como información sobre otras publicaciones de la Fundación BBVA, pueden consultarse en: <http://www.fbbva.es>

The Working Papers series, as well as information on other BBVA Foundation publications, can be found at: <http://www.fbbva.es>

Proyecciones de demanda de educación en España

© Andrés M. Alonso Fernández, Daniel Peña Sánchez de Rivera y Julio Rodríguez Puerta, 2007

© de esta edición / *of this edition*: Fundación BBVA, 2007

EDITA / PUBLISHED BY
Fundación BBVA, 2007
Plaza de San Nicolás, 4. 48005 Bilbao

DEPÓSITO LEGAL / LEGAL DEPOSIT NO.: M-23.965-2007
IMPRIME / PRINTED BY: Rógar, S. A.

Impreso en España – *Printed in Spain*

La serie Documentos de Trabajo de la Fundación BBVA está elaborada con papel 100% reciclado, fabricado a partir de fibras celulósicas recuperadas (papel usado) y no de celulosa virgen, cumpliendo los estándares medioambientales exigidos por la legislación vigente.

The Working Papers series of the BBVA Foundation is produced with 100% recycled paper made from recovered cellulose fibre (used paper) rather than virgin cellulose, in conformity with the environmental standards required by current legislation.

El proceso de producción de este papel se ha realizado conforme a las normas y disposiciones medioambientales europeas y ha merecido los distintivos Nordic Swan y Ángel Azul.

The paper production process complies with European environmental laws and regulations, and has both Nordic Swan and Blue Angel accreditation.

Í N D I C E

1. Introducción	5
2. Metodología general para la proyección	7
3. Análisis y proyección de los ciclos formativos no universitarios	12
3.1. Análisis y resultados por niveles educativos	14
3.2. Análisis y resultados por edades y sexo	18
4. Análisis y proyección de los ciclos formativos universitarios	23
4.1. Resultado por duración de los estudios	28
4.2. Resultado por rama de enseñanza	33
Apéndices	39
1: Cuadros de los principales resultados	41
2: Proyecciones de la población española	44
2.1. Introducción	44
2.2. Metodología general de la proyección	45
2.2.1. Introducción	45
2.2.2. Metodología general para la proyección de la mortalidad y fecundidad	47
2.3. Aplicación a los datos españoles	49
2.3.1. Aplicación a los datos españoles: mortalidad	49
2.3.2. Aplicación a los datos españoles: fecundidad	53
2.3.3. Aplicación a los datos españoles: migraciones	58
2.4. La proyección de la población española	61
2.4.1. Evolución de la población	61
2.4.2. Estructura de la población	63
Bibliografía	65
Nota sobre los autores	67

1. Introducción

EN este estudio, abordaremos la proyección de la demanda de educación por edades y sexo, tanto en los niveles de enseñanza no universitaria como en los de enseñanza universitaria para el período 2005-2050. El primer paso para prever la demanda en educación es prever la población por edad y sexo. Estas proyecciones de población son útiles además en otros muchos contextos: para planificar recursos humanos, prever la demanda de recursos energéticos, de atención sanitaria o de pensiones. Particularmente, este último aspecto ha sido ampliamente estudiado en el contexto español (v., por ejemplo, Herce et al., 1995, 1996; Álvarez, 2000; Díez, 2000 y Jimeno, 2002, entre otros) principalmente asociado a la hipótesis de que el descenso de la fecundidad y el aumento de la esperanza de vida conduciría al descenso de la población activa que tendría que soportar el coste de las prestaciones de la Seguridad Social. Un aspecto que ha sido menos estudiado es la proyección de población en los distintos ciclos formativos, cabe resaltar el estudio realizado por el Instituto de Estadística de Andalucía (IEA) para el período 1998-2016 (v. IEA, 2000) y los realizados para el sistema educativo español por Serrano (2002) y Alonso-Meseguer y Sosvilla-Rivero (2004) con horizonte de proyección hasta el año 2050.

En el caso de España, como en otros países abiertos, la proyección de la población depende decisivamente de las hipótesis que se realicen sobre la migración. En este trabajo se proponen tres escenarios de inmigración, basados en la estructura y cuotas alcanzadas en los países de nuestro entorno socioeconómico, que intentan captar la intensidad observada en la llegada masiva de población extranjera. La correcta modelización de la entrada de inmigrantes es de gran importancia para obtener buenas proyecciones del número de matriculados en los distintos ciclos formativos, ya que el actual y futuro flujo de inmigración observado en España modificará la estructura de edades de la población española. Estos cambios en la estructura demográfica española van a tener consecuencias tanto en los ciclos formativos obligatorios como en el nivel universitario.

Para realizar proyecciones de demanda educativa es necesario comprender las estructuras de los sistemas educativos y la comparabilidad entre sistemas en distintos períodos. La estructura del sistema educativo español

es regulada por la Ley Orgánica 1/1990 de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE) y la Ley Orgánica 6/2001 de Universidades (LOU). La LOGSE estableció la estructura del sistema educativo español reformando las etapas, los niveles y las enseñanzas no universitarias vigentes hasta ese momento. Este cambio de estructura se ha dado de una manera gradual, entre 1990 y 2003, de manera que durante ese período coexistieron las nuevas etapas y niveles con las correspondientes definidas por la Ley General de Educación. Por su parte, la LOU estructuró el nivel universitario en tres ciclos, pero manteniendo la ordenación establecida por la Ley de Reforma Universitaria (v., por ejemplo, MECD, 2002).

En el capítulo 2 se presenta brevemente la metodología de proyección de la población y su aplicación para obtener la demanda de educación por sexo y edad. En el capítulo 3 se describen los ciclos formativos no universitarios y se realizan predicciones de las plazas escolares necesarias por edad y ciclo formativo. En el capítulo 4 se hace un análisis similar para las plazas universitarias. En el apéndice 1 se presentan unos cuadros con los principales resultados de la proyección. En el apéndice 2 se describe con más detalle la metodología utilizada para prever la población española.

2. Metodología general para la proyección

EN este análisis nos interesan las proyecciones del número de personas matriculadas en los distintos niveles de enseñanza, es decir, los futuros demandantes o usuarios del sistema educativo para el período 2005-2050. La metodología que se ha seguido en este trabajo para obtener estas proyecciones comprende tres etapas. En la primera, se han obtenido proyecciones de la población española para este período, basada en ciertos supuestos de migración. En la segunda, se han calculado las tasas de matriculación para el último período observado. En la tercera, se han aplicado estas tasas a la población prevista para obtener la demanda de educación por edades y ciclos formativos.

Las proyecciones de la población española se han obtenido como sigue. Hemos partido de la evolución de la población para cada cohorte o grupo de edad estableciendo que la población en t es función de la población en el instante anterior y del balance de nacimientos, defunciones y migraciones. Llamando $P_{e,t}^{(s)}$ a la población en el instante t , con $t = 1, \dots, T$ que tiene edad e , con $e = 1, \dots, e_{max}$ y sexo s , con $s = F, M$, y $N_t^{(s)}$, $D_{e,t}^{(s)}$ y $M_{e,t}^{(s)}$ a los nacimientos, las defunciones y la migración neta en el período $(t-1, t)$, respectivamente, podemos escribir:

$$\begin{aligned} P_{0,t}^{(s)} &= N_t^{(s)} - D_{0,t}^{(s)} + M_{0,t}^{(s)}, \\ P_{e,t}^{(s)} &= P_{e-1,t-1}^{(s)} - D_{e,t}^{(s)} + M_{e,t}^{(s)} \end{aligned} \quad (2.1)$$

Los nacimientos y defunciones pueden obtenerse a partir de las tasas de fecundidad, mortalidad y migración neta:

$$\begin{aligned} N_t^{(s)} &= \sum_e TF_{e,t}^{(s)} P_{e,t-1}^{(F)} \\ D_{e,t}^{(s)} &= TM_{e,t}^{(s)} P_{e,t-1}^{(s)}, \\ M_{e,t}^{(s)} &= I_{e,t}^{(s)} - TE_{e,t}^{(s)} P_{e,t-1}^{(s)} \end{aligned} \quad (2.2)$$

donde $TF_{e,t}^{(s)}$ es la tasa de fecundidad de las mujeres de edad e que se calcula para $e \in \{< 15, 15, \dots, 49, \geq 50\}$ como el cociente entre el número de nacidos

de madres de edad e dividido entre el número de mujeres de esa edad, y $TM_{e,t}^{(s)}$ y $TE_{e,t}^{(s)}$ denotan las tasas de mortalidad y de emigración, respectivamente. $I_e(s)$ denota el número de nuevos inmigrantes con edad e y sexo s en el período $t - 1$ y t .

La predicción de la población se ha realizado haciendo predicciones de $TF_{e,t}^{(s)}$ y $TM_{e,t}^{(s)}$ y extrapolando $M_{e,t}^{(s)}$ en función de tres escenarios posibles. La predicción de las tasas ha considerado dos fuentes principales de información. La primera es la información histórica de las tasas específicas, y la segunda es la información sobre agregados obtenidos a partir de estas tasas. Las series históricas de tasas específicas proporcionan predicciones de forma individual, pero estas predicciones pueden mejorarse construyendo un modelo factorial dinámico para estas series (v. Lee y Carter, 1992), como se detalla en el apéndice 2. Por otro lado, podemos utilizar la información sobre agregados de estas tasas para imponer restricciones sobre la cota superior de la esperanza de vida y mejorar las predicciones individuales. Finalmente, obtendremos las proyecciones incorporando la incertidumbre asociada a la predicción de la mortalidad y la fecundidad para tres escenarios de flujo migratorio:

- Escenario 1: porcentaje bajo de población inmigrante. En el año 2050 se situaría por debajo del 15% de la población española prevista por el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2004).
- Escenario 2: porcentaje medio de población inmigrante. En 2050 se situaría por debajo del 20% de la población española prevista por el INE (2004).
- Escenario 3: porcentaje alto de la población inmigrante. En 2050 se situaría por debajo del 30% de la población española prevista por el INE (2004).

Con este método, y como se detalla en el apéndice 2, obtenemos para el período de 2005 a 2050 el número de personas residentes en el territorio nacional por edades y sexo para cada t del horizonte de proyección. Esta información puede resumirse en:

$$H_t = [H_{t,0}, H_{t,1}, \dots, H_{t,84}, H_{t,85}]' \quad (2.3)$$

$$M_t = [M_{t,0}, M_{t,1}, \dots, M_{t,84}, M_{t,85}]' \quad (2.4)$$

donde $H_{t,e}$ y $M_{t,e}$ representan el número de hombres y mujeres de edad e residentes en el año t con $t = 2005, \dots, 2050$ y $e = 0, 1, \dots, 84$, y $H_{t,85}$ y $M_{t,85}$ re-

presentan el número de hombres y mujeres de edades mayores o iguales a 85 años.

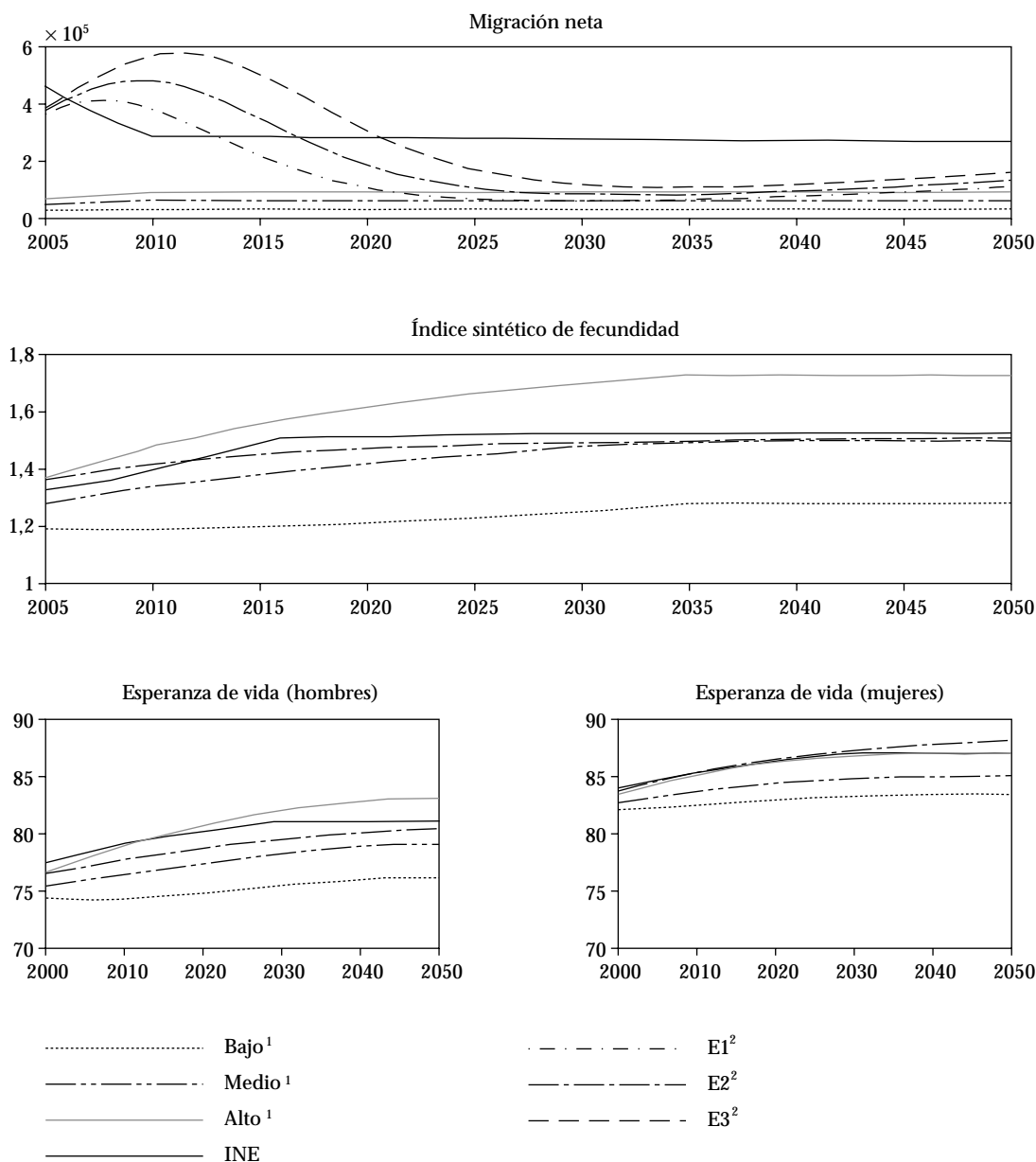
En la base de datos NewCronos de Eurostat están disponibles las proyecciones, por sexo y edades simples de 0 a 89 años y un grupo de 90 y más años, para los 15 países fundadores de la Unión Europea en el horizonte 2000 a 2050 (2000 a 2005 en años simples y cada cinco años a partir de 2005). En este caso tenemos:

$$H_t = [H_{t,0}, H_{t,1}, \dots, H_{t,89}, H_{t,90}]' \quad (2.5)$$

$$M_t = [M_{t,0}, M_{t,1}, \dots, M_{t,89}, M_{t,90}]' \quad (2.6)$$

donde $H_{t,e}$ y $M_{t,e}$ representan el número de hombres y mujeres de edad e residentes en el año t con $t \in \{2001, 2002, \dots, 2005\} \cup \{2010, 2015, \dots, 2050\}$ y $e \in \{0, 1, \dots, 89\}$, y $H_{t,90}$ y $M_{t,90}$ representan el número de hombres y mujeres de edades mayores o iguales a 90 años. Las proyecciones de Eurostat se realizan bajo tres escenarios en los que se fijan la migración neta, el índice sintético de fertilidad y las esperanzas de vida en hombres y mujeres para todos los años del horizonte de proyección. A modo de ejemplo en el gráfico 2.1 representamos los valores de estos indicadores para España y los comparamos con los obtenidos en este trabajo (indicados como Alonso et al.) y los obtenidos por el INE (2004). En el primer gráfico, para la migración neta, las curvas indicadas como Alonso et al. en este gráfico representan los valores medios de la migración neta para tres escenarios y los resultados finales son similares a los obtenidos por Eurostat. Sin embargo, las predicciones del INE son poco realistas, con una entrada anual de 248.981 inmigrantes a partir del año 2010 que supondría que en 2050 la población española fuese de 53,1 millones de habitantes y la tasa de inmigrantes en la población del 20,1%. Para el índice de fecundidad nuestras predicciones son similares a las del INE y Eurostat, con predicciones medias de 1,484 y 1,509 para los años 2025 y 2050, respectivamente. Nuestras predicciones para la esperanza de vida de los hombres se encuentran entre las del INE y Eurostat, pero para las mujeres obtenemos valores más altos con una esperanza de vida en 2050 de 87,98 años. El método utilizado por Eurostat supone que los índices de fecundidad y mortalidad se mantienen altos (o bajos) durante todo el período, estableciendo una correlación casi perfecta entre ambas componentes (v. críticas a este hecho en Lee y Tuljapurkar, 1994).

GRÁFICO 2.1: Escenarios de migraci3n, fecundidad y esperanza de vida. España (2005-2050)



Fuente: Para ¹ Eurostat y para ² Alonso et al.

El segundo elemento para obtener las predicciones de la demanda educativa es calcular las tasas futuras de escolaridad por edad y sexo. Llamaremos $TM_{t,e}^{(H)}$ y $TM_{t,e}^{(M)}$ a las tasas de matriculaci3n de hombres y mujeres, res-

pectivamente definidas como el cociente entre el número de matriculados $NM_{t,e}^{(H)}$ y $NM_{t,e}^{(M)}$ en el sistema educativo dividido por la población existente, $H_{t,e}$ y $M_{t,e}$

Si suponemos, como en el Instituto de Estadística de Andalucía (IEA, 2000), Serrano (2002) y Alonso-Meseguer y Sosvilla-Rivero (2004) que las tasas se mantienen constantes durante todo el horizonte de pronóstico e iguales al último curso disponible, podríamos prever el número de matriculados por edad y sexo con la relación:

$$N_{t,e}^{(H)} = H_{t,e} TM_{t,e}^{(H)} \quad (2.7)$$

$$N_{t,e}^{(M)} = M_{t,e} TM_{t,e}^{(M)} \quad (2.8)$$

donde $N_{t,e}^{(H)}$ y $N_{t,e}^{(M)}$ representan el número de hombres y mujeres de edad e matriculados en el año t . Estas ecuaciones pueden también aplicarse si se consideran escenarios dinámicos para las tasas de matriculación.

3. Análisis y proyección de los ciclos formativos no universitarios

LOS cambios en el sistema educativo español durante las tres últimas décadas y en particular los relativos a los sistemas de enseñanza plantean una seria dificultad a la hora de analizar la demanda por etapas o niveles de educación no universitarios. Baste mencionar que desde la aprobación de la ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE) en 1990 hasta el curso 2001-2002 han coexistido etapas definidas en la Ley General de Educación (LGE), vigente desde 1970, y etapas definidas en la LOGSE. En el esquema 3.1 representamos los niveles educativos no universitarios definidos por la LOGSE, así como la clasificación estadística utilizada por el Ministerio de Educación y Ciencia (MEC) que intenta conciliar las estadísticas de los niveles definidos por las distintas leyes educativas y que, como hemos visto, coexistieron durante un período de 10 cursos académicos. En los siguientes epígrafes utilizaremos esta clasificación en tres niveles ¹:

- Educación infantil y preescolar (edades de 3 a 5 años).
- Educación primaria, EGB y primer ciclo de ESO (edades de 6 a 13 años).
- Educación secundaria y Formación Profesional (edades de 14 a 18 años).

El gráfico 3.1 ilustra esta situación de coexistencia de sistemas para la etapa de Bachillerato: BUP y COU en la LGE y Bachillerato en la LOGSE en los cursos académicos 1992-1993 a 2001-2002. El gráfico 3.1 también

1. Por simplicidad en la nomenclatura, en lo que sigue, denotaremos estos tres niveles como Infantil, Primario y Secundario, respectivamente.

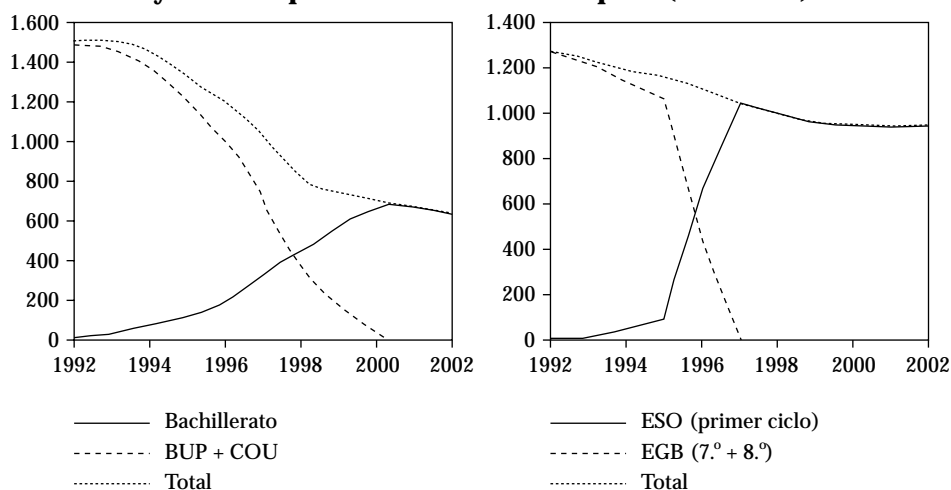
ESQUEMA 3.1: Niveles educativos no universitarios definidos por la Ley de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE)

Edad	Etapas educativas — LOGSE			Estadísticas del MEC
0	Primer ciclo	Educación Infantil		Educación Infantil y Preescolar
1				
2				
3	Segundo ciclo			
4				
5				
6	Primer ciclo	Educación Primaria		Educación Primaria, EGB y primer ciclo de ESO
7				
8	Segundo ciclo			
9				
10	Tercer ciclo			
11				
12	Primer ciclo	Educación Secundaria Obligatoria	Educación Secundaria	Educación Secundaria y Formación Profesional ¹
13				
14	Segundo ciclo			
15				
16	Bachillerato + ciclos formativos de grado medio			
17				
18				

¹ Incluye el segundo ciclo de ESO, BUP y COU (presencial y a distancia), Bachillerato LOGSE (presencial y a distancia), Bachillerato Experimental, FP, Programas de Garantía Social y Ciclos Formativos de FP/Módulos Profesionales (presencial y a distancia).

ilustra esa situación para los cursos de 7.º y 8.º de EGB y el primer ciclo de ESO en los cursos 1992-1993 a 1996-1997. Notemos que los alumnos matriculados en BUP y COU en la LGE y Bachillerato en la LOGSE, y los alumnos matriculados en los cursos de 7.º y 8.º de EGB y el primer ciclo de ESO son comparables en cuanto a edad. Por otra parte, el gráfico 3.1 ilustra el importante descenso de estudiantes en estos niveles educativos.

GRÁFICO 3.1: Alumnado matriculado en Bachillerato y primer ciclo de ESO y niveles equivalentes de la LGE. España (1991-2004)



3.1. Análisis y resultados por niveles educativos

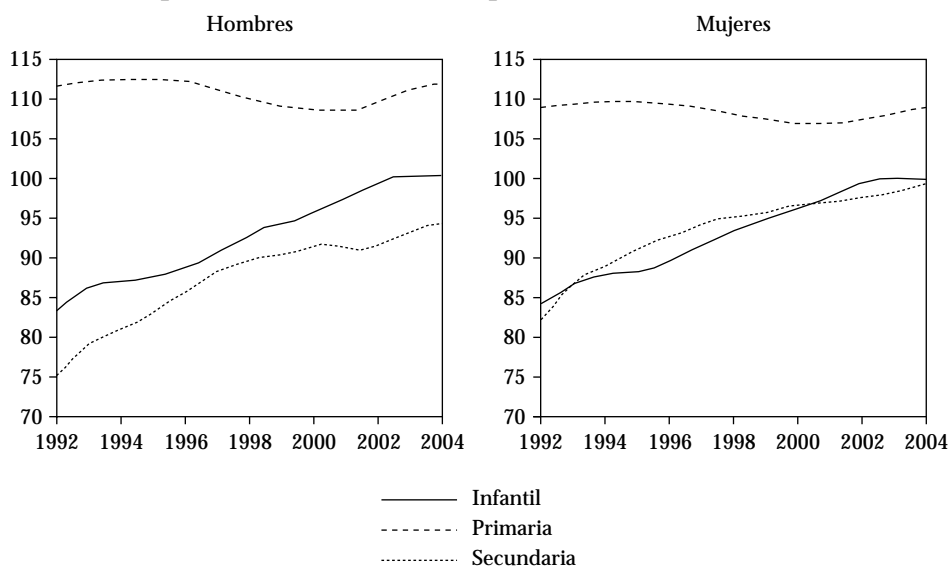
En este epígrafe abordamos el análisis de las tasas brutas de escolaridad ² por niveles (disponibles para el período comprendido entre los cursos 1992-1993 a 2003-2004 en el MEC, 2001, 2004a) y de las tasas netas de escolaridad ³ en edades significativas y niveles (disponibles para el período comprendido entre los cursos 1992-1993 a 2001-2002 en el MEC, 2001). Este análisis nos servirá como base para realizar la proyección del número de matriculados en los distintos niveles de enseñanza no universitaria.

En el gráfico 3.2 representamos las tasas brutas de escolaridad en los niveles de enseñanza antes definidos. En primer lugar, observamos que las tasas de escolaridad en el nivel infantil y en el nivel secundario han experimentado un rápido crecimiento durante el período considerado, y, en particular, en el nivel infantil se ha alcanzado el 100% de escolaridad en las edades de 3 a 5 años en los dos últimos cursos.

2. Las tasas brutas de escolaridad en un nivel resultan del cociente entre la matrícula total de un nivel, independientemente de las edades de los alumnos, con la población escolarizable de las edades correspondientes a ese nivel.

3. Las tasas netas de escolaridad en un nivel excluyen del numerador a aquellos alumnos con edades fuera de los grupos de edades correspondientes a ese nivel.

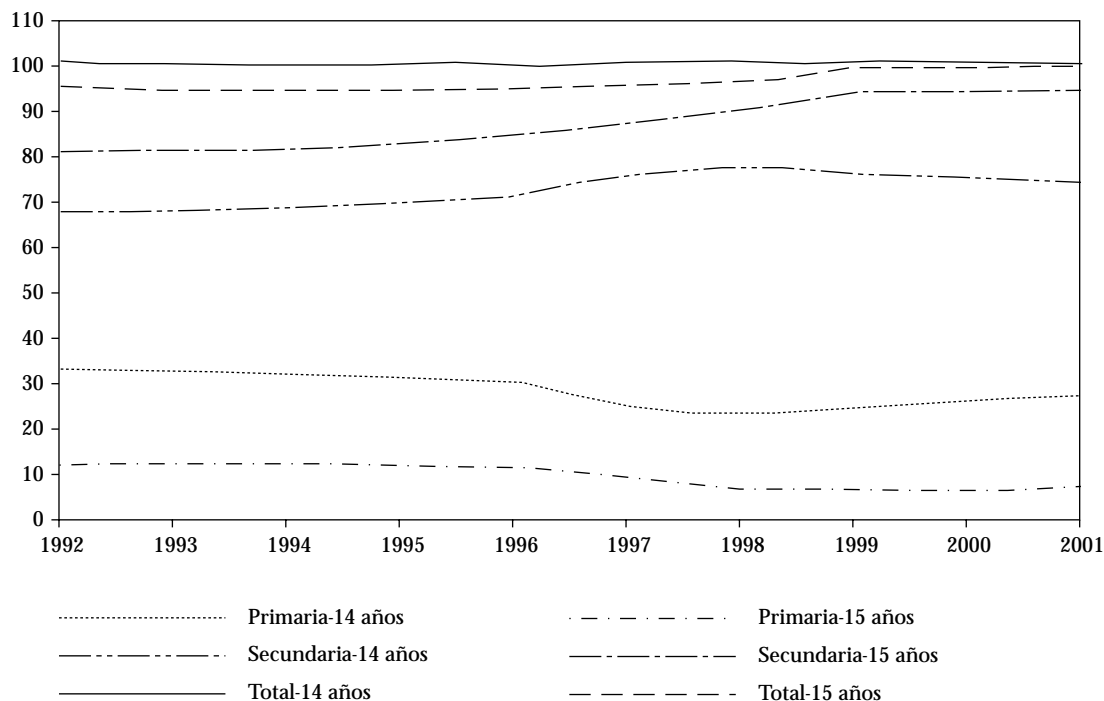
GRÁFICO 3.2: Tasas brutas de escolaridad en enseñanzas de régimen general por nivel de enseñanza. España (1992-2004)



En segundo lugar, observamos tasas superiores al 100% en el nivel primario, tanto para hombres como para mujeres. Esto es debido a que las tasas brutas de escolaridad relacionan el número total de matriculados en un nivel, independientemente de su edad, con la población escolarizable de las edades correspondientes a ese nivel. En MEC (2001, 2004a) se señala que esta situación se produce por incluir a alumnos con 14 y 15 años de edad en este nivel primario que están fuera de la edad *teórica* del mismo. Como ilustramos en el gráfico 3.3, esta situación de *extraedad* no parece que tienda a resolverse, en particular en la edad de 14 años y el nivel primario, pues observamos que la tasa neta de escolaridad de alumnos con 14 años en el nivel primario es superior al 20% en todo el período analizado y no se observa una clara tendencia decreciente.

En el informe *Proyecciones de población en ciclos formativos reglados y actividad económica. Andalucía 1998-2016*, realizado por el Instituto de Estadística de Andalucía (IEA, 2000) se establecen dos tipos de escenarios tanto para las tasas netas de escolaridad como para la *extraedad*: (*E1*) mantener constantes ambas durante todo el horizonte de pronóstico, y (*E2*) establecer sendas de evolución para ambas. Establecer escenarios para las tasas netas y la *extraedad* implica escenarios en las tasas brutas. En Serrano (2002) y Alonso-Meseguer y Sosvilla-Rivero (2004) se opta por mantener constantes las tasas brutas de escolaridad durante todo el horizonte de pronóstico. Si bien el escenario evolutivo nos parece más adecuado, dada la información

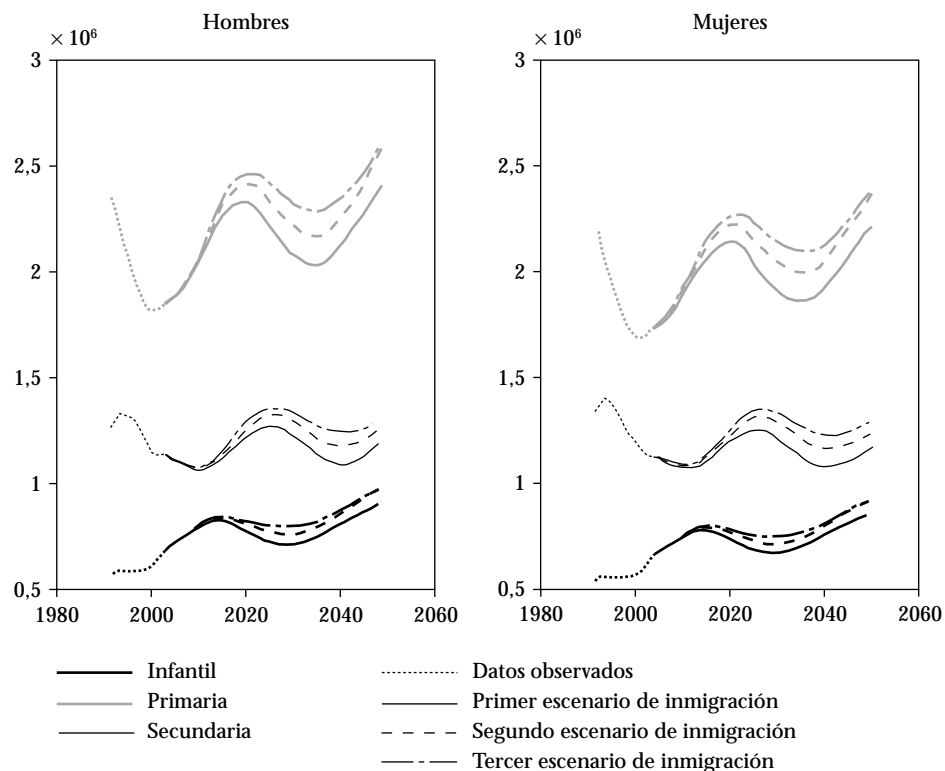
GRÁFICO 3.3: Tasas netas de escolaridad en los niveles primario y secundario para las edades de 14 y 15 años. España (1992-2001)



disponible y la diferencia en los tamaños de los horizontes de proyección, en este epígrafe supondremos constantes las tasas brutas de escolaridad como en Alonso-Meseguer y Sosvilla-Rivero (2004), Serrano (2002) y el escenario (E1) de IEA (2000).

En el gráfico 3.4 presentamos los resultados de las proyecciones, utilizando las ecuaciones (2.7) y (2.8), del número de matriculados por niveles y sexo para el período 2005-2050. Observamos, en primer lugar, una tendencia creciente en los niveles infantil y primario, mientras que en el nivel secundario no se observa una tendencia clara. Es importante resaltar que en ninguno de los tres niveles educativos considerados por el MEC las cifras de matriculación superan los niveles de 1992. Por otra parte, se observa una evolución tipo onda que corresponde, por una parte, a los nacimientos de padres del *baby boom* español, y por otra, a los nacimientos de padres del *boom inmigratorio*. Esta onda se desplaza entre los distintos niveles, lo que da lugar a aumentos temporales del número de matriculados. Así, por ejemplo, los máximos de matriculaciones se obtienen en el año 2015 para el nivel infantil, en el año 2020 para el nivel primario y en el año 2025 para el nivel secundario.

GRÁFICO 3.4: Número de matriculados en los tres niveles de enseñanza no universitarios. España (1992-2050)



En el cuadro 3.1 se pueden ver los resultados de las proyecciones del número de matriculados en los tres niveles antes definidos (Infantil, Primaria y Secundaria) para los años 2025 y 2050. Nuestras proyecciones sugieren que en el año 2025, mitad del horizonte considerado, habrá incrementos del número de matriculados entre un 11 y un 24% en el nivel infantil (entre los 3 y los 5 años), entre un 35 y un 46% en el nivel primario (entre los 6 y los 13 años) y entre un 5 y un 11% en el nivel secundario (entre los 14 y los 18 años).

CUADRO 3.1: Número de matriculados en los tres niveles de enseñanza no universitarios. España (2025 y 2050)

(en miles)

Nivel-Escenario	2025 (Hombres)	2025 (Mujeres)	2050 (Hombres)	2050 (Mujeres)
Infantil-E1	689,2	646,9	857,8	804,9
Infantil-E2	732,5	687,5	929,3	871,8
Infantil-E3	767,8	720,8	928,2	870,5
Primaria-E1	2.248,1	2.060,8	2.389,4	2.186,2
Primaria-E2	2.357,7	2.161,8	2.566,3	2.346,8
Primaria-E3	2.429,5	2.228,7	2.594,3	2.370,2
Secundaria-E1	1.227,8	1.220,2	1.148,8	1.135,5
Secundaria-E2	1.271,6	1.264,8	1.224,2	1.208,7
Secundaria-E3	1.307,1	1.301,4	1.267,0	1.249,2

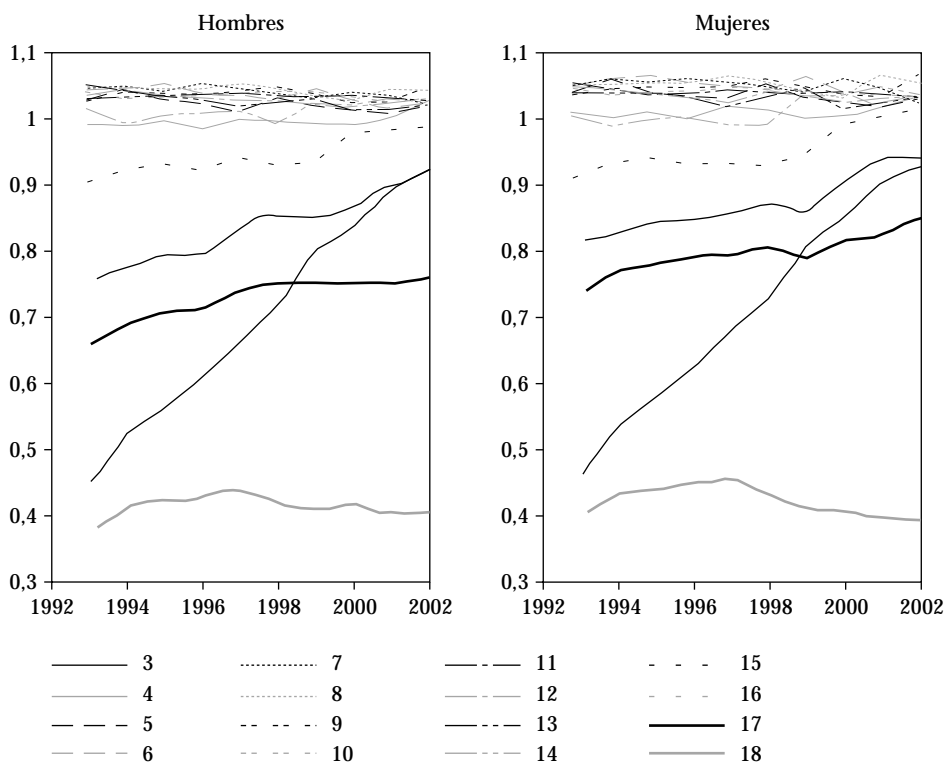
3.2. Análisis y resultados por edades y sexo

En este epígrafe abordamos el análisis de las tasas netas de escolaridad por edades simples entre 3 y 18 años. El número de alumnos matriculados por edades simples para el período comprendido entre los cursos 1993-1994 a 2002-2003 ha sido tomado de la base de datos NewCronos de Eurostat. Las cifras de población utilizadas para el cálculo de las tasas netas de escolaridad son las publicadas en el INE (2004). Este análisis nos servirá como base para realizar la proyección del número de matriculados por edades en el conjunto de los niveles de enseñanza no universitaria. Los datos correspondientes a los cursos 1993-1994 a 1997-1998 se extrajeron bajo la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE) vigente desde 1976, mientras que los posteriores, bajo la CINE vigente desde 1997 (v. por ejemplo, UNESCO, 1997). Esta diferencia de sistemas de clasificación impide un análisis directo de los niveles de enseñanza con la utilización de estos datos. Una alternativa es servirse de las categorías educativas utilizadas en las estadísticas definidas por el MEC, por ejemplo, la correspondencia entre un nivel y un grupo de edad teórico para estimar el número de matriculados por nivel (v. esquema 3.1).

En el gráfico 3.5 representamos las tasas netas de escolaridad por edades simples y sexo. En primer lugar, detectamos que también en tasas netas se tienen valores superiores al 100% siendo la causa más probable la subestimación de la población de referencia por edades simples. Observamos que

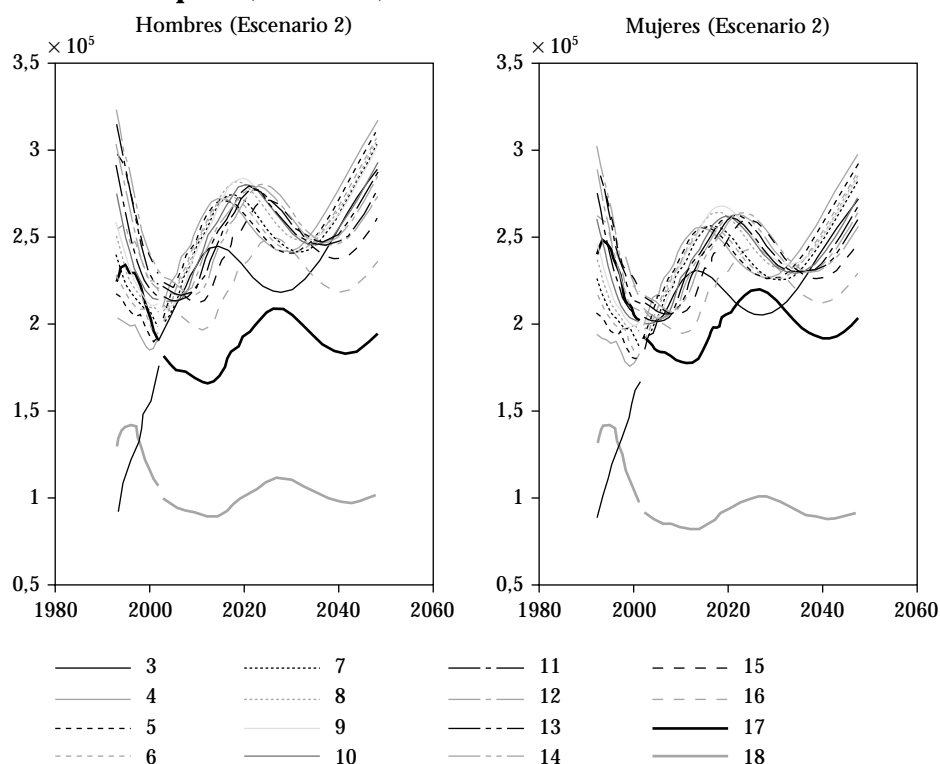
para las edades entre 4 y 14 años, en casi todo el período considerado, se tienen tasas netas alrededor del 100%, lo cual es esperable y deseable teniendo en cuenta que la Enseñanza Obligatoria en España está comprendida entre las edades de 6 y 16 años. En el resto de las edades de obligatoria escolarización, 15 y 16 años, se observa una tendencia creciente durante todo el período. En el caso de 15 años se tienen valores muy próximos al 100% desde el curso 2000-2001 y en el caso de 16 años se tienen valores superiores al 90% en varones y al 95% en mujeres desde el curso 2001-2002. En las edades de educación postobligatoria, 17 y 18 años, se observa una reducción notable de los niveles de escolaridad respecto a los observados en las de 15 y 16 años. Para la edad de 17 años se observa una tendencia creciente mientras que para la de 18 años se observa una ruptura en esa tendencia en el curso 1997-1998. Para interpretar esta ruptura debemos tener en cuenta la coexistencia de niveles definidos en la LOGSE y en la LGE (v. gráfico 3.1) y que en el nivel de Bachillerato LOGSE sólo se tiene dos cursos académicos lo que hace que alumnos con 18 años se encuentren matriculados en la enseñanza universitaria (v. gráfico 4.3).

GRÁFICO 3.5: Tasas netas de escolaridad en niveles no universitarios para las edades de entre 3 y 18 años. España (1993-2002)



En el gráfico 3.6 presentamos los resultados de las proyecciones de matriculados para todas las edades y por sexo utilizando el escenario intermedio de inmigración. En primer lugar, observamos una tendencia creciente en el número de matriculados en las edades de educación obligatoria, a excepción de la curva correspondiente a los alumnos de 18 años donde no se observa una clara tendencia creciente, ya que gran parte de estos estudiantes estarían incorporados a un ciclo formativo superior. Esa tendencia está acompañada de una evolución tipo onda que corresponde a los nacimientos de padres nacidos en el *baby boom* español a los que se incorporan los nacimientos de padres inmigrantes que denominaremos *boom inmigratorio*. Como puede observarse esta onda se va trasladando en el tiempo a través de las distintas curvas por edades.

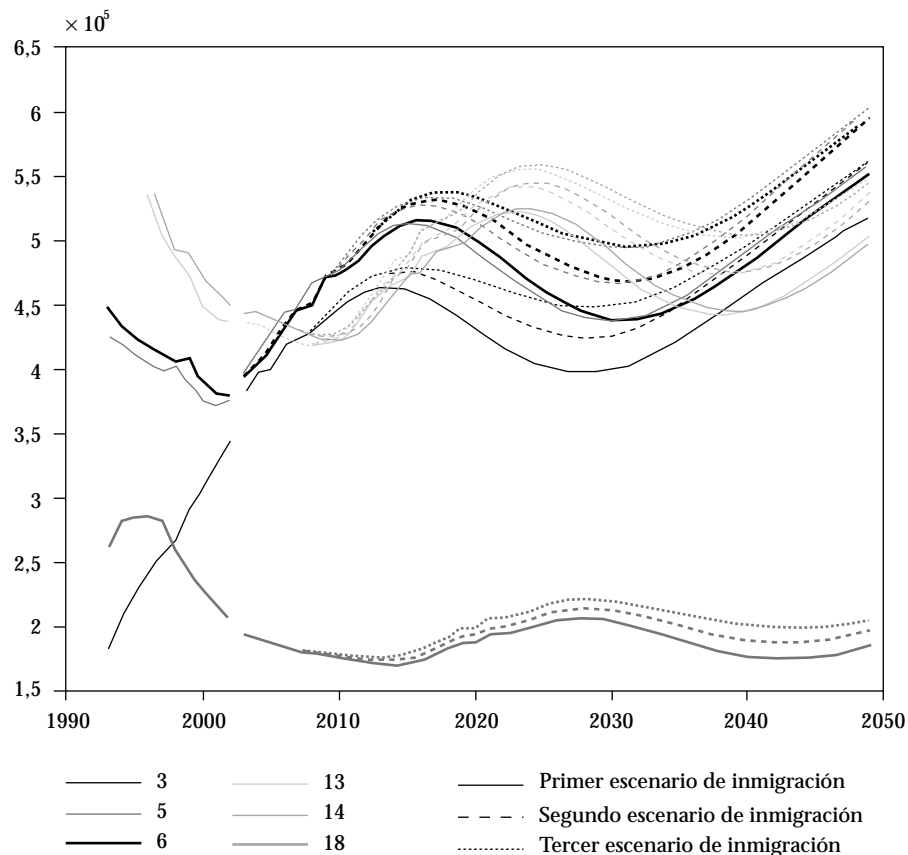
GRÁFICO 3.6: Número de matriculados en la enseñanza no universitaria por edad y sexo. Escenario intermedio de inmigración. España (1993-2050)



En el gráfico 3.7 ilustramos, para las edades iniciales y finales de los tres niveles de educación no universitaria, la influencia de las distintas hipótesis de inmigración propuestas en el apéndice 2. Comprobamos que el nú-

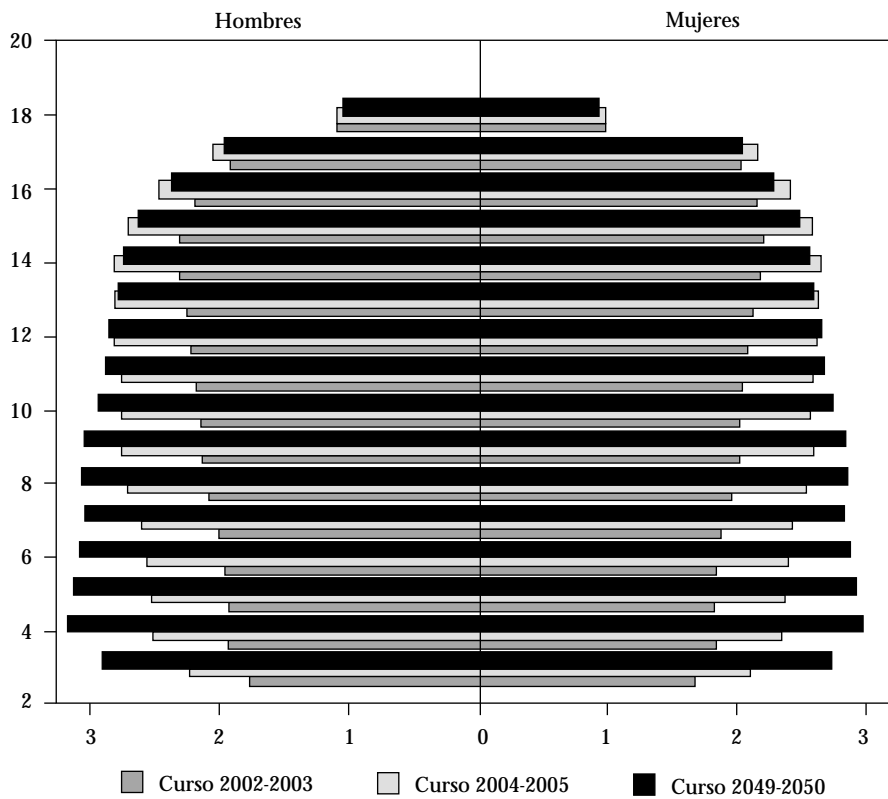
mero de matriculados aumenta en consonancia con el aumento del porcentaje de población inmigrante, siendo la dinámica similar para los tres escenarios, es decir, se observan evoluciones tipo onda similares en los tres escenarios.

GRÁFICO 3.7: Número de matriculados en la enseñanza no universitaria por edad y escenario de inmigración. España (1993-2050)



En el gráfico 3.8 representamos las pirámides de las poblaciones de los alumnos matriculados para el último curso disponible, 2002-2003 y las proyecciones de los cursos 2024-2025 y 2049-2050. En primer lugar, observamos que el número de matriculados aumenta en el tiempo desde la edad 3 hasta la edad 12 y a continuación se da un ligero decrecimiento en las edades siguientes en consonancia con lo observado en los gráficos 3.6 y 3.7 para las predicciones a 25 y 50 años. También, se observa una transición de una pirámide actual de menos base, y por tanto con un mayor porcentaje de alumnos en el nivel secundario, a una pirámide en el año 2050 donde el mayor porcentaje de alumnos se tiene en el nivel primario.

GRÁFICO 3.8: Pirámides de las poblaciones de matriculados en la enseñanza no universitaria por edad y sexo. Escenario intermedio de inmigraci3n



4. Análisis y proyección de los ciclos formativos universitarios

ENTRE los años sesenta y ochenta se produce en toda Europa un salto en la proporción de las cohortes juveniles presentes en las instituciones de enseñanza superior, pasando de menos de un 5% a proporciones superiores al 20% en el conjunto de jóvenes en edad de estar potencialmente en la universidad. La causa de este fuerte incremento en el número de matriculados en la universidad es que el conocimiento, el capital intelectual, ha pasado a ser la clave para explicar el desarrollo económico y social de un país. La economía, cada vez más basada en el conocimiento, mira a la universidad como un activo estratégico y decisivo para su desarrollo.

España no ha estado al margen de Europa respecto al incremento de universitarios. En 1950 el número de alumnos matriculados en la universidad superaba escasamente los 100.000 y hoy el número de alumnos ronda 1.500.000. El fuerte incremento en el número de alumnos universitarios es más tardío en España y empieza a mediados de los años setenta. La popularización de la universidad se ha basado en dos medidas importantes. La primera es la subvención de los costes de matriculación y los programas de ayudas y becas, y se favorece de esta forma el acceso de todas las clases sociales a la universidad. La segunda es la progresiva transferencia de las competencias educativas a las comunidades autónomas, lo que ha conducido a la creación de más universidades, y así existen actualmente centros universitarios en todas las comunidades autónomas. En 1976 en España había 26 universidades, mientras que en el curso 2004-2005 había 72 universidades, 50 de ellas públicas y 22 privadas, que cubren todo el territorio español. El incremento en el número de universidades conlleva un incremento en el número de titulaciones ofertadas: en 1976 las titulaciones ofertadas eran 42 y actualmente son más de 160.

En este capítulo analizamos el efecto de los cambios demográficos en las proyecciones del número de matriculados en la universidad en el período

do 2005-2050. Los cambios ya observados en la dinámica poblacional y el envejecimiento en la estructura de edades poblacional ya han tenido sus consecuencias en el número de matriculados en estudios universitarios. En el curso 1998-1999 se alcanzó el máximo en el número de matriculados en la universidad española: 1.582.795 alumnos. En los cursos sucesivos se observa una ligera reducción que hizo que en el curso 2003-2004 se matriculasen 1.476.194.

Basándonos en las tasas brutas de matriculación por edad y sexo (disponibles para el período comprendido entre los cursos 1994-1995 a 2001-2002; en MEC, 2001), obtendremos en este capítulo las proyecciones tanto para el total de matriculados como las desagregadas en función de los distintos ciclos formativos dentro de la universidad. En el segundo epígrafe de este capítulo se presentan las proyecciones desagregadas por ramas de conocimiento.

Los estudios que se realizan en la universidad pueden ser clasificados según muchos criterios, pero en el análisis que presentamos asumimos los dos criterios de agregación adoptados por el Ministerio de Educación y Ciencia (MEC). El primero es la duración teórica de las titulaciones, y sus niveles son:

- Ciclo largo: corresponde a estudios de licenciatura o ingeniería superior con una duración teórica de entre cuatro y seis años.
- Ciclo corto: corresponde a estudios de diplomatura o ingeniería técnica con una duración de tres años.
- Segundo ciclo: corresponde a estudios complementarios, se exige la posesión de un título obtenido en una carrera de ciclo largo o corto, y su duración es de dos años.

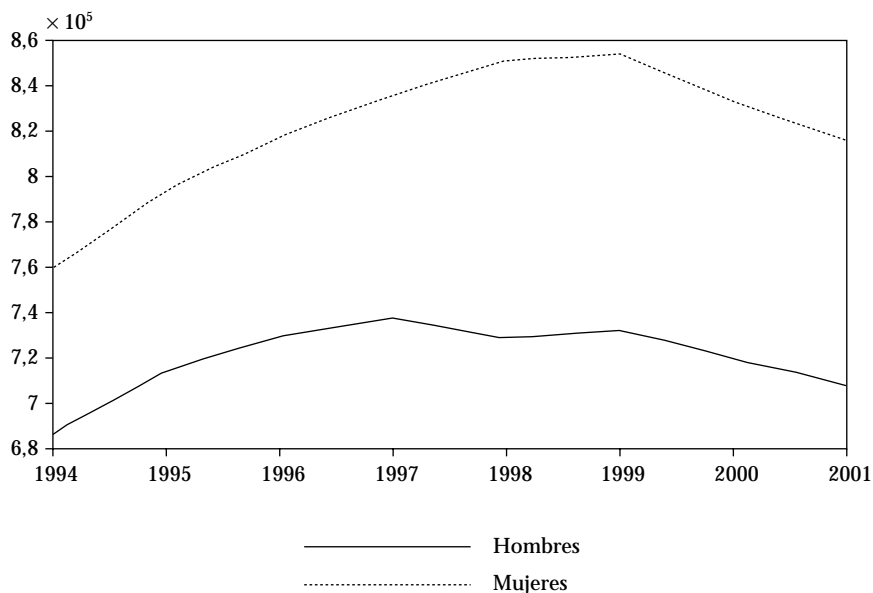
El segundo criterio de clasificación es la rama de enseñanza y sus niveles son:

- Ciencias Sociales y Jurídicas.
- Enseñanzas Técnicas.
- Humanidades.
- Ciencias Experimentales.
- Ciencias de la Salud.

En el gráfico 4.1 presentamos la evolución en el número de alumnos y alumnas matriculados en la universidad entre los cursos 1994-1995 y 2001-2002. Lo primero que se observa es el mayor número de mujeres, que representan aproximadamente el 54% del total de alumnos matriculados. En

ambas series se observa una tendencia creciente hasta el curso 1999-2000, en el que esta tendencia cambia y empieza a reducirse el número de matrículas. Los resultados provisionales de las matrículas de los cursos 2002-2003 y 2003-2004 corroboran esta tendencia decreciente (1.506.248 y 1.482.042, respectivamente).

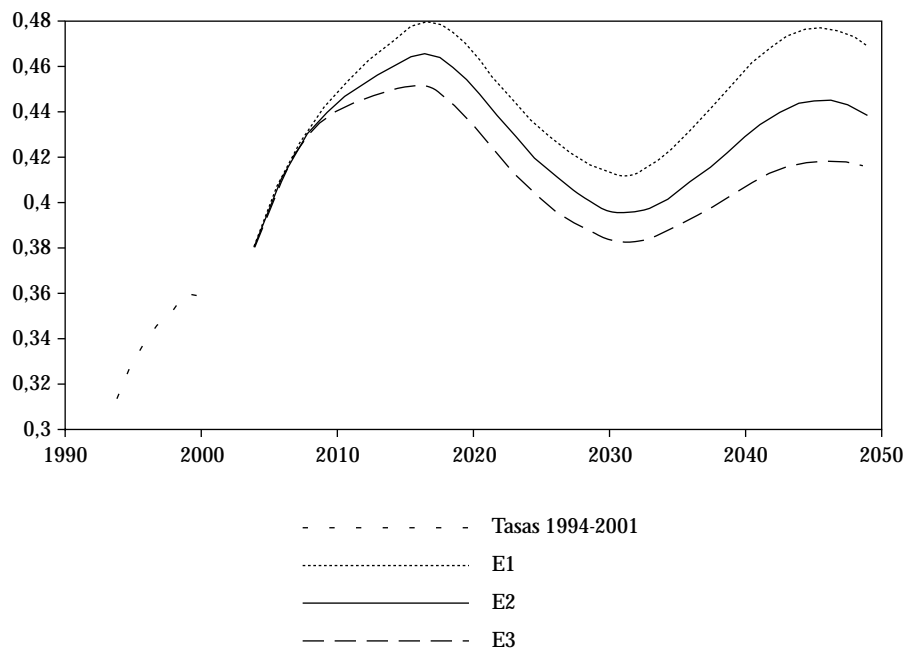
GRÁFICO 4.1: Evolución del número de matrículas en la universidad entre los cursos 1994-1995 y 2001-2002



En el gráfico 4.2 mostramos la evolución de las tasas netas de matriculación entre los cursos 1994-1995 y 2001-2002. En estas series se observa una tendencia creciente hasta el curso 1999-2000, y a partir de este curso se invierte la tendencia. En el mismo gráfico 4.2 mostramos cómo deberían ser las tasas netas si la universidad mantuviese el número de alumnos, en torno a 1.500.000, para los tres supuestos de inmigración descritos en el apéndice 2. En el supuesto de mantenerse el número de alumnos que hay en la universidad las tasas netas deberían incrementarse del orden de un 30% sobre el nivel actual. Este incremento en la tasa neta nos parece poco realista ya que no está en concordancia con el incremento en las tasas de los últimos ocho años. Ésta es la razón por la que al igual que en epígrafes posteriores realizaremos proyecciones con horizonte al curso 2049-2050 manteniendo constantes las tasas netas por edades y sexo. Aunque este supuesto es extremadamente conservador y no tiene en cuenta la capacidad de reacción de las universidades para atraer más alumnado a sus aulas, por otro lado podría

quedar compensado, en alguna medida, por la hipótesis optimista de una integración de la inmigración plena que pasarán a tener tasas de asistencia a la universidad similar a la del resto de la población.

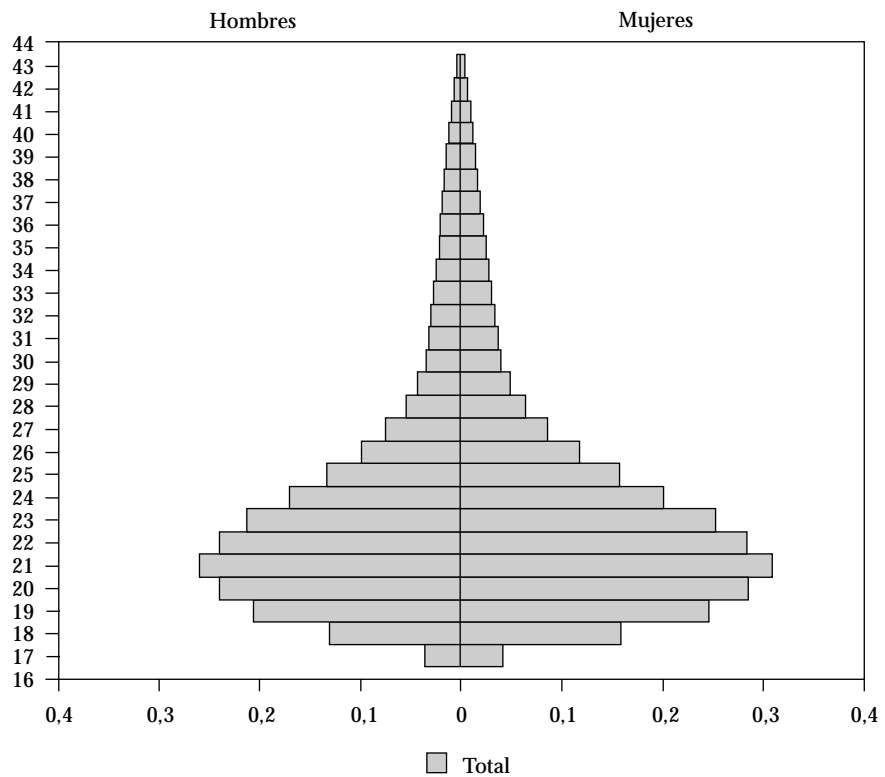
GRÁFICO 4.2: Evolución de las tasas netas de matriculación, bajo el supuesto de mantener el número de alumnos matriculados



En el gráfico 4.3 presentamos las tasas netas que aplicaremos, en tanto por uno, para las distintas edades y sexo y que corresponden a una versión suavizada en clases de edades simples. El MEC considera dos clases compuestas, *hasta 18 años* y *mayores de 30 años*, y hemos separado la primera de estas clases en dos, 17 años y 18 años, repartiendo el número de matriculados de la clase *hasta 18 años* en la proporción 20 y 80%, ya que se matricularán con 17 años los alumnos nacidos entre los meses de octubre y diciembre. La clase *mayores de 30 años* se ha repartido en tantas clases simples como fuese necesario para asegurar un decrecimiento suave de las tasas cuando la edad aumenta. La edad de 21 años es en la que la tasa neta es máxima, debido a la suma de dos efectos: el fracaso escolar en secundaria, que retrasa la incorporación a la universidad, y la tasa de abandono en los primeros cursos.

En el gráfico 4.4 presentamos los resultados de las proyecciones del número de matriculados por sexo en el período 2005 a 2050 utilizando los tres escenarios de inmigración propuestos en el capítulo 2. En el gráfico 4.4 obser-

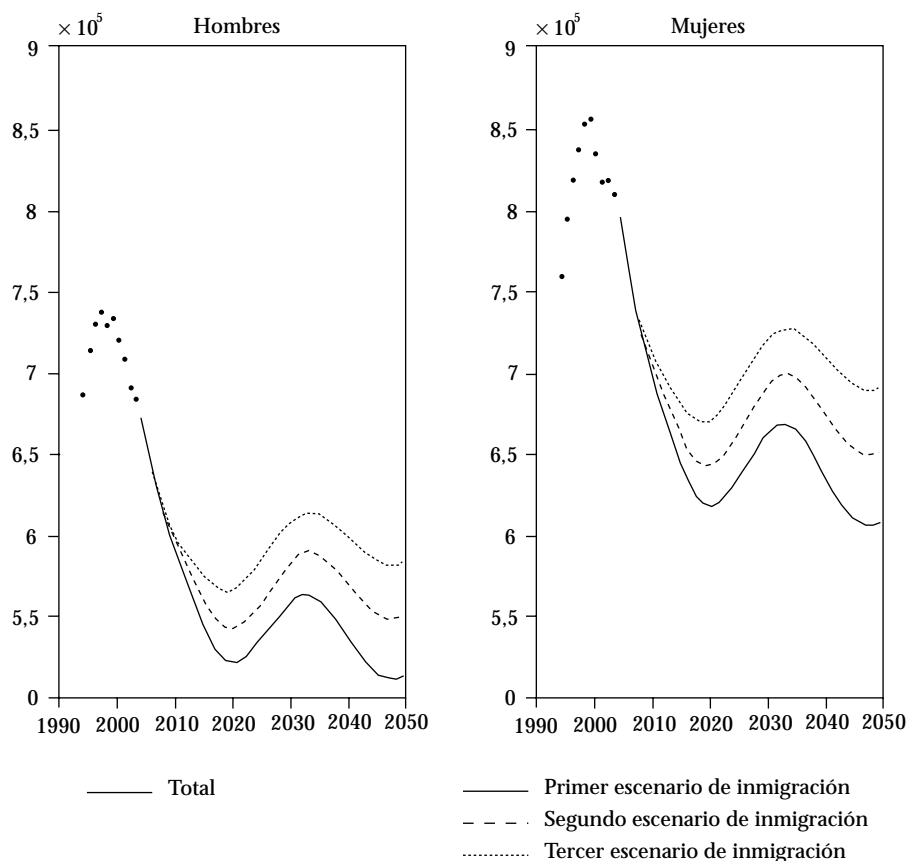
GRÁFICO 4.3: Tasas netas de matriculación por edad simple y sexo



vamos que la tendencia decreciente en el número de matriculas, observada en los últimos años, cursos 2000-2001 y 2003-2004, se mantendrá hasta los años 2015-2020, dependiendo del supuesto de inmigración considerado. La disminución anual aproximada será del 1,5% y esta disminución se mantendrá hasta el año 2020, cuando se alcanzará el valor mínimo del número de estudiantes universitarios, en torno a 1.200.000, lo que implicaría una reducción de 300.000 estudiantes respecto a los niveles actuales de matriculación. Posteriormente al año 2020 aparece una evolución tipo onda, que alcanza su máxima entre el 2030 y 2035, y que corresponde a los hijos de inmigrantes nacidos en las primeras dos décadas del siglo XXI. Finalmente, en 2050 las proyecciones sitúan el número de matriculados en un nivel algo superior al del quinquenio 2015-2020 para los supuestos de inmigración alto y medio, y algo inferior en el supuesto de inmigración bajo. En cualquier caso, es importante señalar que estas predicciones determinan un número de estudiantes universitarios en un período muy dilatado sensiblemente inferior al actual. Por último recordar que, como hemos comentado, la aplicación de las actuales tasas netas de escolarización a los hijos de inmigrantes puede ser un

escenario excesivamente optimista, ya que asume la integración plena. El supuesto, quizá más realista, de una reducción de las tasas netas universitarias en la población de inmigrantes implicaría una reducción en la amplitud de la onda, aunque no se han hecho supuestos sobre estas tasas por ser nuevo el fenómeno de la inmigración en España y porque carecemos de datos fiables sobre su grado de integración futuro en la universidad.

GRÁFICO 4.4: Número de matriculados en la enseñanza universitaria por sexo. España (1994-2050)

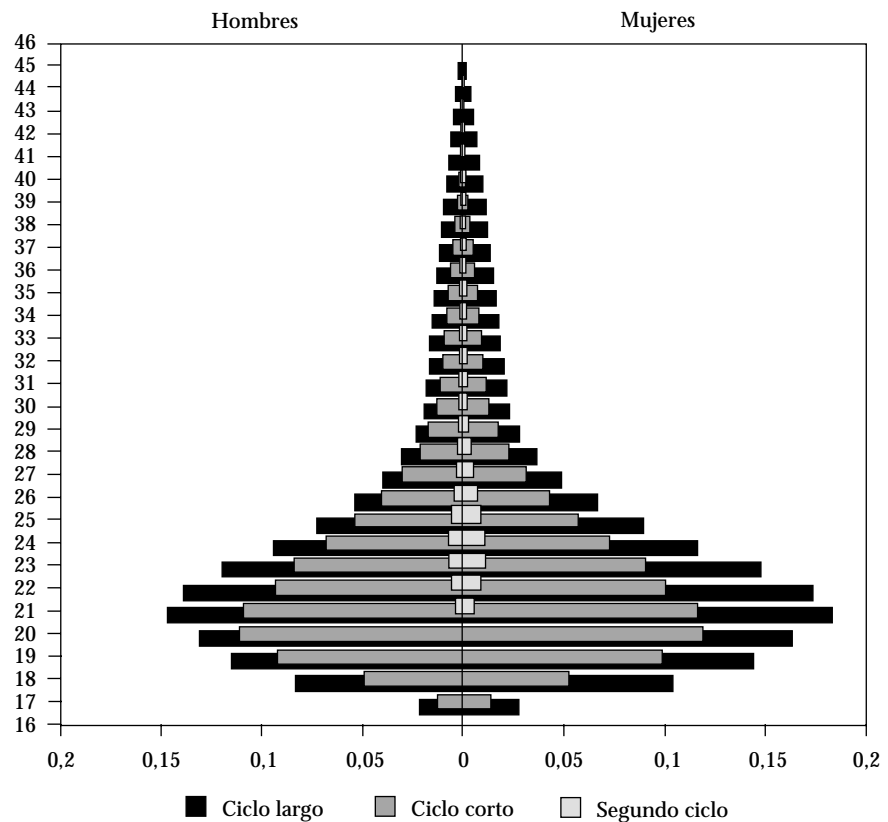


4.1. Resultado por duración de los estudios

En este epígrafe obtenemos las proyecciones del número de matriculaciones clasificando los distintos estudios que se realizan en la universidad española en función de su duración teórica. Las tres categorías que se consideran son: ciclo largo, ciclo corto y segundo ciclo.

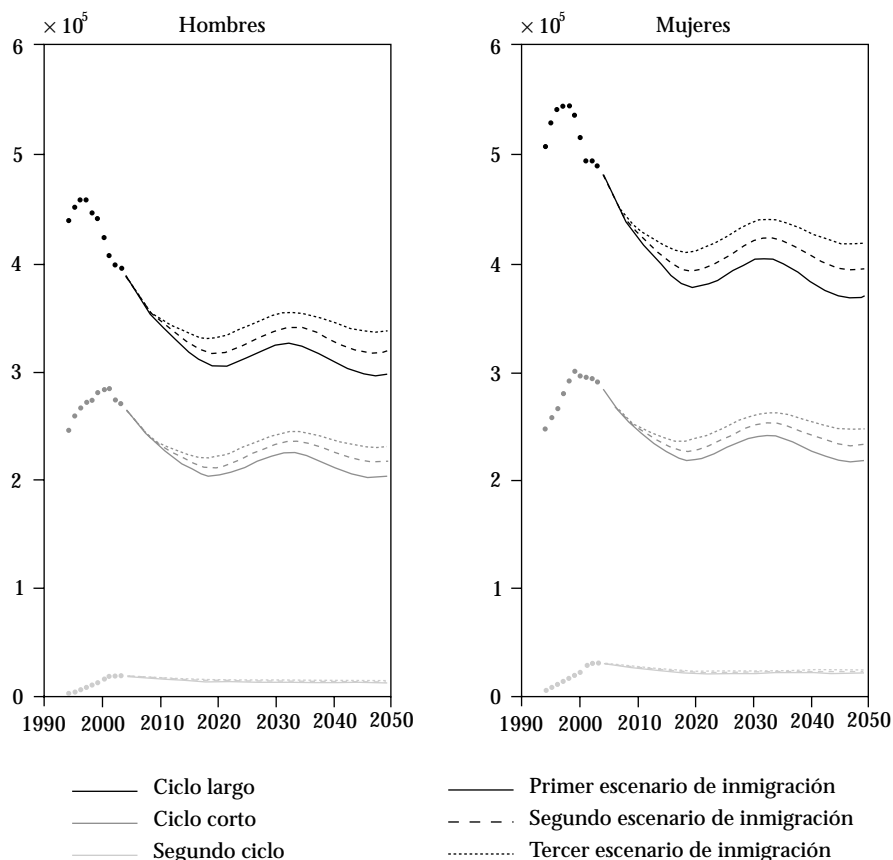
En el gráfico 4.5 se presentan las tasas netas de matriculación por sexo y edades simples para los tres ciclos. Estas tasas se han obtenido desagregando las clases compuestas *menores de 18 años* y *mayores de 30 años*. Lo primero que observamos es una mayor presencia de la mujer en los ciclos largos y segundo ciclo y la paridad existente entre ambos sexos en el ciclo corto. En el ciclo largo se observan tasas moderadamente altas para edades superiores a 30 años, y, en los estudios de segundo ciclo de nueva creación en España, se observa una traslación a edades más tardías, dada la obligatoriedad de haber cursado por lo menos los estudios de un ciclo corto. La edad en la que se alcanza la mayor tasa neta en el ciclo largo es de 21 años y de 20 años, en el ciclo corto. En los estudios de segundo ciclo se observa que las tasas netas de matriculación se reparten de forma más homogénea entre las edades simples.

GRÁFICO 4.5: Tasas netas de matriculación por edad simple, sexo y duración de estudios



En el gráfico 4.6 presentamos los resultados de las proyecciones en los tres ciclos para el período 2005-2050 y los tres supuestos de inmigración. Lo primero que se observa en el gráfico es la tendencia decreciente en el número de matriculaciones en los tres ciclos. La reducción relativa en el número de matriculados en el ciclo corto y segundo ciclo es menor que en el ciclo largo. En las tres proyecciones se observa la evolución tipo onda debida a la incorporación al sistema universitario de los hijos de los inmigrantes. Se observan diferencias en el comportamiento de las proyecciones en la parte final del período, 2030-2050, donde la recuperación en el número de matrículas es mayor cuando crece el supuesto de inmigración.

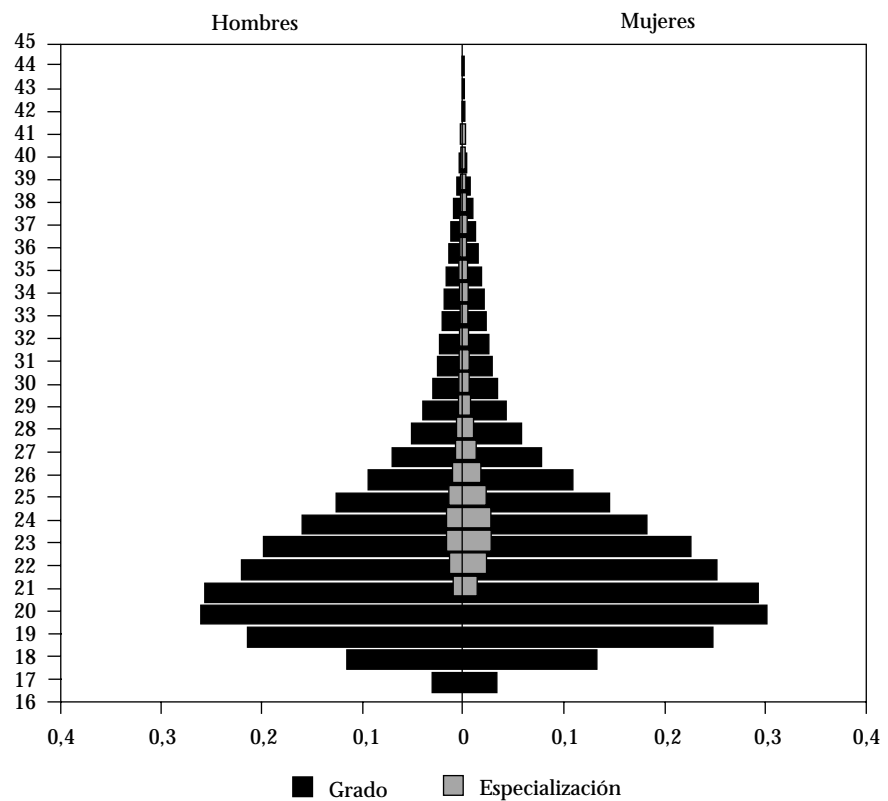
GRÁFICO 4.6: Número de matriculados en la enseñanza universitaria por sexo y duración del ciclo. España (1994-2050)



La construcción de un Entorno Europeo de Educación Superior (EEES) a partir de los acuerdos de Bolonia, implica una reestructuración de las titulaciones actualmente ofertadas por las universidades españolas,

con el objetivo de poder equiparar y homologar los distintos títulos universitarios dentro del entorno común europeo. Los responsables de la política universitaria en España han fijado como fecha límite el año 2010 para la incorporación de los ajustes en los planes de estudios de las carreras para que se cumplan los compromisos en Bolonia. Los acuerdos para la creación del EEES son profundos e implican cambios en la metodología y objetivos de la educación superior. En este documento nos centraremos en los cambios relacionados con la duración de los estudios. En la última década muchas licenciaturas han reducido su duración de cinco a cuatro años y las ingenierías superiores han pasado de seis a cinco años, las ingenierías técnicas pasarán a ser ingenierías de primer ciclo y se crearán cursos de especialización. Por otro lado, se han potenciado los estudios de segundo ciclo y han proliferado los estudios de especialización o másters. Basándonos en estas transformaciones proponemos analizar el efecto en el número de matrículas de una reestructuración de los tres ciclos (ciclo largo, ciclo corto y se-

GRÁFICO 4.7: Tasas netas de matriculación por edad simple y sexo en estudios de Grado y Especialización

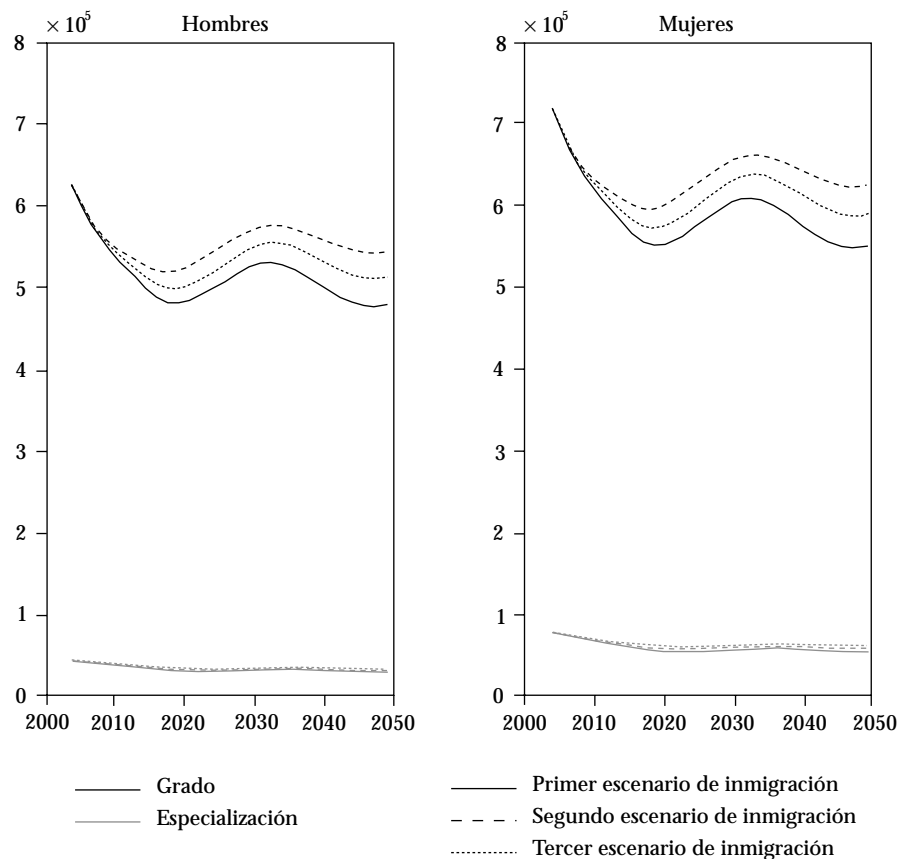


gundo ciclo) en dos nuevos ciclos (Grado y Especialización). Para obtener las tasas netas de matriculación en estos dos nuevos ciclos repartiremos proporcionalmente por edades simples el número de matriculados en el ciclo largo entre el ciclo corto y el segundo ciclo.

El gráfico 4.7 muestra las tasas netas de matriculación así obtenidas. En los estudios de Grado la edad con mayor tasa neta de matriculación es la de 20 años y en los cursos de Especialización la edad con mayor tasa es la de 24 años.

En el gráfico 4.8 presentamos los resultados de las proyecciones mediante las tasas netas descritas anteriormente, aplicadas a las predicciones de población. Se obtiene el número de matriculados por sexo en los ciclos de Grado y Especialización, para el período de 2005 a 2050 en los tres supuestos de inmigración. Estas proyecciones son muy similares a las que es-

GRÁFICO 4.8: Número de matriculados en la enseñanza universitaria por sexo y estudios de Grado y Especialización. España (1994-2050)



tán aplicadas sobre la serie del número total de matriculados. Se observa un ligero incremento en el número total de matrículas debido a que la tendencia a la reducción en el ciclo de especialización es menor. Este ejercicio de simulación muestra que la única posibilidad para frenar la reducción en el número de matrículas es extender la formación universitaria a edades más avanzadas, mediante cursos de especialización que contribuyan a lo que se ha denominado formación continua, o el desarrollo y potenciación de programas de tercer ciclo.

4.2. Resultado por rama de enseñanza

En este epígrafe presentamos las proyecciones, para los tres supuestos de inmigración, de las cinco ramas de enseñanza clasificadas por el MEC. Las cinco ramas de enseñanza son: Ciencias Sociales y Jurídicas, Enseñanzas Técnicas, Humanidades, Ciencias Experimentales y Ciencias de la Salud.

El gráfico 4.9 muestra las tasas netas de matriculación en las cinco ramas de la enseñanza. Lo primero que se observa es la predilección del alumnado por las Ciencias Sociales y Jurídicas, especialmente en el caso de las mujeres donde más de la mitad eligen esta rama de la enseñanza. En el caso de los hombres las preferencias se reparten entre las Ciencias Sociales y Jurídicas y las Enseñanzas Técnicas; cuatro de cada cinco seleccionan una de estas dos ramas. En las Enseñanzas Técnicas el porcentaje de mujeres es inferior al 30%, mientras que en Ciencias de la Salud la presencia de hombres es inferior al 40%. En las Enseñanzas Técnicas las tasas netas decrecen más lentamente con el incremento de la edad, debido a que la diferencia entre la duración teórica es mayor.

El gráfico 4.10 muestra las proyecciones de estas tasas para las cinco ramas y los tres supuestos de inmigración. Lo primero que se observa en este gráfico es el rápido descenso en el número de matrículas en la rama de las Ciencias Sociales y Jurídicas, reduciendo en torno a cien mil matrículas sólo en el caso de las mujeres. Las Enseñanzas Técnicas muestran también para el caso de los hombres una tendencia claramente decreciente. Para los tres supuestos de inmigración se observa una cierta recuperación en el número de matriculaciones a excepción de la rama de Ciencias Sociales y Jurídicas.

Como conclusión de las proyecciones obtenidas para el número de matriculados en la universidad, en los distintos ciclos y ramas de la enseñanza, hay que destacar un descenso esperado del 20% en los próximos quince años respecto de las matrículas actuales. En el gráfico 4.11 se muestra la evolución del número de matrículas en las universidades, mediante un índice

GRÁFICO 4.9: Tasas netas de matriculación por edad simple, sexo y rama de enseñanza

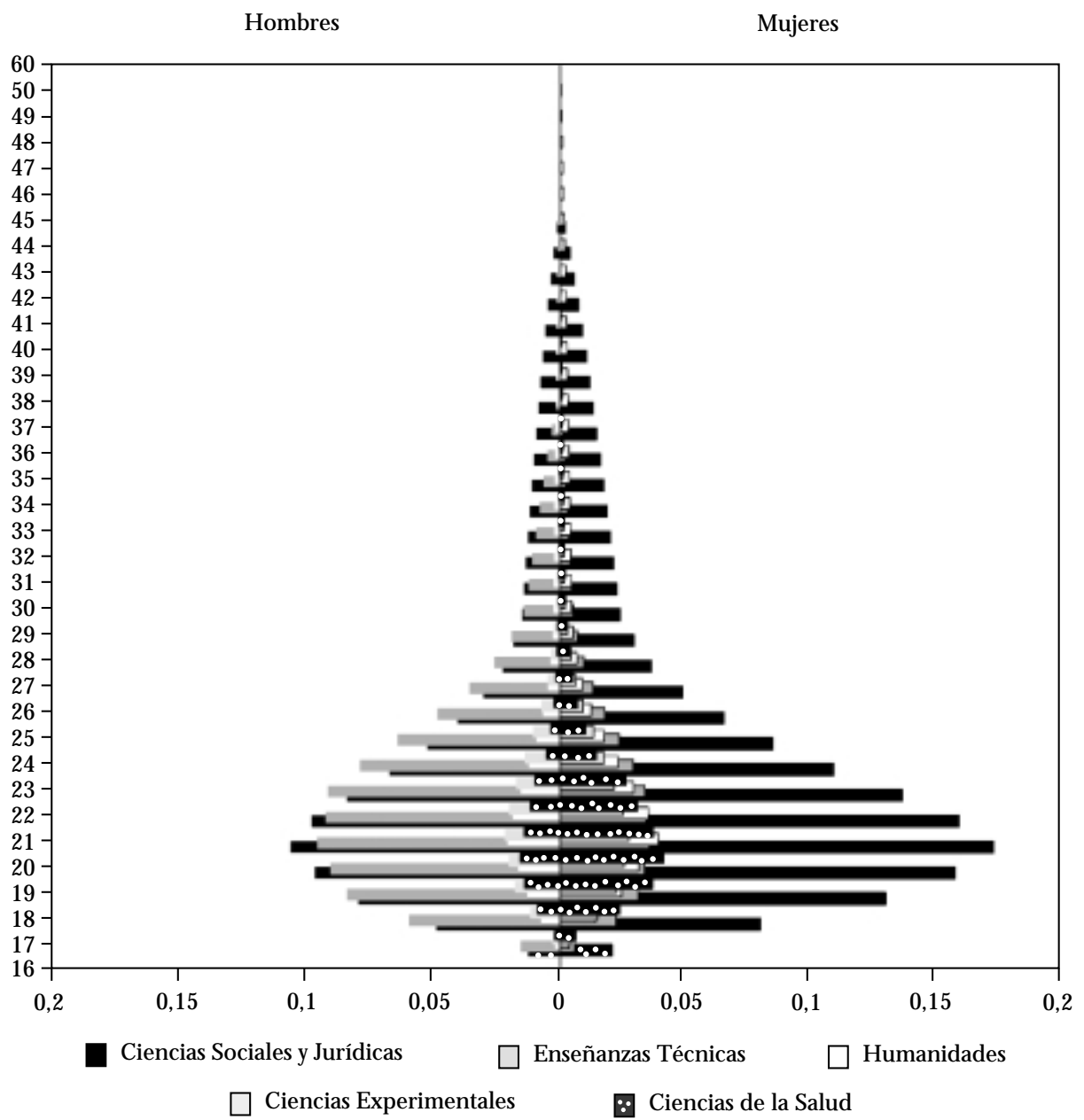
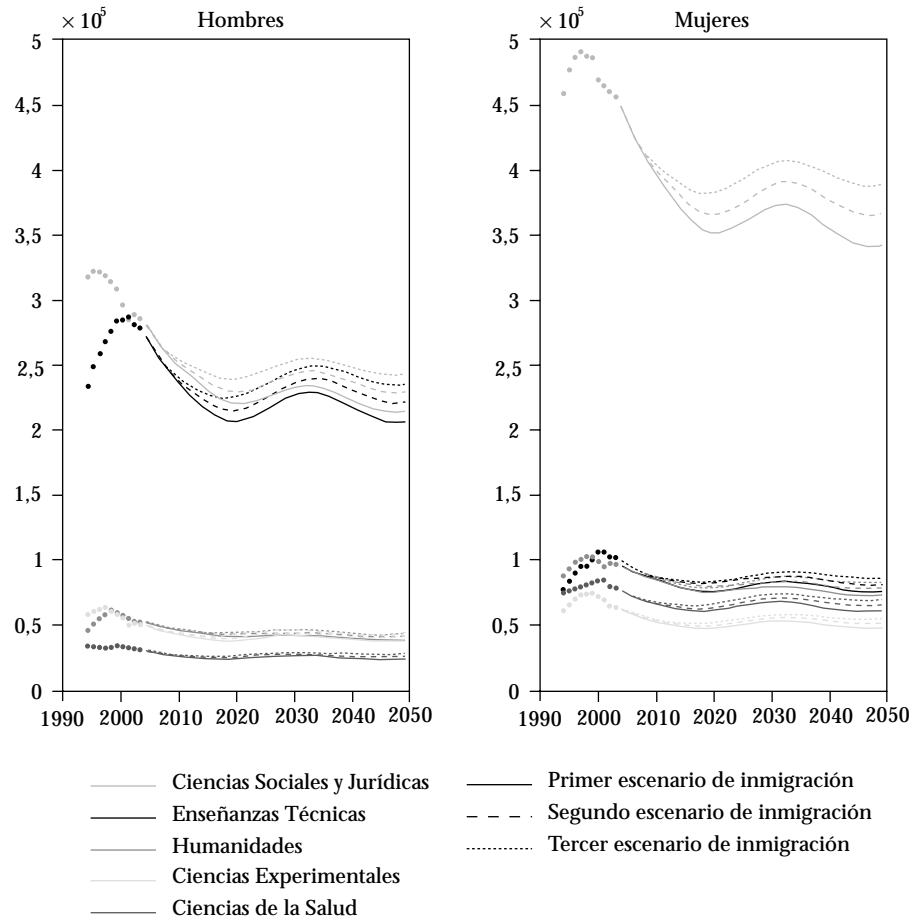


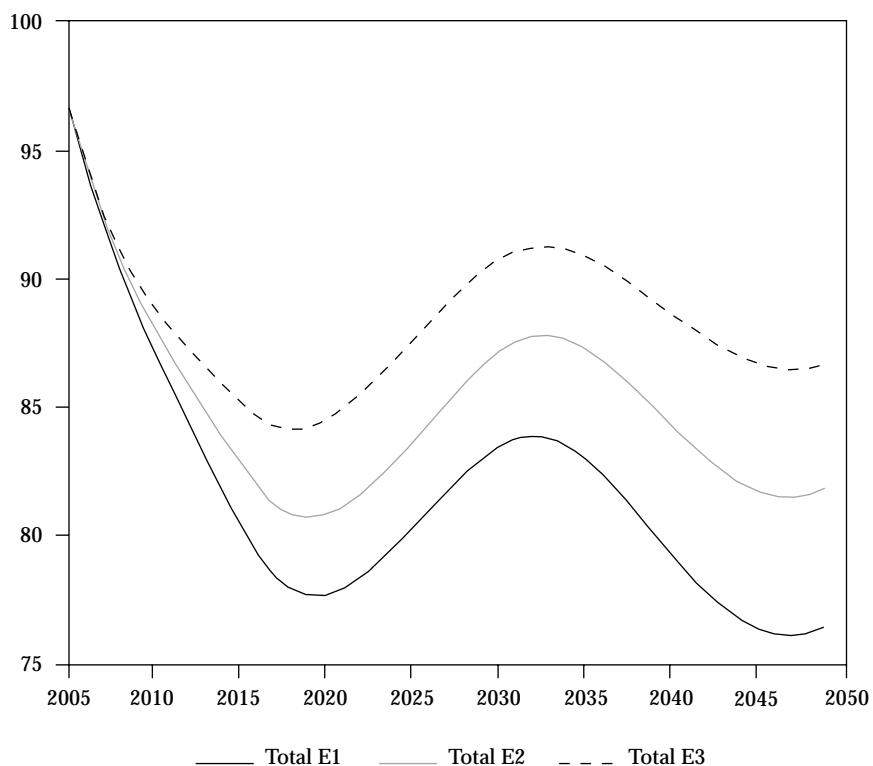
GRÁFICO 4.10: Número de matriculados en la enseñanza universitaria por sexo y rama de enseñanza. España (1994-2050)



expresado en tanto por ciento y tomando como año base el 2003-2004. Para los tres supuestos de inmigración, se observa un rápido decrecimiento que alcanza el mínimo en el curso 2020-2021, con reducciones en el número total de matriculados del 22,4, 19,32 y 15,8% en cada uno de estos supuestos. La reducción de estos porcentajes corresponde aproximadamente a un descenso en el número de matriculados de 328.000, 283.900 y 232.500 personas en cada uno de los supuestos. Para tener una idea más real de las consecuencias de esta reducción en el número de matrículas, se han tomado los últimos datos no provisionales, correspondientes al curso 2001-2002, del número de matriculados en las 64 universidades públicas y privadas en España. Basándonos en estas cifras, un descenso de 328.000 matriculados sería equivalente a la suma de los alumnos matriculados de las cuatro universi-

dades mayores de España (UNED, Universidad Complutense de Madrid, Universidad de Barcelona y Universidad de Sevilla) o a la suma de los matriculados en las 35 universidades menores de España. Si examinamos un índice similar para las cinco ramas de enseñanza, la reducción para el curso 2020-2021 estaría en el primero de los escenarios entre un 24,2% (reducción de 90.000 alumnos) en las Enseñanzas Técnicas y un 17,8% (reducción de 28.000 alumnos) en Humanidades.

GRÁFICO 4.11: Evolución del número de matrículas en las universidades para los tres supuestos de inmigración



En los cursos posteriores al 2020-2021 los supuestos de inmigración asumidos son los responsables del efecto onda en la dinámica de la serie por el que se estabilizaría el número de matriculados. Estas cifras, que parecen preocupantes para la universidad, son probablemente una cota superior del número de matrículas futuras, ya que, aunque no se ha supuesto un aumento de la proporción de estudiantes que van a la universidad, en contrapartida se les han aplicado a los inmigrantes tasas netas de matriculación en la universidad similares a las de los ciudadanos de nacionalidad español-

la. La aplicación de estas tasas netas de matriculación al actual fenómeno inmigratorio no es realista, ya que la inmigración actual en España es mayoritariamente económica, y su objetivo prioritario es la incorporación al mercado laboral y no al sistema educativo universitario español.

Otro factor que reducirá el número de matrículas es el descenso del tiempo extra respecto a la duración teórica de las carreras, que ha sido estimada en un 27%, lo que equivale a la realización de dos cursos más.

Apéndice

Apéndice 1. Cuadros de los principales resultados

CUADRO A.1.1: Número de hombres matriculados en los tres niveles de enseñanza no universitarios por escenarios de inmigración. España (2005-2050)
(en miles)

Nivel-Escenario	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Infantil-E1	643,5	721,7	776,4	746,6	689,2	665,7	689,2	742,8	801,6	857,8
Primaria-E1	1.851,7	1.973,4	2.199,2	2.318,2	2.248,1	2.087,8	2.008,7	2.063,2	2.213,4	2.389,4
Secundaria-E1	1.087,3	1.032,3	1.042,2	1.151,3	1.227,8	1.216,8	1.127,2	1.065,8	1.076,3	1.148,8
Infantil-E2	643,5	726,5	794,6	780,4	732,5	710,3	732,0	789,9	860,6	929,3
Primaria-E2	1.851,7	1.981,6	2.237,3	2.393,9	2.357,7	2.220,8	2.145,5	2.196,0	2.357,1	2.566,3
Secundaria-E2	1.087,3	1.037,0	1.060,3	1.181,8	1.271,6	1.274,3	1.198,3	1.141,7	1.149,0	1.224,2
Infantil-E3	643,5	726,8	798,1	798,0	767,8	750,3	763,5	807,2	867,4	928,2
Primaria-E3	1.851,7	1.988,2	2.263,2	2.437,6	2.429,5	2.332,1	2.269,6	2.297,0	2.419,3	2.594,3
Secundaria-E3	1.087,3	1.040,7	1.077,6	1.214,2	1.307,1	1.313,2	1.256,5	1.212,5	1.212,0	1.267,0

CUADRO A.1.2: Número de mujeres matriculadas en los tres niveles de enseñanza no universitarios por escenarios de inmigración. España (2005-2050)
(en miles)

Nivel-Escenario	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Infantil-E1	610,5	679,0	729,7	701,2	646,9	624,8	646,7	696,9	752,1	804,9
Primaria-E1	1.714,8	1.828,3	2.027,2	2.128,3	2.060,8	1.912,0	1.838,3	1.887,6	2.024,9	2.186,2
Secundaria-E1	1.090,2	1.036,7	1.047,5	1.151,2	1.220,2	1.206,6	1.116,0	1.054,0	1.063,8	1.135,5
Infantil-E2	610,5	683,6	747,0	733,0	687,5	666,5	686,7	741,0	807,3	871,8
Primaria-E2	1.714,8	1.836,3	2.063,6	2.199,3	2.161,8	2.033,4	1.962,8	2.008,0	2.155,1	2.346,8
Secundaria-E2	1.090,2	1.041,6	1.066,4	1.182,8	1.264,8	1.263,9	1.185,9	1.128,2	1.134,5	1.208,7
Infantil-E3	610,5	684,0	750,5	749,7	720,8	703,9	716,2	757,0	813,4	870,5
Primaria-E3	1.714,8	1.842,7	2.088,9	2.241,4	2.228,7	2.135,3	2.075,5	2.099,1	2.210,2	2.370,2
Secundaria-E3	1.090,2	1.045,5	1.084,7	1.216,6	1.301,4	1.303,0	1.243,1	1.197,2	1.195,3	1.249,2

CUADRO A.1.3: Número de hombres matriculados en los tres ciclos universitarios por escenarios de inmigración. España (2005-2050)

(en miles)

Ciclo-Escenario	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
C. largo-E1	388,4	347,6	321,4	305,3	311,0	322,7	324,0	310,9	298,6	297,7
C. largo-E2	388,4	349,9	329,5	317,3	324,1	336,8	340,1	329,8	319,2	318,8
C. largo-E3	388,4	351,7	337,4	331,0	339,8	351,5	354,1	346,3	338,4	337,6
C. corto-E1	265,2	233,5	213,8	203,9	211,2	222,1	223,8	214,0	204,1	203,1
C. corto-E2	265,2	235,0	219,2	211,7	219,7	231,4	234,8	227,0	218,4	217,7
C. corto-E3	265,2	236,3	224,5	220,8	230,0	240,9	243,8	238,1	231,6	230,6
S. ciclo-E1	18,8	17,0	15,4	13,9	13,4	13,8	14,2	14,1	13,5	13,2
S. ciclo-E2	18,8	17,1	15,9	14,5	14,1	14,4	14,9	14,9	14,4	14,1
S. ciclo-E3	18,8	17,2	16,3	15,3	14,9	15,2	15,6	15,5	15,2	15,0

CUADRO A.1.4: Número de mujeres matriculadas en los tres ciclos universitarios por escenarios de inmigración. España (2005-2050)

(en miles)

Ciclo-Escenario	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
C. largo-E1	481,5	430,4	397,9	378,3	385,9	400,7	402,2	385,8	370,4	369,4
C. largo-E2	481,5	433,2	407,9	393,0	402,0	418,1	422,3	409,3	396,0	395,5
C. largo-E3	481,5	435,5	417,7	410,0	421,4	436,2	439,6	429,7	419,8	418,8
C. corto-E1	284,3	250,1	229,1	218,6	226,7	238,4	240,2	229,5	218,9	217,9
C. corto-E2	284,3	251,8	234,8	227,0	235,8	248,4	252,0	243,5	234,3	233,5
C. corto-E3	284,3	253,1	240,5	236,7	246,8	258,5	261,7	255,5	248,5	247,4
S. ciclo-E1	30,9	27,8	25,3	22,8	22,1	22,7	23,4	23,1	22,2	21,6
S. ciclo-E2	30,9	28,0	26,0	23,8	23,1	23,7	24,5	24,4	23,7	23,2
S. ciclo-E3	30,9	28,2	26,7	25,0	24,5	25,0	25,6	25,5	25,0	24,7

CUADRO A.1.5: Número de hombres matriculados en las cinco ramas universitarias por escenarios de inmigración. España (2005-2050)

(en miles)

Rama E.-Escenario	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
CC. SS. y Jurídicas-E1	281,6	252,8	233,6	220,9	223,9	231,9	233,1	224,2	215,5	214,6
CC. SS. y Jurídicas-E2	281,6	254,5	239,5	229,7	233,4	242,1	244,7	237,8	230,3	229,8
CC. SS. y Jurídicas-E3	281,6	255,8	245,3	239,7	245,0	252,8	254,9	249,6	244,1	243,4
Enseñanzas Técnicas-E1	273,4	239,6	217,9	207,2	214,3	225,8	228,6	219,1	208,6	206,9
Enseñanzas Técnicas-E2	273,4	241,2	223,5	215,3	223,0	235,2	239,6	232,3	223,2	221,8
Enseñanzas Técnicas-E3	273,4	242,5	229,0	224,7	233,5	244,9	248,9	243,5	236,6	235,1
Humanidades-E1	51,4	46,6	43,6	41,4	41,7	42,7	42,6	40,9	39,4	39,3
Humanidades-E2	51,4	46,9	44,6	43,0	43,5	44,6	44,8	43,4	42,1	42,1
Humanidades-E3	51,4	47,1	45,7	44,8	45,7	46,7	46,7	45,6	44,6	44,6
CC. Experimentales-E1	50,1	43,6	40,1	38,6	40,4	42,7	42,9	40,8	38,8	38,7
CC. Experimentales-E2	50,1	43,9	41,1	40,0	42,0	44,4	45,0	43,3	41,5	41,5
CC. Experimentales-E3	50,1	44,2	42,0	41,7	43,9	46,2	46,7	45,4	44,1	43,9
CC. de la Salud-E1	29,9	26,4	24,5	23,9	25,2	26,4	26,3	24,9	23,8	23,9
CC. de la Salud-E2	29,9	26,6	25,1	24,8	26,1	27,5	27,6	26,4	25,5	25,6
CC. de la Salud-E3	29,9	26,7	25,7	25,7	27,3	28,6	28,7	27,8	27,0	27,1

CUADRO A.1.6: Número de mujeres matriculadas en las cinco ramas universitarias por escenarios de inmigración. España (2005-2050)

(en miles)

Rama E.-Escenario	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
CC. SS. y Jurídicas-E1	449,2	402,8	372,1	352,1	357,4	370,4	372,4	358,0	344,0	342,5
CC. SS. y Jurídicas-E2	449,2	405,4	381,5	366,0	372,6	386,7	390,9	379,6	367,6	366,8
CC. SS. y Jurídicas-E3	449,2	407,5	390,7	382,0	390,9	403,8	407,1	398,6	389,7	388,5
Enseñanzas Técnicas-E1	99,6	87,2	79,3	75,5	78,1	82,4	83,4	79,9	76,0	75,4
Enseñanzas Técnicas-E2	99,6	87,8	81,4	78,5	81,3	85,8	87,4	84,7	81,4	80,8
Enseñanzas Técnicas-E3	99,6	88,3	83,4	81,9	85,1	89,3	90,8	88,8	86,2	85,7
Humanidades-E1	95,3	86,2	80,5	76,5	77,3	79,2	79,1	75,8	73,0	72,9
Humanidades-E2	95,3	86,7	82,5	79,4	80,6	82,7	83,1	80,5	78,0	78,0
Humanidades-E3	95,3	87,2	84,4	82,9	84,6	86,5	86,7	84,6	82,7	82,6
CC. Experimentales-E1	61,9	53,9	49,5	47,7	50,0	52,8	53,1	50,5	48,0	47,9
CC. Experimentales-E2	61,9	54,3	50,7	49,5	51,9	55,0	55,7	53,6	51,4	51,3
CC. Experimentales-E3	61,9	54,6	52,0	51,5	54,3	57,1	57,8	56,2	54,5	54,4
CC. de la Salud-E1	76,2	67,2	62,4	60,9	64,2	67,4	67,1	63,4	60,6	61,0
CC. de la Salud-E2	76,2	67,7	63,9	63,1	66,6	70,2	70,5	67,4	64,9	65,3
CC. de la Salud-E3	76,2	68,0	65,3	65,6	69,5	72,9	73,1	70,8	68,9	69,0

Apéndice 2. Proyecciones de la población española

A.2.1. Introducción

Los estudios de proyección de población son tareas preferentes en los organismos nacionales de estadística u organizaciones internacionales como las Naciones Unidas o el Banco Mundial. Las proyecciones de población difieren por el ámbito geográfico y el horizonte temporal. Así, por ejemplo, en regiones de países o en comunidades autónomas suelen emplearse horizontes de predicción cercanos a la década (v., por ejemplo, IEA, 1995 y Blanes et al., 2004), mientras que en proyecciones nacionales los horizontes se extienden a varias décadas (v., por ejemplo, INE, 2001; 2004 y USCB, 2000). Por otra parte, la demanda de este tipo de proyecciones a largo plazo se destina a diferentes usos: la planificación de recursos humanos, de recursos energéticos, de sistemas sanitarios y de pensiones.

Para la obtención de estas proyecciones se utiliza una amplia gama de procedimientos y modelos entre los que citamos: método de cohortes por componentes, análisis de series temporales agregadas, microsimulación y modelos estructurales. En este estudio se combina el método de cohortes por componentes con el análisis de series temporales tal como proponen Lee y Tuljapurkar (1994), e ilustran Keilman et al. (2002) y Wilson y Bell (2004) para Estados Unidos, Noruega y Australia, respectivamente. Concretamente, empleamos un modelo factorial dinámico similar al propuesto por Lee y Carter (1992) y Lee y Tuljapurkar (1994), pero introduciendo restricciones en los factores comunes para modelar las tasas de mortalidad y fecundidad por grupos de edades simples. Una ventaja fundamental de este enfoque combinado es que como resultado se obtienen las funciones de distribución de las predicciones de las tasas de mortalidad y fecundidad por grupo de edad simple y sexo. En lo que se refiere a la migración neta, proponemos analizar la inmigración mediante la selección de distintos modelos de crecimiento bajo supuestos sobre las cotas superiores en el porcentaje de inmigrantes respecto de la población total.

El resto del apéndice se divide en cuatro epígrafes. El epígrafe 2.2 presenta la metodología de proyección de las poblaciones por sexo y edades

simples. En el epígrafe 2.3 se aplica esta metodología a los datos de la población española en el período 1970 a 2001 y se generan predicciones hasta el año 2050 de las tasas de mortalidad y de fecundidad, y la migración. Finalmente, el epígrafe B.4 describe los resultados de la proyección de la población y los compara con los publicados por el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2004).

A.2.2. Metodología general de la proyección

A.2.2.1. Introducción

El método de cohortes por componentes es utilizado actualmente por una gran mayoría de organismos oficiales para la proyección de poblaciones. Se basa en la división de los efectivos de la población en *cohortes* definidas por edad y sexo, y en la actualización para cada nuevo período de las poblaciones de cada grupo de edad y sexo, teniendo en cuenta las *componentes* del cambio demográfico: fecundidad, mortalidad y migraciones. El siguiente sistema de relaciones define el método de cohortes por componentes:

$$\begin{aligned} P_{0,t}^{(s)} &= N_t^{(s)} - D_{0,t}^{(s)} + M_{0,t}^{(s)} \\ P_{e,t}^{(s)} &= P_{e-1,t-1}^{(s)} - D_{e,t}^{(s)} + M_{e,t}^{(s)}, \text{ con } e \in \{1, 2, \dots, e_{max}\} \end{aligned} \quad (\text{A.2.1})$$

donde P denota la población en el momento t ; N , D y M denotan los nacimientos, las defunciones y la migración neta en el período $(t-1, t)$, respectivamente; e denota la edad y s denota el sexo que toma valores $\{F, M\}$, por ejemplo, femenino y masculino. Este sistema se completa con las siguientes relaciones para las componentes de fecundidad, mortalidad y migración neta:

$$\begin{aligned} N_t^{(s)} &= \sum_e TF_{e,t}^{(s)} P_{e,t-1}^{(F)}, \text{ con } e \in \{< 15, 15, \dots, 49, \geq 50\} \\ D_{e,t}^{(s)} &= TM_{e,t}(s) P_{e,t-1}^{(s)} \\ M_{e,t}^{(s)} &= I_{e,t}(s) - TE_{e,t}(s) P_{e,t-1}^{(s)} \end{aligned} \quad (\text{A.2.2})$$

donde TF , TM y TE denotan las tasas de fecundidad, de mortalidad y de emigración, respectivamente. $I_{e,t}(s)$ denota el número de nuevos inmigrantes con edad e y sexo s en el período $t-1$ y t .

Para que el sistema (A.2.1)-(A.2.2) proporcione las proyecciones de las poblaciones por edad y sexo son necesarios los valores futuros de las tasas de fecundidad, de mortalidad y de emigración, así como el número de inmigrantes por edad y sexo.

Para el caso de mortalidad utilizaremos como punto de partida el método propuesto por Lee y Carter (1992) que relaciona las tasas de mortalidad por edad con un único factor no observable:

$$\begin{aligned} \ln (TM_{e,t}^{(s)}) &= a_e^{(s)} + b_e^{(s)} k_t^{(s)} + \varepsilon_{e,t}^{(s)} \\ k_t^{(s)} &= c + k_{t-1}^{(s)} + \eta_t \end{aligned} \quad (\text{A.2.3})$$

donde $a_e^{(s)}$ y $b_e^{(s)}$ son parámetros que dependen de la edad, e ; $k_t^{(s)}$ es el factor no observable que recoge las características generales de la mortalidad en el año t y que se denomina * ndice de mortalidad*; y $\varepsilon_{e,t}^{(s)}$ es el término de error y que recoge las características propias de cada edad e que no son capturadas por el modelo.

De manera análoga para las tasas de fecundidad (v. Lee y Tuljapurkar, 1994) se tiene:

$$\begin{aligned} TF_{e,t}^{(s)} &= c_e^{(s)} + d_e^{(s)} f_t^{(s)} + v_{e,t}^{(s)} \\ f_t^{(s)} &= f_0 + \phi f_{t-1}^{(s)} + v_t + \theta v_{t-1} \end{aligned} \quad (\text{A.2.4})$$

donde $c_e^{(s)}$ y $d_e^{(s)}$ son parámetros que dependen de la edad, e ; $f_t^{(s)}$ es el factor no observable que recoge las características generales de la fecundidad en el año t y que se denomina * ndice de fecundidad*; y $v_{e,t}^{(s)}$ es el término de error y que, como antes, recoge las características propias de cada edad e que no son capturadas por el modelo.

En ambos casos, mortalidad y fecundidad, se comprueba la relación existente entre el factor e indicadores sintéticos: la esperanza de vida y el índice sintético de fecundidad, respectivamente. Esto permite el pronóstico del factor a través de la modelización de estos indicadores de los cuales se dispone de un mayor número de observaciones.

Señalaremos, por último, que una debilidad de los métodos habituales de predicción es que utilizan una única senda futura, comúnmente interpretada como la senda media o más *probable*. Es frecuente que los organismos oficiales establezcan otros escenarios futuros de fecundidad, mortalidad y migración alrededor de estos valores medios. Existen varios inconvenientes de este método de escenarios que han sido descritos en Keilman et al. (2002). En los siguientes ep grafos seguiremos una metodología que permita resolver tales inconvenientes estableciendo modificaciones a los procedimientos de Lee y Tuljapurkar (1994).

A.2.2.2. Metodología general para la proyección de la mortalidad y fecundidad

En este epígrafe desarrollaremos un procedimiento para la modelización de tasas vitales, definidas en distintos grupos, que nos permitirá obtener las distribuciones de predicción de los valores futuros de estas tasas para un horizonte prefijado. Notemos que en este punto hablamos de tasas vitales para incluir en la presentación tanto las tasas de mortalidad como las tasas de fecundidad, pues tanto el modelo (A.2.3) para las tasas de mortalidad como el modelo (A.2.4) para las tasas de fecundidad son casos particulares del modelo factorial dinámico que ha sido estudiado, entre otros, por Geweke (1977), Peña y Box (1987), Tiao y Tsay (1989), Gonzalo y Granger (1995) y Peña y Poncela (2004).

Modelo factorial dinámico

En este epígrafe seguiremos la presentación del modelo factorial dinámico realizada por Peña y Poncela (2004). Sea $\{y_t\}_{t \in \mathbb{Z}}$ una serie vectorial de dimensión m . El modelo factorial dinámico supone que las componentes de la serie vectorial, y_t , pueden escribirse como una combinación lineal de r factores comunes más un término de error:

$$\begin{matrix} y_t & = & P & f_t & + & \varepsilon_t \\ m \times 1 & & m \times r & r \times 1 & & m \times 1 \end{matrix} \quad (\text{A.2.5})$$

donde f_t es el vector r -dimensional de factores comunes, P es la matriz de carga o de pesos de los factores, y ε_t es el vector de factores específicos o término de error. Además, se supone que el vector de factores comunes sigue un modelo VARIMA (p, d, q) definido por:

$$\begin{matrix} \Phi(B) & f_t & = & \Theta(B) & v_t \\ r \times r & r \times 1 & & r \times r & r \times 1 \end{matrix} \quad (\text{A.2.6})$$

donde B es el operador de retardo, y $\Phi(B)$ y $\Theta(B)$ son matrices $r \times r$ de polinomios autorregresivos y de medias móviles, respectivamente. Las innovaciones v_t se suponen no correladas temporalmente, es decir, $E(v_t v'_{t+h}) = 0$ para $h \neq 0$ e incorreladas con los factores específicos, es decir, $E(v_t \varepsilon'_{t+h}) = 0$ para todo h . Para garantizar la identificabilidad del modelo (A.2.5)-(A.2.6), supondremos que los factores son ortogonales, es decir, $f_{\cdot,i} \perp f_{\cdot,j}$ para $i \neq j$, como en Lee y Carter (1992).

En los datos demográficos que analizaremos en los epígrafes siguientes, se observa que existe una alta correlación entre el primer factor del modelo (A.2.5) y un indicador sintético de las tasas. Concretamente, en el caso

de las tasas de mortalidad, esta correlación se da con la esperanza de vida al nacer, y en el caso de las tasas de fecundidad con el índice sintético de fecundidad. Esto nos permite establecer un modelo simple entre el primer factor, $f_{1,t}$ y el indicador sintético, i_t :

$$f_{1,t} = \alpha_0 + \alpha_1 i_t + I_t \quad (\text{A.2.7})$$

donde I_t se asume que sigue un modelo AR(p). El modelo anterior unido a una modelización específica del indicador sintético nos permite realizar la predicción del factor.

Procedimiento *bootstrap* para predicción

En este epígrafe presentamos un procedimiento *bootstrap* para obtener la función de distribución de las predicciones.

1. Se estima el modelo factorial definido por (A.2.5) mediante la descomposición en valores singulares. Como resultado se obtienen las estimaciones de los r factores comunes: $\hat{f}_t = (\hat{f}_{t,1}, \hat{f}_{t,2}, \dots, \hat{f}_{t,r})'$ y de la matriz de pesos: \hat{P} .
2. Se calculan los residuos del modelo factorial mediante $\hat{\varepsilon}_t = y_t - \hat{P}\hat{f}_t$.
3. Se selecciona un modelo AR(p_e) para $\hat{\varepsilon}_e$, con $e \in \{1, 2, \dots, m\}$ y un modelo ARI(p_s, d_s) para los factores comunes con $s \in \{1, 2, \dots, r\}$, mediante el criterio BIC.
4. Se obtiene la función de distribución empírica de los residuos centrados de los modelos AR y ARI: $\hat{F}_{\hat{\varepsilon}_e}$ y $\hat{F}_{\hat{v}_s}$.
5. Se selecciona una remuestra de observaciones independientes e idénticamente distribuidas $\varepsilon_t^* \sim \hat{F}_{\hat{\varepsilon}_e}$ y $v_t^* \sim \hat{F}_{\hat{v}_s}$.

Los siguientes pasos son propiamente los pasos de predicción, y en ellos se fijan las últimas p_e y $d_s + p_s$ observaciones finales de los modelos AR y ARI, respectivamente.

6. Se calculan las observaciones futuras *bootstrap* para los factores comunes y específicos mediante las relaciones:

$$\varepsilon_{e, T+h}^* = - \sum_{j=1}^{p_e} \hat{\phi}_{e,j} (\varepsilon_{e, T+h-j}^* - \bar{\varepsilon}_e) + \varepsilon_{e, T+h}^* \quad (\text{A.2.8})$$

y

$$f_{s, T+h}^* = \sum_{j=1}^{p_s+d_s} \hat{\phi}_{s,j} f_{s, T+h-j}^* + v_{s, T+h}^* \quad (\text{A.2.9})$$

donde $h > 0$, $\varepsilon_{e,t}^*$, $\hat{\varepsilon}_{e,t}$ y $\hat{f}_{s,t}$ para $t \leq T$, siendo T el último año disponible.

7. Se calculan las observaciones futuras *bootstrap* del vector y mediante la relación:

$$y_{T+h}^* = \hat{P}f_{T+h}^* + \varepsilon_{e, T+h}^* \quad (\text{A.2.10})$$

donde $f_{T+h}^* = (f_{1, T+h}^*, f_{2, T+h}^*, \dots, f_{m, T+h}^*)'$ y $\varepsilon_{T+h}^* = (\varepsilon_{1, T+h}^*, \varepsilon_{2, T+h}^*, \dots, \varepsilon_{m, T+h}^*)'$.

Finalmente, la función de distribución *bootstrap* de $y_{s, T+h}^*$ $F_{y_{s, T+h}^*}^*$ se utiliza como estimador de la distribución condicional de $y_{s, T+h}$ dada la muestra.

A.2.3. Aplicación a los datos españoles

A.2.3.1. Aplicación a los datos españoles: mortalidad

En este epígrafe obtenemos las predicciones de las tasas de mortalidad por grupos de edades y sexo para la población española mediante un modelo factorial dinámico utilizando las series históricas de estas tasas en España en el período de 1970 a 2001. En primer lugar, se consideró el modelo unifactorial utilizado por Lee y Carter (1992) y se analiza su bondad de ajuste a los datos españoles. Posteriormente, se consideró un modelo bifactorial. Con ambos modelos detectamos un efecto de sobremortalidad juvenil masculina que algunos autores atribuyen a las defunciones por accidentes de tráfico y por la epidemia de sida (v., por ejemplo, Felipe et al., 2002 y Blanes et al., 2004). Ambas causas han remitido en los últimos años disponibles, de manera que en el pronóstico a largo plazo no es deseable introducir ese efecto transitorio, y proponemos un procedimiento para eliminar su efecto en las predicciones (v. estudio detallado en Alonso et al., 2005).

Análisis de la esperanza de vida

En este epígrafe proponemos un método para establecer una cota superior a la esperanza de vida, o, más correctamente, para establecer una función de distribución de esa cota. Es importante mencionar la estrecha relación entre la esperanza de vida y el primer factor de mortalidad, la correlación entre ambos es: $-0,9855$ en hombres y $-9,9976$ en mujeres. Esto nos permitirá establecer restricciones en el factor de mortalidad a través de restricciones en la esperanza de vida. El procedimiento se basa en el promedio bayesiano de modelos.

- Se considera la siguiente transformación de la esperanza de vida al nacer, EVN_t :

$$Y_{t,A} = \ln \frac{EVN_t}{A - EVN_t} \quad (\text{A.2.11})$$

donde A es una cota superior de la esperanza de vida, que supon-
dremos en el intervalo $A = [76, 100]$ en hombres y $A = [84, 105]$ en
mujeres. Los límites inferiores de estos intervalos se han fijado te-
niendo en cuenta el último dato disponible.

- Para cada valor del parámetro A se obtiene una serie diferente, $Y_{t,A}$, y se estima un modelo ARIMA $(\hat{\rho}_A, 1, 0)$ donde el orden del polino-
mio autorregresivo, $\hat{\rho}_A$, se selecciona mediante el criterio BIC.
A continuación se realizan predicciones con este modelo utilizando
una modificación del procedimiento *sieve bootstrap* propuesto por
Alonso et al. (2004) que permite tener en cuenta la incertidumbre
asociada a la selección de $\hat{\rho}_A$.
- La distribución de los valores futuros de la esperanza de vida se ob-
tendrá mediante:

$$F_{EVN_{t+h}}(x) = \int_{a \in A} F_{EVN_{t+h}|\alpha}(x) \int_{A|EVN}(a) da \quad (\text{A.2.12})$$

donde $F_{EVN_{t+h}|\alpha}(\cdot)$ es la función de distribución de EVN_{t+h} asu-
miendo que la cota de la esperanza de vida es a , y $\int_{A|EVN}(\cdot)$ es la fun-
ción de densidad de A condicional a la muestra observada, EVN .

El manejo de la expresión (A.2.12), con A tomando valores en un in-
tervalo continuo, es complejo y en este trabajo proponemos una
discretización de tamaño 0,5 años. Entonces, la distribución de los valores
futuros de la esperanza de vida se obtendrá mediante:

$$F_{EVN_{t+h}}(x) = \sum_{a \in A} F_{EVN_{t+h}}(x) \Pr \{A = a|EVN\} \quad (\text{A.2.13})$$

donde $\Pr \{A = a|EVN\}$ es la probabilidad de A condicional a la muestra ob-
servada. Esta probabilidad puede aproximarse mediante:

$$\Pr \{A = a|EVN\} = \frac{\alpha_a \exp(-1/2\text{BIC}(a))}{\sum_{a \in A} \alpha_a \exp(-1/2\text{BIC}(a))} \quad (\text{A.2.14})$$

donde $\text{BIC}(a)$ es el valor del criterio BIC en el modelo con cota a .

En el gráfico A.2.1 presentamos la distribución estimada de las cotas superiores de la esperanza de vida en hombres y mujeres. Hemos representado con un círculo las medias a posteriori de las cotas: 82,30 y 89,73, respectivamente. En el gráfico A.2.2 representamos las predicciones medias a posteriori de la esperanza de vida en hombres y mujeres. Por ejemplo, para los años 2025 y 2050 las predicciones medias son: 78,63 y 80,29 en hombres y 86,23 y 87,98 en mujeres.

GRÁFICO A.2.1: Probabilidad a posteriori de las cotas superiores de la esperanza de vida

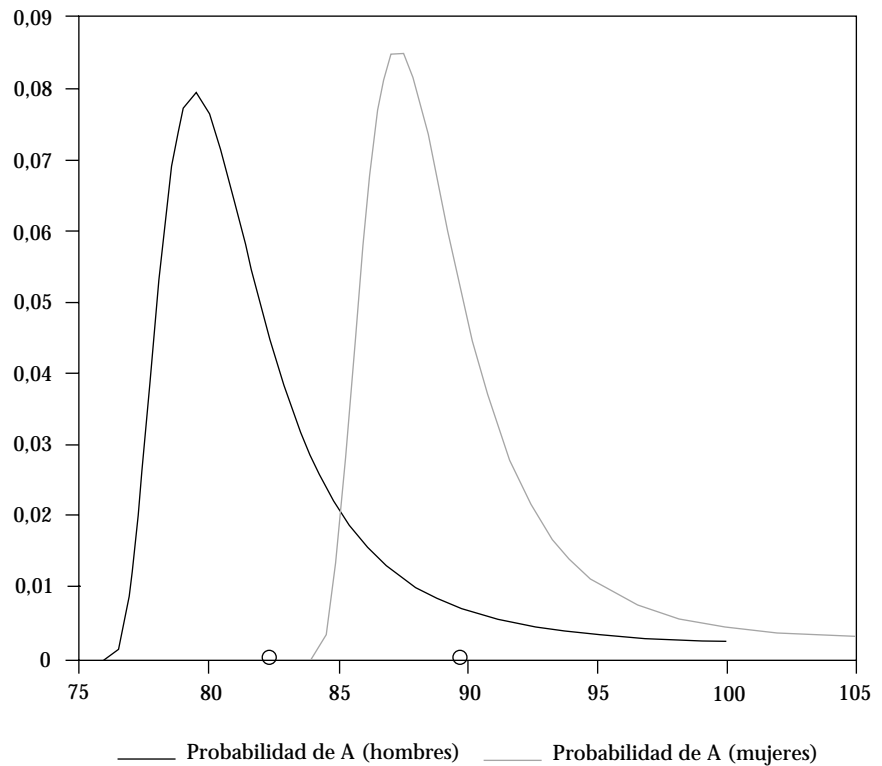
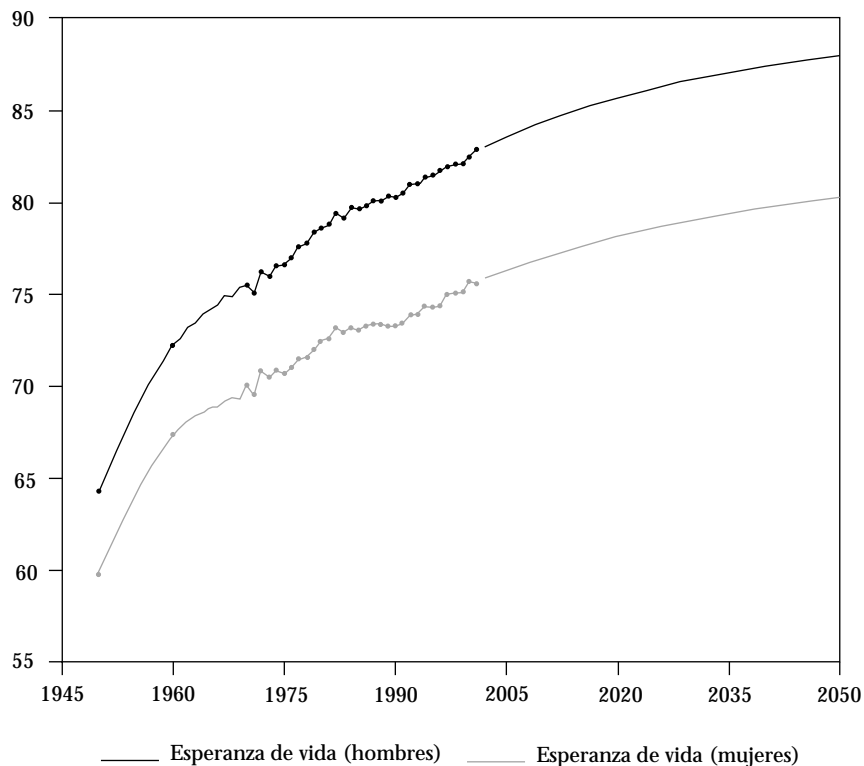


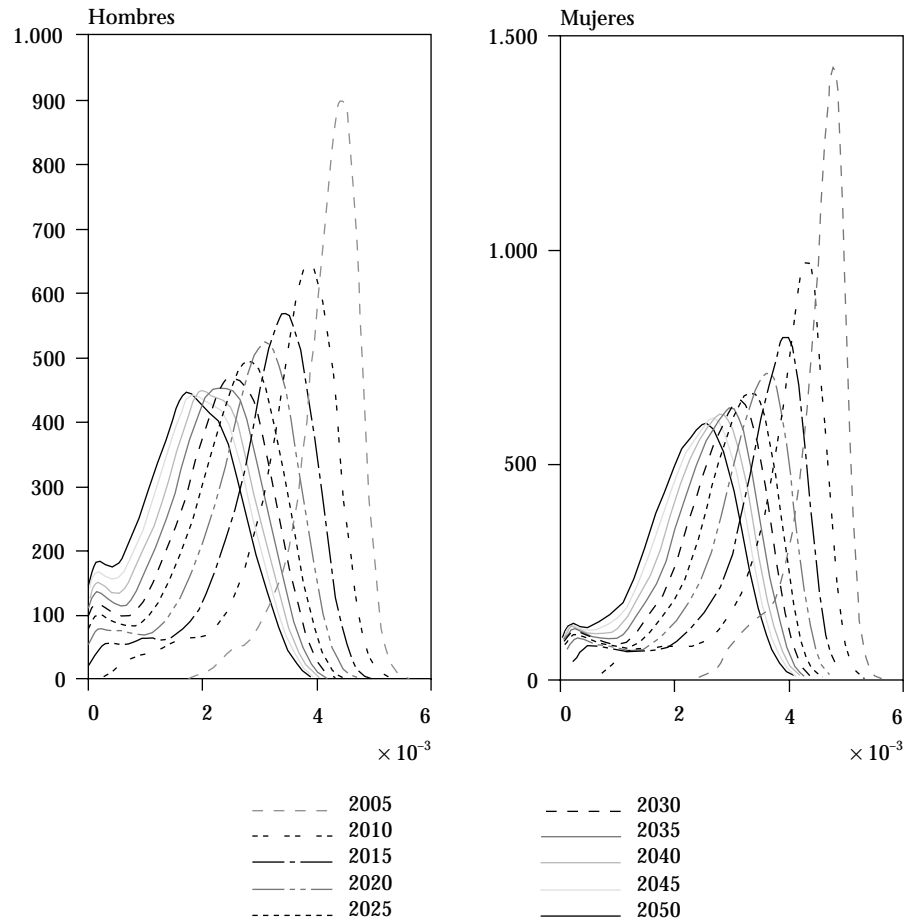
GRÁFICO A.2.2: Pronósticos mediante promedio de modelos y valores observados de la esperanza de vida al nacer. España (1950-2050)



Predicción de las tasas de mortalidad por edad y sexo

Una vez obtenidas las predicciones de la esperanza de vida al nacer, podemos obtener las correspondientes para los factores de mortalidad mediante el modelo (A.2.7), y mediante el modelo (A.2.3) en el que permitimos que los errores o factores específicos por edad, $\varepsilon_{e, b}$ sigan un modelo $AR(p_{e, \phi})$ y por tanto obtenemos las densidades de predicción para las tasas de mortalidad por edad. A modo de ilustración, en el gráfico A.2.3 representamos las densidades de predicción de la tasa de mortalidad durante el primer año de vida donde se observa la clara reducción de la mortalidad en ese grupo de edades. En el gráfico A.2.4 presentamos el gráfico de abanico de la curva de mortalidad para los años 2025 y 2050. El resto de las edades y años pueden obtenerse utilizando las rutinas desarrolladas en esta obra.

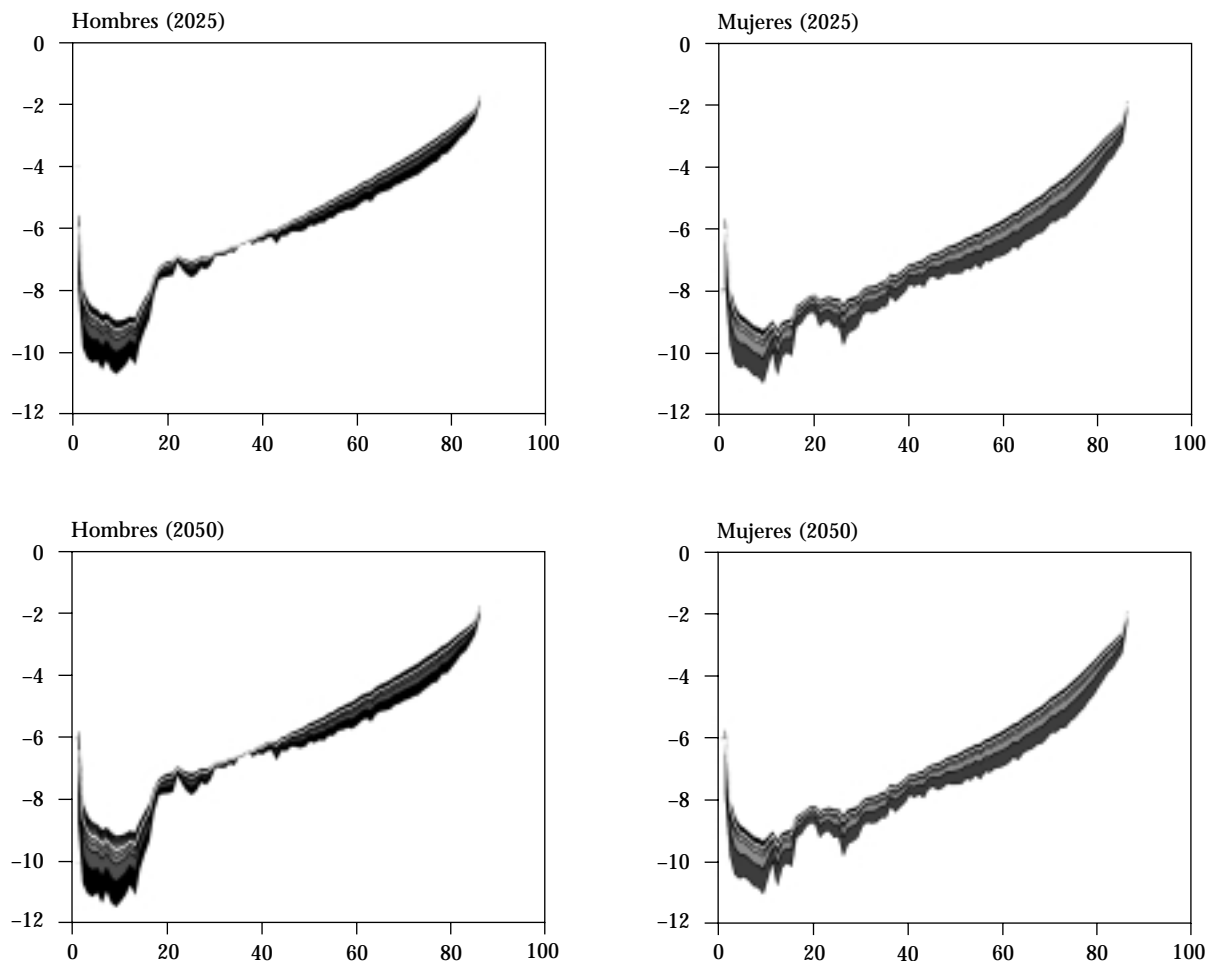
GRÁFICO A.2.3: Densidades de predicción mediante promedio de modelos de la tasa de mortalidad infantil. España (2005-2050)



A.2.3.2. Aplicación a los datos españoles: fecundidad

En este epígrafe obtenemos las predicciones de las tasas de fecundidad por grupos de edades y sexo para la población española mediante un modelo factorial dinámico. En primer lugar, se consideró un modelo unifactorial similar al utilizado por Lee y Tuljapurkar (1994) y se analiza su bondad de ajuste a los datos españoles. Posteriormente, se consideró un modelo bifactorial en el que aparece una bimodalidad clara en las predicciones de las tasas de fecundidad por edad. Observamos que tanto en los factores, $f_t^{(M)}$ y $f_t^{(F)}$, como en los pesos, $d_e^{(M)}$ y $d_e^{(F)}$, se tienen valores similares. Esto sugiere una modelización conjunta de los nacimientos de ambos sexos como en Lee y Tuljapurkar (1994). No obstante, se tuvo en cuenta la razón por sexo

GRÁFICO A.2.4: Gráfico de abanico mediante promedio de modelos de la curva de mortalidad. España (2025 y 2050)



al nacer, es decir, la relación entre el número de hombres y de mujeres al nacimiento (v. el estudio detallado en Alonso et al., 2005).

Modelo para el índice sintético de fecundidad

En adelante proponemos un modelo para el índice sintético de fecundidad (ISF) que permitirá establecer la función de distribución de sus valores futuros. Es importante mencionar la estrecha relación entre el índice sintético de fecundidad y el primer factor de fecundidad; la correlación entre ambos es: 0,9737. Esto nos permitirá establecer restricciones en el factor a través de los valores futuros del índice sintético de fecundidad mediante el modelo (A.2.7).

De manera similar al epígrafe anterior, proponemos una transformación del índice sintético de fecundidad cuyo comportamiento asintótico conduce a una cota superior, B , del número de hijos por mujer (similar a la expresión [A.2.11]). Supondremos que B toma valores en $B \in [3,8]$. El límite inferior de este intervalo lo hemos fijado en función de los índices máximos alcanzados entre los años sesenta y setenta y el límite superior en función de los intervalos de predicción en un modelo no acotado superiormente.

En el gráfico A.2.5 presentamos la distribución estimada de la cota superior de índice sintético de fecundidad. Hemos representado con un círculo la media a posteriori de la cota: 3,430. En el gráfico A.2.6 representamos las predicciones medias a posteriori del índice sintético de fecundidad. Por ejemplo, para los años 2025 y 2050 las predicciones medias son: 1,484 y 1,509, respectivamente. También, constatamos que las predicciones tienden a una asíntota con valor aproximado de 1,510, ligeramente inferior a las proyecciones del INE (2004).

GRÁFICO A.2.5: Probabilidad y probabilidad acumulada a posteriori de la cota superior del ISF

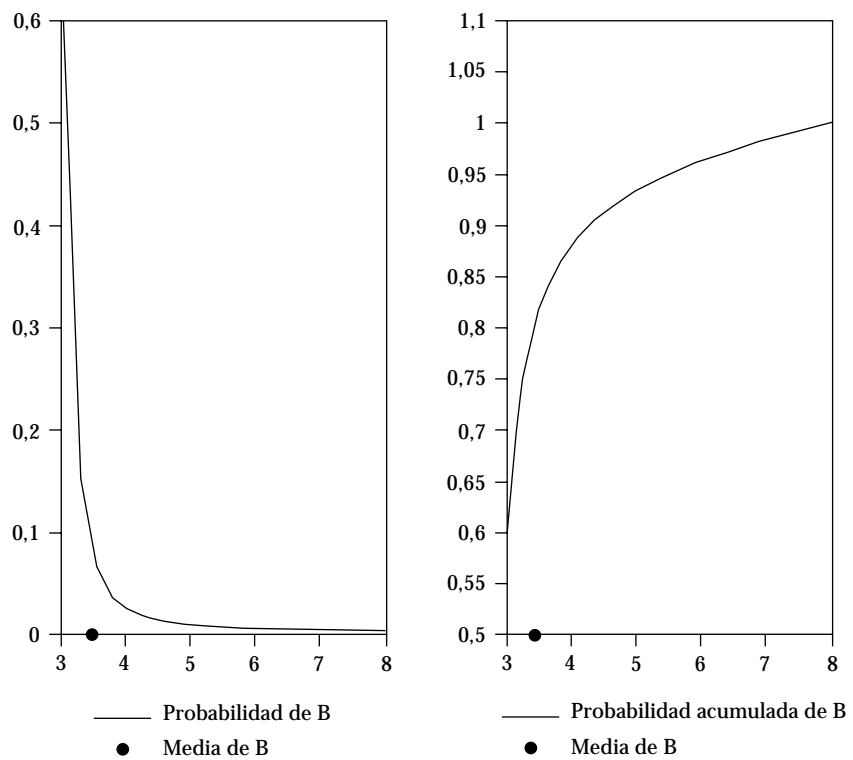
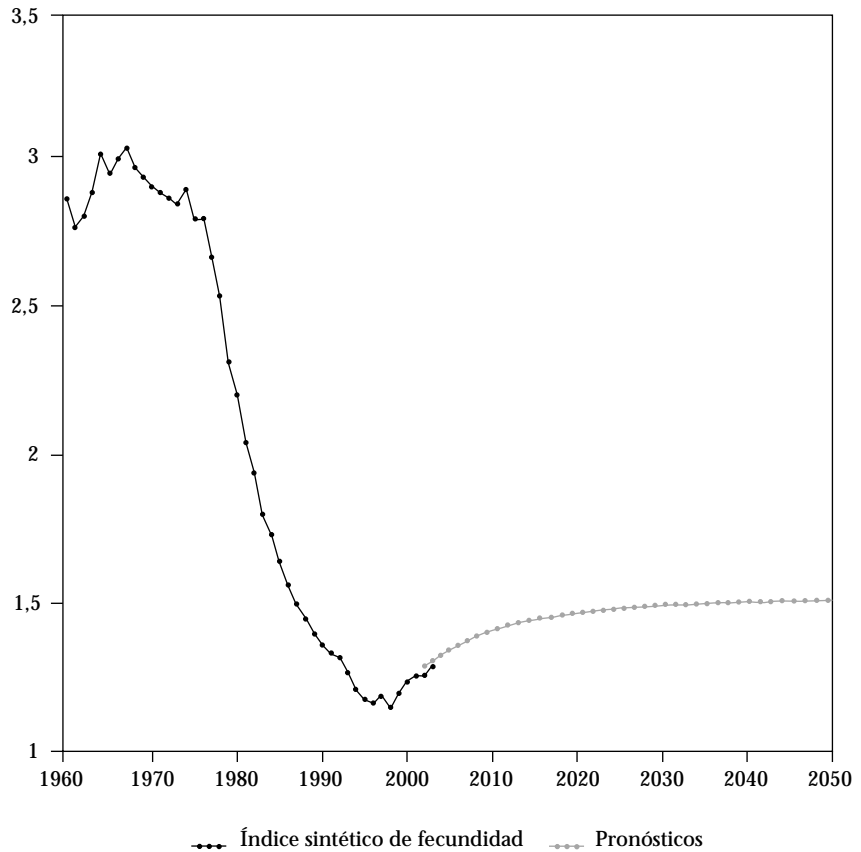


GRÁFICO A.2.6: Pronósticos mediante promedio de modelos y valores observados del ISF

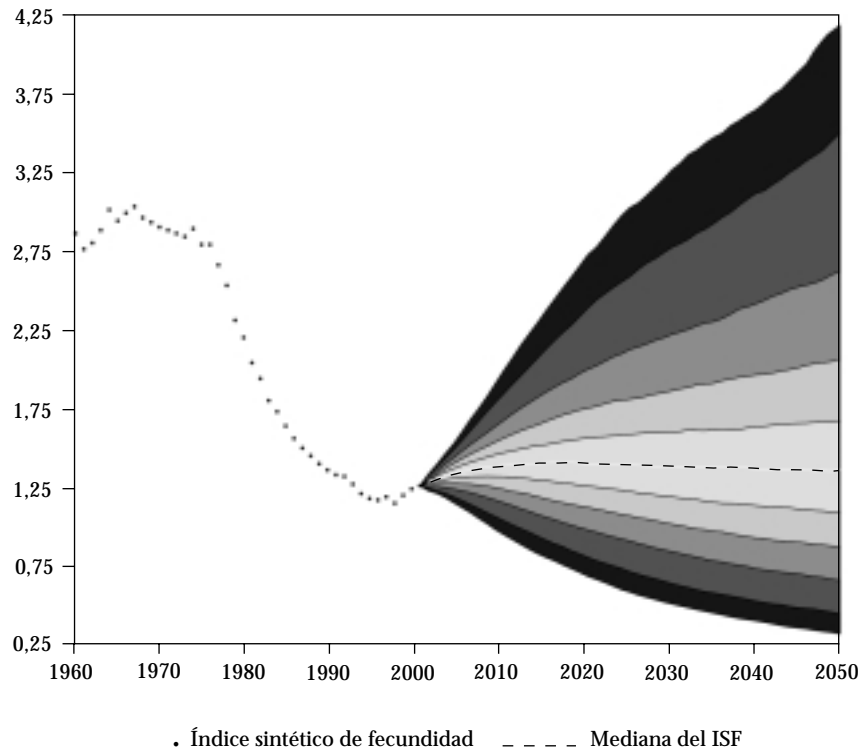


Una alternativa a las transformaciones del tipo (A.2.11) es imponer restricciones en las trayectorias futuras del índice en modelos no restringidos superiormente. Por ejemplo, en Keilman et al. (2002) para el ISF en Noruega se impone que las trayectorias pertenezcan a un intervalo prefijado $[0, 5, 4]$. En el gráfico A.2.7 presentamos el abanico de la distribución *bootstrap* de las predicciones del índice sintético de fecundidad imponiendo que las trayectorias durante todo el horizonte de pronóstico sean inferiores a 5,5. Debemos tener en cuenta que el valor 5,5 corresponde al percentil 95% de la distribución de la cota superior del ISF (v. gráfico A.2.5).

Predicción de las tasas de fecundidad por edad

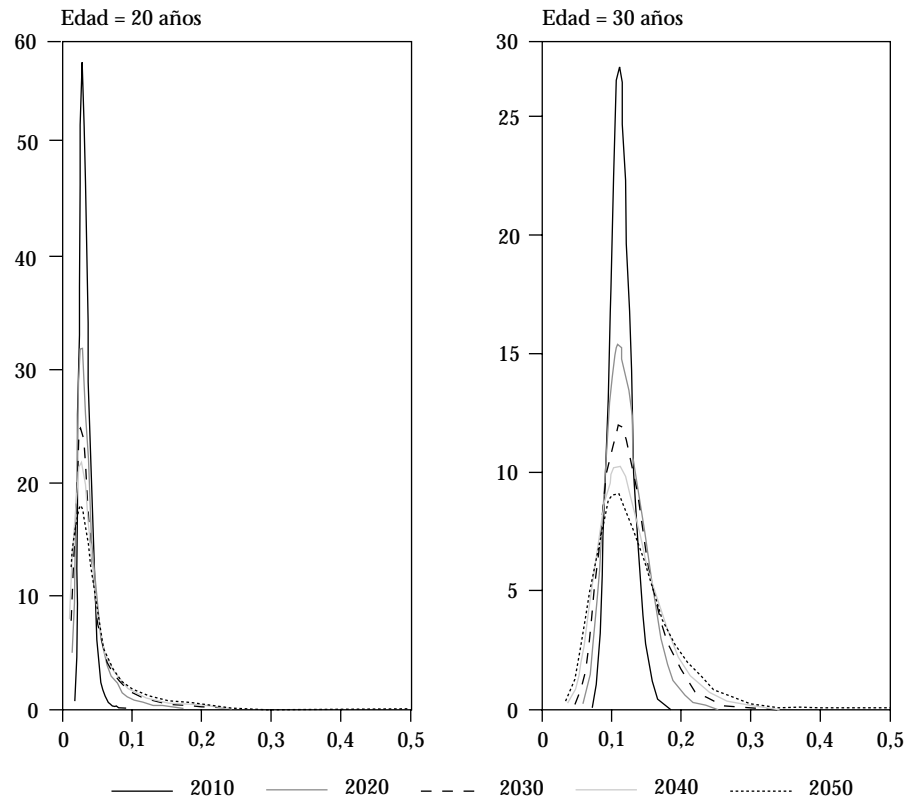
Una vez obtenidas las distribuciones de predicción del índice sintético de fecundidad podemos obtener las correspondientes para el primer factor de fecundidad mediante el modelo (A.2.7) y, utilizando el modelo factorial en

GRÁFICO A.2.7: Gráfico de abanico mediante promedio de modelos (con trayectorias restringidas superiormente) del ISF. España (1960-2050)



el que permitimos que los errores o factores específicos por edad, $\varepsilon_{e,t}$, sigan un modelo $AR(p_{\varepsilon_e})$, obtenemos las densidades de predicción para las tasas de fecundidad por edad. A modo de ilustración, en el gráfico A.2.8 representamos las densidades de predicción de la tasa de fecundidad para las edades de 20 y 30 años. En ambos, se observa una tendencia de las medidas centrales a la recuperación, siendo más marcada en la edad de 30 años. En el gráfico A.2.9 presentamos el abanico de la curva de fecundidad para los años 2025 y 2050, donde, nuevamente, se evidencia la posible bimodalidad de la misma. El resto de las edades y años pueden obtenerse utilizando las rutinas desarrolladas en esta obra.

GRÁFICO A.2.8: Densidades de predicción mediante promedio de modelos de la tasa de fecundidad para las edades de 20 y 30 años. España (2005-2050)



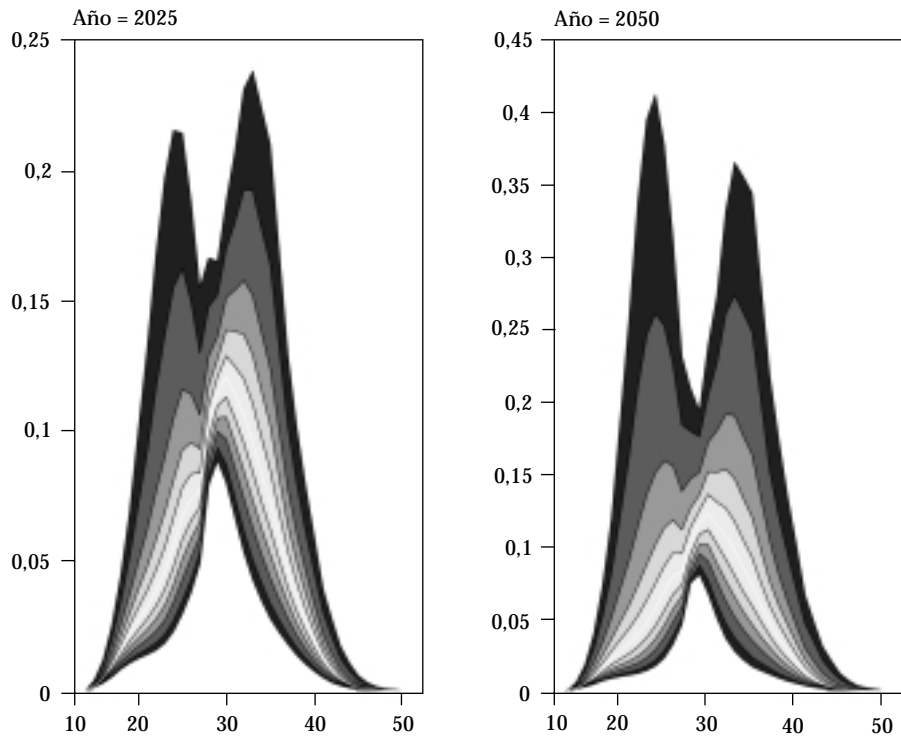
A.2.3.3. Aplicación a los datos españoles: migraciones

En este epígrafe proponemos un modelo de evolución de la inmigración en España para los próximos cincuenta años. Como en natalidad y mortalidad, tampoco España es diferente en inmigración y hay que enmarcarla dentro del entorno europeo. La mayor parte de la inmigración que acogemos es de carácter económico, y la recibe tanto España como la Comunidad Europea.

Proponemos modelar el flujo de inmigrantes mediante la metodología expuesta para la esperanza de vida, esto es, realizando una transformación del número de inmigrantes, INM_t :

$$Y_{t,c} = \ln \frac{INM_t}{C - INM_t} \quad (\text{A.2.15})$$

GRÁFICO A.2.9: Gráfico de abanico mediante promedio de modelos de la curva de fecundidad. España (2025 y 2050)

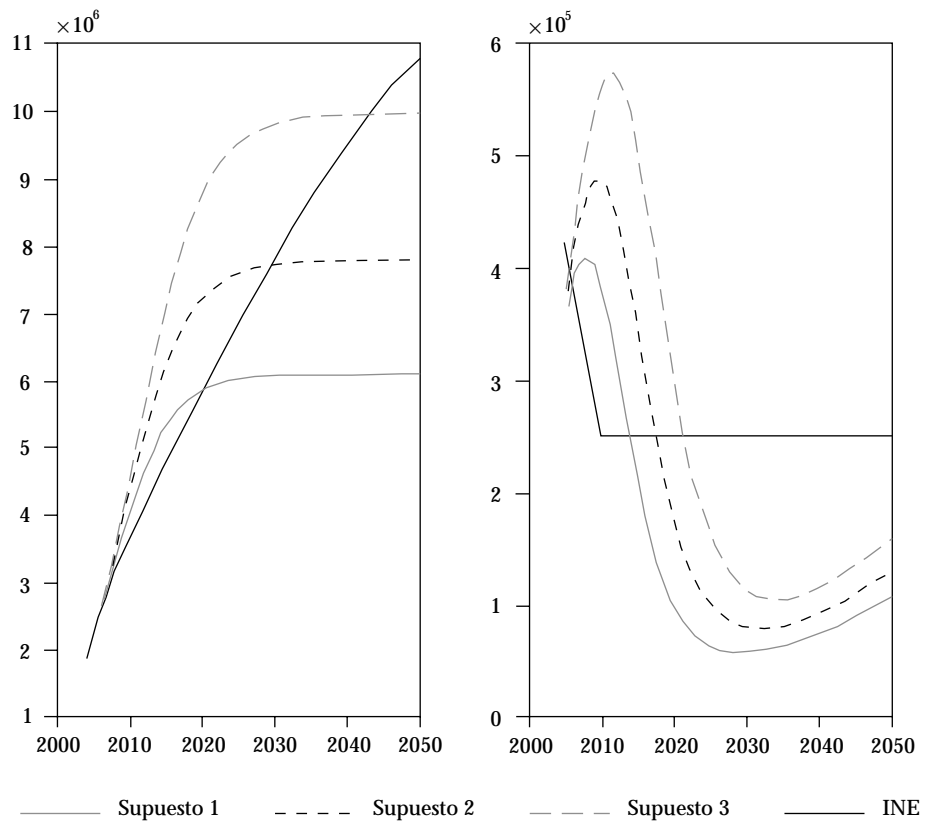


donde C es una cota superior del número de inmigrantes. Para seleccionar los posibles valores del parámetro C , asumimos tres supuestos distintos teniendo como referencia el porcentaje de población inmigrante en los países del entorno europeo:

- Supuesto 1: $C \in (4.000.000, 8.000.000)$ corresponde a un porcentaje de la población inmigrante en el año 2050 que se situaría entre el 8 y el 15% de la población española, basándonos en la predicción de la población realizada por el INE.
- Supuesto 2: $C \in (4.000.000, 11.000.000)$ corresponde a un porcentaje de la población inmigrante en el año 2050 que se situaría entre el 8 y el 20% de la población española, basándonos en la predicción de la población realizada por el INE.
- Supuesto 3: $C \in (4.000.000, 15.000.000)$ corresponde a un porcentaje de la población inmigrante en el año 2050 que se situaría entre el 8 y el 28% de la población española, basándonos en la predicción de la población realizada por el INE.

Los siguientes pasos son similares a la metodología propuesta en el epígrafe referido a la esperanza de vida. El gráfico A.2.10 muestra las curvas de crecimiento de la inmigración hasta el año 2050 bajo los tres supuestos descritos anteriormente. Se observa un incremento muy rápido en el número de inmigrantes hasta 2015 en el supuesto 1, hasta 2020 en el supuesto 2 y hasta 2025 en el supuesto 3. Pasado este período, el número de inmigrantes se va estabilizando en torno a 6, 8 y 10 millones en cada uno de los supuestos. Asimismo, en dicho gráfico presentamos la evolución del número de inmigrantes en los tres supuestos y la hipótesis usada por el INE para la obtención de sus proyecciones de población. Se observan claras discrepancias en las entradas supuestas por el INE y las derivadas en este estudio. En los tres supuestos analizados se observa una entrada masiva en los primeros años, reflejo de la realidad vivida en los últimos tiempos, posteriormente se produce un decrecimiento en el número de entradas hasta 2025, año en que se

GRÁFICO A.2.10: Evolución del total de inmigrantes (A) y de los nuevos ingresos (B) para los supuestos 1, 2 y 3 e INE



recupera el número de entradas debido al envejecimiento de la propia población inmigrante.

A.2.4. La proyección de la población española

En el epígrafe anterior hemos obtenido, mediante métodos *bootstrap*, las distribuciones futuras de los tres componentes demográficos que son básicos para la proyección de la población utilizando el método de cohortes por componentes definido por las relaciones (A.2.1)-(A.2.2). En este epígrafe aplicamos este método para obtener proyecciones de la población española hasta el año 2050.

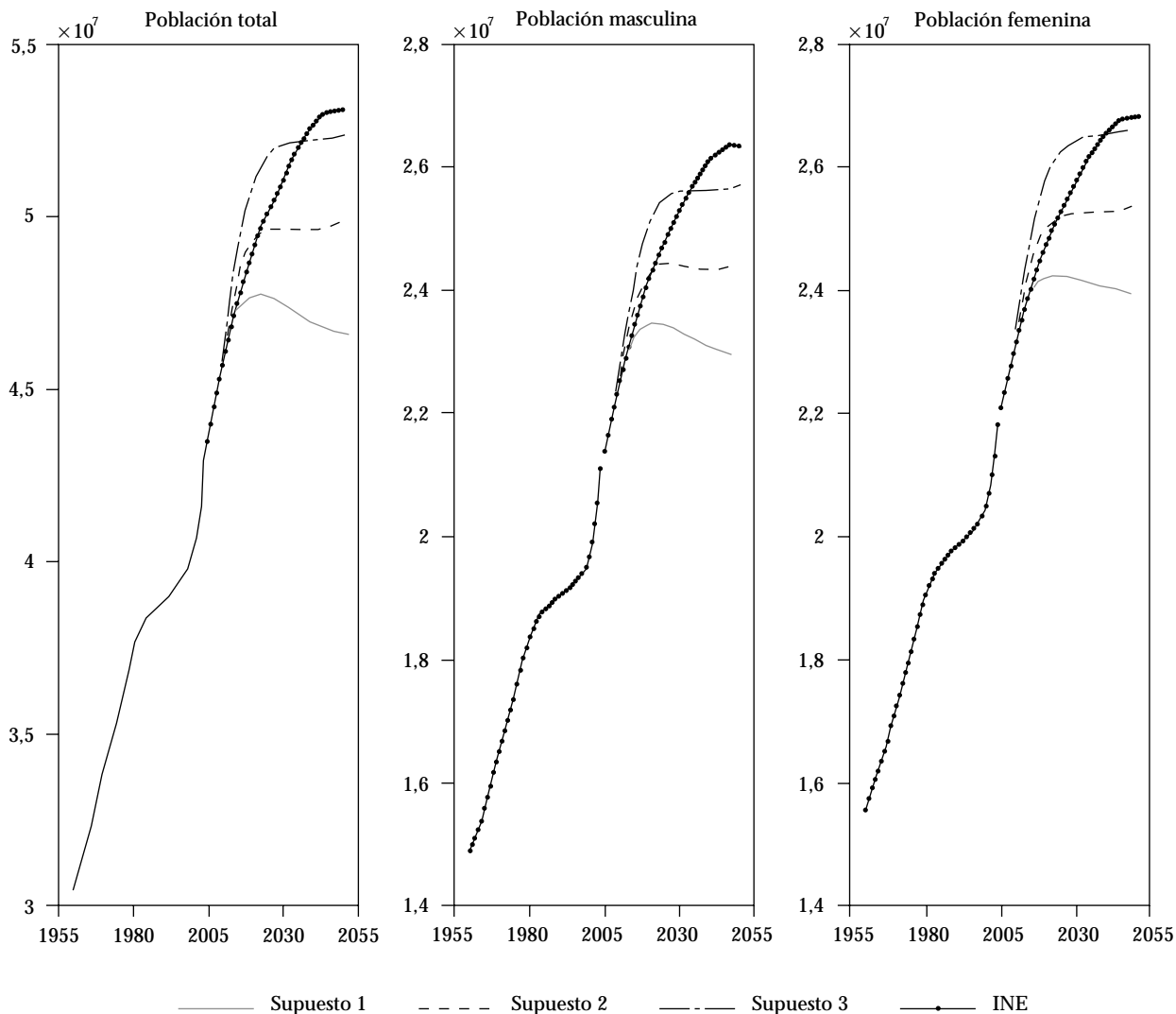
A.2.4.1. Evolución de la población

En este epígrafe analizamos la evolución de elementos básicos de la población como son el número total de habitantes y el porcentaje de población de los grupos de edad de 0 a 15, de 16 a 64 y de 65 y más años.

En el gráfico A.2.11 presentamos los pronósticos del total de habitantes para los tres escenarios de inmigración, así como las proyecciones realizadas por el INE basadas en el censo de 2001. Observamos que los tres escenarios presentan un incremento sostenido de la población durante la primera década de la proyección, 2005 a 2014 con valores muy similares entre sí y con las proyecciones del INE. Posteriormente, se observa un estancamiento del crecimiento de la población bajo los escenarios bajo y medio en los años 2023-2024 y 2029-2030, respectivamente, y finalmente una reducción de la población. En el escenario alto, el crecimiento de la población no se detiene durante todo el período de proyección, aunque alrededor del año 2025 se reduce la tasa de crecimiento. Estas proyecciones difieren de las realizadas por el INE, donde el crecimiento es estable para cada casi todo el período.

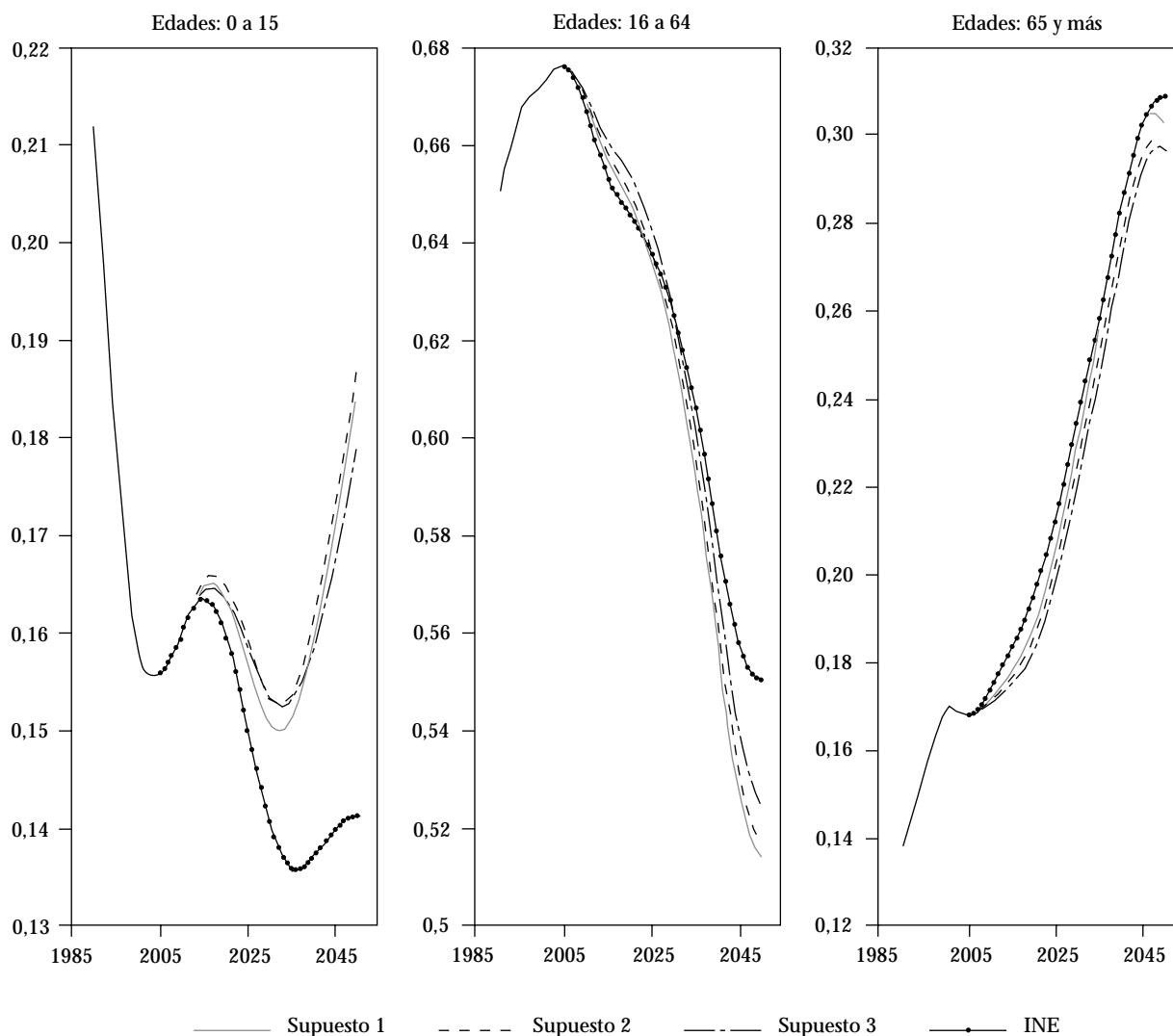
En el gráfico A.2.12 presentamos los porcentajes proyectados de población de grandes grupos de edades: *a)* infantil y escolar obligatoria, 0 a 15 años; *b)* población económicamente activa de 16 a 64 años; *c)* población en edad de jubilación, 65 y más años. En primer lugar, observamos que bajo los tres supuestos los porcentajes proyectados son similares, sólo en la proporción de población de 0 a 15 y en la década de 2025 a 2035 hay diferencias notables entre el escenario bajo y el resto de los escenarios. Respecto a las proyecciones del INE, observamos similitud durante la primera década para todos los grupos, pero en los siguientes años se observa una gran diferencia respecto a la proporción de la población de 0 a 15 años. Esta diferencia puede deberse a la diferente dinámica de entrada de inmigrantes que supone

GRÁFICO A.2.11: Pronósticos y valores observados de la población total utilizando el modelo de cohortes por componentes. España (1960-2050)



el INE y los escenarios planteados. Para el grupo de 16 a 64 años, las proyecciones son muy similares hasta el año 2040. En la década siguiente el INE proyecta una proporción superior en un 1 o 2% superior a las proporci nes proyectadas bajo los escenarios propuestos en este trabajo. Finalmente, para la proporción en las edades de jubilación se obtienen valores muy similares entre el INE y los escenarios propuestos.

GRÁFICO A.2.12: Pronósticos y valores observados del porcentaje de población de los grupos de edad de 0 a 15, de 16 a 64 y de 65 y más años, utilizando el modelo de cohortes por componentes

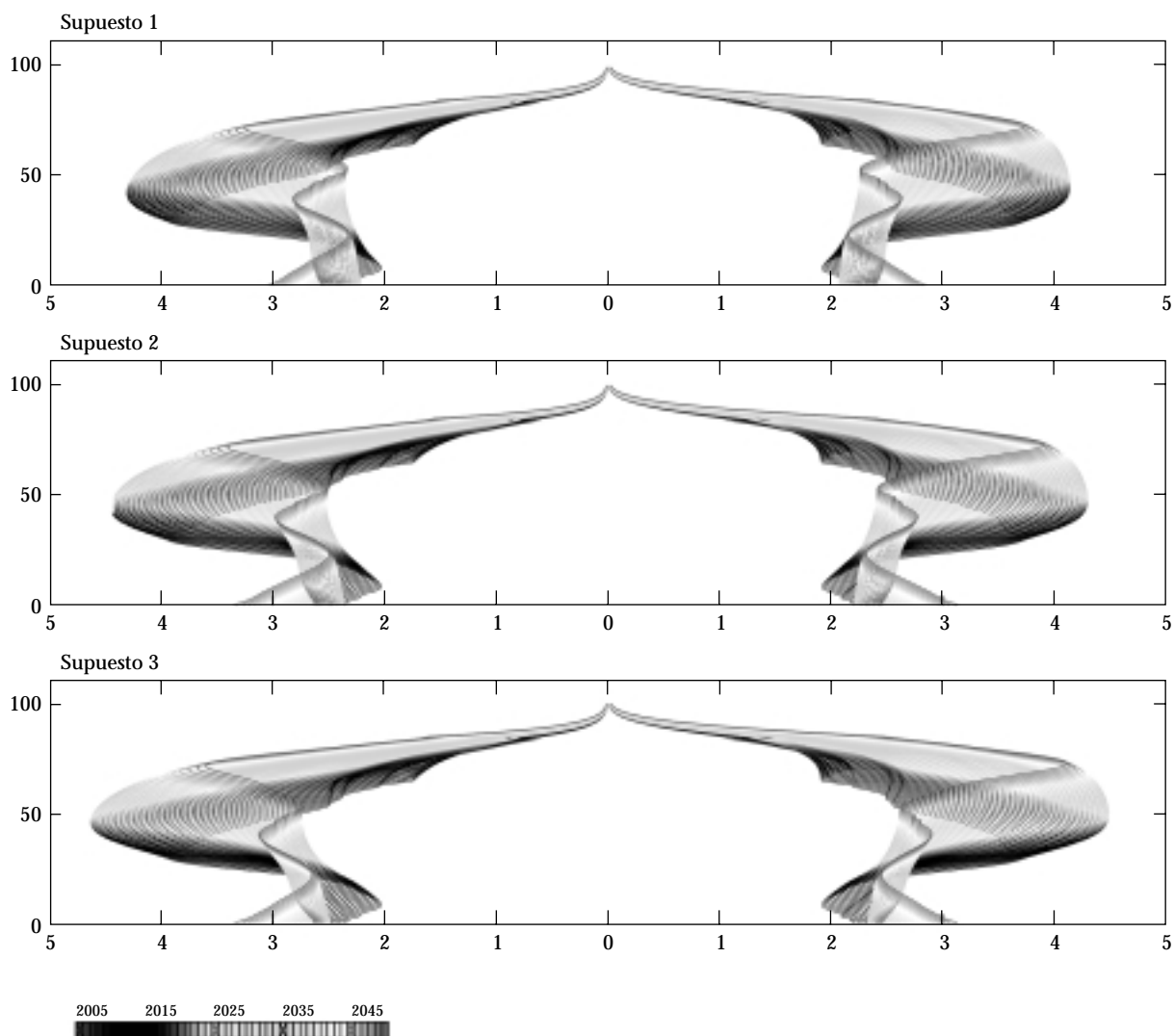


A.2.4.2. Estructura de la población

En este epígrafe analizaremos la evolución de la estructura por edades simples y sexo en el período de 2005 a 2050. Para ello, estudiaremos el comportamiento de las pirámides de población en los años de la proyección. En el gráfico A.2.13 presentamos el pronóstico de las pirámides de población por sexo y edad simple para los tres escenarios propuestos. Observamos varios elementos que conviene destacar: a) los tres escenarios conducen a pirámi-

des de población similares, siendo el número de efectivos el único elemento que claramente los diferencia; *b*) en el año 2005 el mayor número de efectivos en ambos sexos (salientes en las pirámides) se da en el grupo de edad de entre 20 y 50 años; en el año 2025 se da en el grupo de entre 30 y 70 años y en el año 2050 en el grupo de entre 50 y 80 años. Este envejecimiento progresivo de la población se observa en el movimiento ascendente de los salientes que representan los grupos de edades mayoritarios y *c*) en los últimos años de la proyección se observa un ligero ensanchamiento de la base de las pirámides.

GRÁFICO A.2.13: Pronósticos de las pirámides de población utilizando el modelo de cohortes por componentes. España (2005-2050)



Bibliografía

- ALONSO, A. M., D. PEÑA y J. RODRÍGUEZ: *Proyecciones de la población española*, 2005. Disponible en <http://halweb.uc3m.es/esp/Personal/personas/amalonso/esp/wp1.pdf>.
- D. PEÑA y J. ROMO: «Introducing Model Uncertainty in Time Series Bootstrap». *Statistica Sinica* 14, 2004: 155-174.
- ALONSO-MESEGUER, J. y S. SOSVILLA-RIVERO: *Proyecciones del sistema educativo español ante el boom inmigratorio*. Documento de Trabajo 2004-14. Madrid: FEDEA, 2004.
- ÁLVAREZ, F.: «Cambios en la familia y en el mercado de trabajo», 73-90. En *Demografía y Cambio Social*. Madrid: Cuadernos Técnicos de Servicios Sociales, 2000.
- BLANES, A., T. MENACHO y J. RECAÑO: *Proyección de población de la Comunidad de Madrid, 2002-2017*. Madrid: Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid, 2004.
- DÍEZ, J.: «Causas y consecuencias del reciente descenso de la fecundidad en España», 39-61. En *Demografía y Cambio Social*. Madrid: Cuadernos Técnicos de Servicios Sociales, 2000.
- FELIPE, A., M. GUILLEN y A. M. PÉREZ-MARÍN: «Recent Mortality Trends in Spanish Mortality». *British Actuarial Journal* 8, 2002: 757-786.
- GEWEKE, J.: «The Dynamic Factor Analysis of Economic Time Series Models». En D. I. Aigner y A. S. Goldberger, eds. *Latent Variables in Socio-economic Models*. Nueva York: North Holland, 1977.
- GONZALO, J. y C. W. J. GRANGER: «Estimation of Common Long-memory Components in Cointegrated Systems». *Journal of Business and Economic Statistics* 13, 1995: 27-36.
- HERCE, J. A., V. PÉREZ-DÍAZ, S. CASTILLO, R. M. DUCE, J. F. JIMENO, O. LICANDRO, D. RODRÍGUEZ, S. SOSVILLA-RIVERO, E. CHUÑÍA y B. ÁLVAREZ-MIRANDA: *La reforma del sistema público de pensiones en España*. Colección Estudios e Informes. Núm. 4. Barcelona: La Caixa, 1995.
- HERCE, J. A., S. SOSVILLA-RIVERO, S. CASTILLO y R. DUCE: *El futuro de las pensiones en España: Hacia un sistema mixto*. Colección Estudios e Informes. Núm. 8. Barcelona: La Caixa, 1996.
- IEA (INSTITUTO DE ESTADÍSTICA DE ANDALUCÍA): *Proyección de la población de Andalucía 1991-2006*. Sevilla, 1995.
- *Proyecciones de población en ciclos formativos reglados y actividad económica. Andalucía 1998-2016*. Sevilla, 2000.
- INE (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA): *Proyecciones de la población de España calculadas a partir del censo de población de 1991. Evaluación y revisión*. Madrid, 2001.
- *Proyecciones de la población de España calculadas a partir del censo de población de 2001*. Madrid, 2004a. Disponible en Internet en <http://www.ine.es/inebase/cgi/um?M=%2Ft20%2Fp251&O=inebase&N=&L=0>.
- *Proyecciones de la población calculadas a partir del censo de población de 1991. Revisión y Evaluación*. Madrid, 2004b. Disponible en <http://www.ine.es/inebase/cgi/um?M=%2Ft20%2Fp251%2Fa2001%2F&O=pcaxis&N=&L=0>.
- JIMENO, J. J.: *Demografía, empleo, salarios y pensiones*. Documento de Trabajo 2002-04. Madrid: FEDEA, 2002.
- KEILMAN, N., A. HETLAND y D. Q. PHAM: «Why Population Should be Probabilist-Illustrated by the Case if Norway». *Demographic Research* 6, 2002: 409-453.
- LEE, R. D. y L. CARTER: «Modeling and Forecasting the Time Series of U.S. Mortality». *The Journal of the American Statistical Association* 87, 1992: 659-671.
- y S. TULJAPURKAR: «Stochastic Populations Forecast for the United States: Beyond the High, Medium and Low». *The Journal of the American Statistical Association* 89, 1994: 1175-1189.

- MEC (MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA): «Estad sticas de enseñanzas no universitarias. Resultados detallados del curso 2001-2002», 2001. Disponible en Internet en <http://www.mec.es/mecd/jsp/plantilla.jsp?id=301&area=estadisticas>
- «Estadísticas de enseñanzas no universitarias. Series e indicadores 1994-95 a 2003-2004», 2004a. Disponible en Internet en <http://www.mec.es/mecd/jsp/plantilla.jsp?id=312&area=estadisticas>.
- «Las cifras de la Educación en España. Estadísticas e indicadores. Edición 2004: Curso 2001/2002», 2004b. Disponible en Internet en <http://www.mec.es/mecd/jsp/plantilla.jsp?id=34&area=estadisticas>.
- «Datos y cifras del curso escolar 2004-2005», 2005. Disponible en <http://www.mec.es/mecd/jsp/plantilla.jsp?id=35&area=estadisticas>.
- MECD (MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE): *El sistema educativo español*. Madrid: Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones, 2002.
- PEÑA, D. y G. E. P. BOX: «Identifying a Simplifying Structure in Time Series». *The Journal of the American Statistical Association* 82, 1987: 836-843.
- y P. PONCELA: «Forecasting with Nonstationary Dynamics Factor Models». *Journal of Econometrics* 119, 2004: 291-321.
- SERRANO, L.: «Cambios demográficos y demanda educativa». *Revista Valenciana de Economía y Hacienda* 6, 2002: 97-124.
- TIAO, G. C. y R. S. TSAY: «Model Specification in Multivariate Time Series». *Journal of the Royal Statistical Society B*, 51, 1989: 157-213.
- UNESCO (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA): «Clasificación Internacional Normalizada de la Educación. C.I.N.E./1997», 1997. Disponible en Internet en http://www.uis.unesco.org/TEMPLATE/pdf/iscid/ISCED_E.pdf.
- USCB (U.S. CENSUS BUREAU): «Methodology and Assumptions for the Population Projections of the United States: 1999 to 2100». *Populations Division*, Documento de Trabajo, núm. 38, 2000.
- WILSON, T. y M. BELL: «Australia's Uncertain Demographic Future». *Demographic Research* 11, 2004: 195-234.

NOTA SOBRE LOS AUTORES*

ANDRÉS M. ALONSO FERNÁNDEZ es investigador Juan de la Cierva de la Universidad Carlos III de Madrid. Sus áreas de interés son los métodos de remuestreo y el análisis de series temporales. Ha publicado una monografía y 15 trabajos de investigación en revistas especializadas en el área de estadística, econometría y sus aplicaciones. Correo electrónico: andres.alonso@uc3m.es.

DANIEL PEÑA SÁNCHEZ DE RIVERA es catedrático de Estadística de la Universidad Carlos III de Madrid. Ha sido presidente de la Sociedad de Estadística e Investigación Operativa (SEIO), de la European Courses in Advanced Statistics (ECAS) y vicepresidente del Inter-American Statistical Institute (IASI). Es miembro de honor (*Fellow*) del Institute of Mathematical Statistics y de la American Statistical Association y miembro electo del International Statistical Institute (ISI). Es editor asociado de varias revistas internacionales y ha publicado 13 libros y numerosos trabajos de investigación sobre estadística, econometría y sus aplicaciones. Correo electrónico: daniel.pena@uc3m.es.

JULIO RODRÍGUEZ PUERTA es profesor titular en la Facultad de Económicas y Empresariales de la Universidad Autónoma de Madrid. Ha sido profesor visitante en la Graduate School of Business (GSB) de

Cualquier comentario sobre los contenidos recogidos en esta publicación puede dirigirse a Andrés M. Alonso a través de andres.alonso@uc3m.es.

* Esta obra ha sido financiada por el proyecto 140/03 «Previsión del efecto de los cambios de la natalidad en la demanda de educación en España y en Europa» de la Fundación BBVA. Los autores agradecen a Juan Bógalo las modificaciones a la interfase MATLAB/TRAMO. También, agradecemos la ayuda prestada por los profesionales del Centro de Documentación Estadística de la Universidad Autónoma de Madrid y del Centro de Documentación Europea de la Universidad Carlos III de Madrid. Andrés M. Alonso agradece la ayuda del programa Juan de la Cierva.

la Universidad de Chicago en el año 2002. Sus áreas de interés son modelos lineales y no lineales de series temporales, estadística descriptiva y análisis multivariante. Ha publicado 12 trabajos de investigación en revistas especializadas en el área de estadística, econometría y administración de empresas.

Correo electrónico: jr.puerta@uam.es.

Fundación **BBVA**

DOCUMENTOS DE TRABAJO

NÚMEROS PUBLICADOS

- DT 01/02 *Trampa del desempleo y educación: un análisis de las relaciones entre los efectos desincentivadores de las prestaciones en el Estado del Bienestar y la educación*
Jorge Calero Martínez y Mónica Madrigal Bajo
- DT 02/02 *Un instrumento de contratación externa: los vales o cheques. Análisis teórico y evidencias empíricas*
Ivan Planas Miret
- DT 03/02 *Financiación capítativa, articulación entre niveles asistenciales y descentralización de las organizaciones sanitarias*
Vicente Ortún-Rubio y Guillem López-Casasnovas
- DT 04/02 *La reforma del IRPF y los determinantes de la oferta laboral en la familia española*
Santiago Álvarez García y Juan Prieto Rodríguez
- DT 05/02 *The Use of Correspondence Analysis in the Exploration of Health Survey Data*
Michael Greenacre
- DT 01/03 *¿Quiénes se beneficiaron de la reforma del IRPF de 1999?*
José Manuel González-Páramo y José Félix Sanz Sanz
- DT 02/03 *La imagen ciudadana de la Justicia*
José Juan Toharia Cortés
- DT 03/03 *Para medir la calidad de la Justicia (I): Abogados*
Juan José García de la Cruz Herrero
- DT 04/03 *Para medir la calidad de la Justicia (II): Procuradores*
Juan José García de la Cruz Herrero
- DT 05/03 *Dilación, eficiencia y costes: ¿Cómo ayudar a que la imagen de la Justicia se corresponda mejor con la realidad?*
Santos Pastor Prieto
- DT 06/03 *Integración vertical y contratación externa en los servicios generales de los hospitales españoles*
Jaume Puig-Junoy y Pol Pérez Sust
- DT 07/03 *Gasto sanitario y envejecimiento de la población en España*
Namkee Ahn, Javier Alonso Meseguer y José A. Herce San Miguel

- DT 01/04 ***Métodos de solución de problemas de asignación de recursos sanitarios***
Helena Ramalhinho Dias Lourenço y Daniel Serra de la Figuera
- DT 01/05 ***Licensing of University Inventions: The Role of a Technology Transfer Office***
Inés Macho-Stadler, David Pérez-Castrillo y Reinhilde Veugelers
- DT 02/05 ***Estimating the Intensity of Price and Non-price Competition in Banking: An Application to the Spanish Case***
Santiago Carbó Valverde, Juan Fernández de Guevara Radoselovics, David Humphrey y Joaquín Maudos Villarroya
- DT 03/05 ***Sistemas de pensiones y fecundidad. Un enfoque de generaciones solapadas***
Gemma Abió Roig y Concepció Patxot Cardoner
- DT 04/05 ***Análisis de los factores de exclusión social***
Joan Subirats i Humet (Dir.), Ricard Gomà Carmona y Joaquim Brugué Torruella (Coords.)
- DT 05/05 ***Riesgos de exclusión social en las Comunidades Autónomas***
Joan Subirats i Humet (Dir.), Ricard Gomà Carmona y Joaquim Brugué Torruella (Coords.)
- DT 06/05 ***A Dynamic Stochastic Approach to Fisheries Management Assessment: An Application to some European Fisheries***
José M. Da-Rocha Álvarez y María-José Gutiérrez Huerta
- DT 07/05 ***The New Keynesian Monetary Model: Does it Show the Comovement between Output and Inflation in the U.S. and the Euro Area?***
Ramón María-Dolores Pedrero y Jesús Vázquez Pérez
- DT 08/05 ***The Relationship between Risk and Expected Return in Europe***
Ángel León Valle, Juan Nave Pineda y Gonzalo Rubio Irigoyen
- DT 09/05 ***License Allocation and Performance in Telecommunications Markets***
Roberto Burguet Verde
- DT 10/05 ***Procurement with Downward Sloping Demand: More Simple Economics***
Roberto Burguet Verde
- DT 11/05 ***Technological and Physical Obsolescence and the Timing of Adoption***
Ramón Caminal Echevarría
- DT 01/06 ***El efecto de la inmigración en las oportunidades de empleo de los trabajadores nacionales: Evidencia para España***
Raquel Carrasco Perea, Juan Francisco Jimeno Serrano y Ana Carolina Ortega Masagué
- DT 02/06 ***Inmigración y pensiones: ¿Qué sabemos?***
José Ignacio Conde-Ruiz, Juan Francisco Jimeno Serrano y Guadalupe Valera Blanes
- DT 03/06 ***A Survey Study of Factors Influencing Risk Taking Behavior in Real World Decisions under Uncertainty***
Manel Baucells Alibés y Cristina Rata
- DT 04/06 ***Measurement of Social Capital and Growth: An Economic Methodology***
Francisco Pérez García, Lorenzo Serrano Martínez, Vicente Montesinos Santalucía y Juan Fernández de Guevara Radoselovics

- DT 05/06 ***The Role of ICT in the Spanish Productivity Slowdown***
Matilde Mas Ivars y Javier Quesada Ibáñez
- DT 06/06 ***Cross-Country Comparisons of Competition and Pricing Power in European Banking***
David Humphrey, Santiago Carbó Valverde, Joaquín Maudos Villarroya y Philip Molyneux
- DT 07/06 ***The Design of Syndicates in Venture Capital***
Giacinta Cestone, Josh Lerner y Lucy White
- DT 08/06 ***Efectos de la confianza en la información contable sobre el coste de la deuda***
Belén Gill de Albornoz Noguera y Manuel Illueca Muñoz
- DT 09/06 ***Relaciones sociales y envejecimiento saludable***
Ángel Otero Puime, María Victoria Zunzunegui Pastor, François Béland, Ángel Rodríguez Laso y María Jesús García de Yébenes y Prous
- DT 10/06 ***Ciclo económico y convergencia real en la Unión Europea: Análisis de los PIB per cápita en la UE-15***
José Luis Cendejas Bueno, Juan Luis del Hoyo Bernat, Jesús Guillermo Llorente Álvarez, Manuel Monjas Barroso y Carlos Rivero Rodríguez
- DT 11/06 ***Esperanza de vida en España a lo largo del siglo xx: Las tablas de mortalidad del Instituto Nacional de Estadística***
Francisco José Goerlich Gisbert y Rafael Pinilla Pallejà
- DT 12/06 ***Convergencia y desigualdad en renta permanente y corriente: Factores determinantes***
Lorenzo Serrano Martínez
- DT 13/06 ***The Common Agricultural Policy and Farming in Protected Ecosystems: A Policy Analysis Matrix Approach***
Ernest Reig Martínez y Vicent Estruch Guitart
- DT 14/06 ***Infrastructures and New Technologies as Sources of Spanish Economic Growth***
Matilde Mas Ivars
- DT 15/06 ***Cumulative Dominance and Heuristic Performance in Binary Multi-Attribute Choice***
Manel Baucells Alibés, Juan Antonio Carrasco López y Robin M. Hogarth
- DT 16/06 ***Dynamic Mixed Duopoly: A Model Motivated by Linux versus Windows***
Ramon Casadesus-Masanell y Pankaj Ghemawat
- DT 01/07 ***Social Preferences, Skill Segregation and Wage Dynamics***
Antonio Cabrales Goitia, Antoni Calvo-Armengol y Nicola Pavoni
- DT 02/07 ***Stochastic Dominance and Cumulative Prospect Theory***
Manel Baucells Alibés y Franz H. Heukamp
- DT 03/07 ***Agency Revisited***
Ramon Casadesus-Masanell y Daniel F. Spulber
- DT 04/07 ***Social Capital and Bank Performance: An International Comparison for OECD Countries***
José Manuel Pastor Monsálvez y Emili Tortosa-Ausina

- DT 05/07 ***Cooperation and Cultural Transmission in a Coordination Game***
Gonzalo Olcina Vauteren y Vicente Calabuig Alcántara
- DT 06/07 ***The Extended Atkinson Family and Changes in Expenditure Distribution: Spain 1973/74 – 2003***
Francisco J. Goerlich Gisbert, María Casilda Lasso de la Vega Martínez
y Ana Marta Urrutia Careaga
- DT 07/07 ***Análisis de la evolución de la dependencia en la tercera edad en España***
David Casado Marín
- DT 08/07 ***Designing Contracts for University Spin-offs***
Inés Macho-Stadler, David Pérez-Castrillo y Reinhilde Veugelers
- DT 09/07 ***Regional Differences in Socioeconomic Health Inequalities in Spain***
Pilar García Gómez y Ángel López Nicolás
- DT 10/07 ***The Evolution of Inequity in Access to Health Care in Spain: 1987-2001***
Pilar García Gómez y Ángel López Nicolás
- DT 11/07 ***The Economics of Credit Cards, Debit Cards and ATMs: A Survey and Some New Evidence***
Santiago Carbó-Valverde, Nadia Massoud, Francisco Rodríguez-Fernández,
Anthony Saunders y Barry Scholnick
- DT 12/07 ***El impacto comercial de la integración europea, 1950-2000***
Luis Fernando Lanaspá Santolaria, Antonio Montañés Bernal,
Marcos Sanso Frago y Fernando Sanz Gracia

Fundación **BBVA**

Gran Vía, 12
48001 Bilbao
Tel.: 94 487 52 52
Fax: 94 424 46 21

Paseo de Recoletos, 10
28001 Madrid
Tel.: 91 374 54 00
Fax: 91 374 85 22

publicaciones@bbva.es
www.bbva.es

