



**Blaconá, María Teresa**

**Andreozzi, Lucía**

*Instituto de Investigaciones Teóricas y Aplicadas de la Escuela de Estadística*

## **COMPARACIÓN DE LA MORTALIDAD Y LA ESPERANZA DE VIDA DE ARGENTINA Y LA CIUDAD DE BUENOS AIRES.**

**Resumen:** En el presente trabajo se emplea un enfoque de datos funcionales para generar pronósticos probabilísticos demográficos de la mortalidad de la Argentina y Ciudad de Buenos Aires (CABA). Este enfoque permite cuantificar la incertidumbre asociada a los pronósticos demográficos través del cálculo de intervalos de pronóstico, permitiendo además obtener una descomposición de la componente demográfica, útil para describir su tendencia en el tiempo y su comportamiento particular para cada una de las edades. Su insumo básico son las tasas observadas, calculadas a partir de cifras de hechos vitales y población. Por otro lado se emplean pronósticos coherentes para obtener cifras según sexo, que respeten la diferencia que se observa en los datos históricos. Existen algunas similitudes en el comportamiento de la tasa de mortalidad entre ambas áreas ya que CABA es un distrito con mucha influencia, por su tamaño, sobre Argentina; sin embargo las asimetrías existentes en el país también provocan diferencias en el desempeño de la mortalidad teniendo en cuenta la edad y el género.

Palabras claves: Modelos probabilísticos, tendencia, pronósticos, género y edad

**Abstract:** In this paper a functional data approach is used to generate probabilistic forecasts of demographic mortality of Argentina and Buenos Aires City (CABA). This approach allows to quantify the uncertainty associated to demographic forecasts by calculating prediction intervals and also allows to obtain a decomposition of the demographic component that is useful to describe the trend over time and the particular behavior for each age. It's basic input are the observed rates, calculated from vital statistics and population numbers. On the other hand consistent forecasts are used to obtain results by sex that respect the difference observed in the historical data. There are some similarities in the behavior of the mortality rate between the two areas, but, while CABA is an influential district on Argentina, because of its size; the existing asymmetries in the country also lead to differences in the performance of mortality taking into account age and gender.

Keywords: Probabilistic models, trend, forecast, gender and age.

### **Introducción**

En la confluencia de la demografía y la estadística, los términos proyección y pronóstico tienen una estrecha vinculación; en demografía, proyección se emplea al referirse a la elaboración de cifras futuras de población, mientras que en estadística se emplea el término pronóstico al denominar las cifras estimadas a través de un modelo estadístico para un horizonte futuro tanto de las componentes demográficas como para el resultado de la interacción de las mismas: el pronóstico de la población.



El análisis de la mortalidad y la esperanza de vida de una ciudad, región o país no sólo brinda indicios sobre la calidad de vida y el estado sanitario de una población, sino que también, el estudio de la evolución y la proyección de dichos indicadores constituyen insumos indispensables para delinear políticas públicas. Si además el análisis se realiza por edad y sexo se generan resultados aún más informativos.

En 1998 el Consejo Nacional de Investigaciones de la Academia de Ciencias de los Estados Unidos conformó un panel de expertos para analizar el tema de las proyecciones en profundidad (Bongaarts y Bulatao, 2000). Entre las conclusiones se destacaba que las proyecciones elaboradas no otorgan la importancia necesaria a un aspecto relevante: la incertidumbre asociada a los pronósticos, de modo que el panel indicó que sería adecuado que las cifras de proyecciones contemplaran de forma explícita esta característica y remarcaba la necesidad de desarrollar métodos que la cuantifiquen.

Cuando se estiman las componentes demográficas a nivel país, las cifras comprenden zonas con disímiles comportamientos y en un territorio tan extenso y asimétrico como es Argentina, se presentan realidades socio-demográficas que difieren, de modo tal que las componentes demográficas que resumen la dinámica de la mortalidad, fecundidad y migraciones presentan trayectorias particulares para cada región.

En este trabajo se realiza una comparación entre el comportamiento de la mortalidad, por género y edad, de la ciudad de Buenos Aires y Argentina. En relación a la metodología empleada, en los últimos años, Hyndman y Ullah (2007) siguiendo el paradigma de datos funcionales<sup>1</sup> proponen suavizar la mortalidad mediante regresiones *spline* penalizadas para luego ajustar un modelo utilizando una descomposición en componentes principales. El enfoque de datos funcionales permite modelar la mortalidad, la fecundidad y las migraciones, para obtener como producto final la proyección estocástica de población, acerca de dicha metodología García Guerrero y Ordorica (2012) afirman: "*El último y más reciente exponente es el trabajo de Hyndman y Booth (2008). Estos autores proponen un método muy innovador para pronosticar las poblaciones basándose en modelos de datos funcionales. A grandes rasgos, su método trata de modelar las tasas vitales por edad y sexo de acuerdo con modelos funcionales con coeficientes estimados con series de tiempo. Después, con el fin de hacer más robusto el pronóstico, se asume que los nacimientos y las defunciones siguen una distribución de Poisson. Finalmente, se utiliza el método de simulación de Montecarlo para pronosticar la población total. Esta nueva técnica parece ser muy robusta y sería muy interesante que se desarrollara en trabajos futuros con el fin de comparar los pronósticos aquí propuestos*". En dos trabajos anteriores, se utilizó la metodología mencionada para analizar la mortalidad de Argentina (Andreozzi y Blaconá, 2016) y la de la ciudad de Buenos Aires (Andreozzi y Blaconá, 2014), de los mismos se desprenden algunas similitudes y diferencias en el desempeño de la mortalidad teniendo en cuenta la edad y el género, hecho que motiva el presente trabajo.

En la sección dos se definen brevemente los modelos empleados.

## Metodología

Durante los últimos años se han desarrollado múltiples enfoques para pronósticos probabilísticos (Booth et al., 2006) y dentro de esta categoría han cobrado una particular relevancia

---

<sup>1</sup> La filosofía básica del análisis funcional radica en pensar a los datos observados como funciones en lugar de una secuencia de observaciones individuales. El término funcional se refiere a la estructura intrínseca de los datos, más que a su forma explícita.



los métodos para datos funcionales (Ramsay y Silverman, 2005). Estos métodos, de reciente aparición, constituyen un nuevo marco para el análisis de series de tiempo, que ha sido adoptado, entre otras finalidades para realizar pronósticos de todas las componentes demográficas (Hyndman y Ullah, 2007). El modelo para datos funcionales es una extensión del modelo Lee-Carter (LC), en el sentido de que descompone la mortalidad de acuerdo a su comportamiento en el tiempo y los patrones etarios. La diferencia radica en dos puntos, primero, el modelo para datos funcionales se aplica siempre sobre los datos suavizados (funciones de los datos observados) y, en segundo lugar, se emplean múltiples bases y no un único índice como se plantea en el caso de LC, denominado  $k_t$ . Un aporte interesante a este enfoque lo hacen Hyndman et al. (2013) al introducir la idea de pronósticos coherentes en el paradigma de datos funcionales. La idea principal de esta propuesta radica en que la diferencia entre los pronósticos de grupos de interés debe permanecer constante a través del tiempo, reproduciendo la relación presente en los datos observados. Los grupos de interés pueden ser subregiones geográficas o géneros, por mencionar algunas posibilidades.

En el presente trabajo se emplea un enfoque de datos funcionales para generar pronósticos probabilísticos demográficos de la mortalidad de la Argentina y Ciudad de Buenos Aires (CABA). Este enfoque permite cuantificar la incertidumbre asociada a los pronósticos demográficos través del cálculo de intervalos de pronóstico, permitiendo además obtener una descomposición de la componente demográfica, útil para describir su tendencia en el tiempo y su comportamiento particular para cada una de las edades. Su insumo básico son las tasas observadas, calculadas a partir de cifras de hechos vitales y población. Por otro lado se emplean pronósticos coherentes para obtener cifras según sexo, que respeten la diferencia que se observa en los datos históricos.

## Resultados

En primer lugar se presenta una breve reseña de la situación demográfica de ambas regiones bajo estudio.

### *Breve reseña de la situación demográfica Argentina*

En su trabajo sobre el crecimiento poblacional de Argentina, Flores Cruz destaca que el país presenta en la actualidad un fenómeno de envejecimiento de la población, la existencia de diferentes dinámicas poblacionales hacia el interior del país determina que este fenómeno de paulatino aumento de la población de adultos mayores se registre con diversos estadíos en las diferentes jurisdicciones del país. Los extremos de este fenómeno se observan entre la provincia de Misiones y CABA. En la primera, el porcentaje de mayores de 64 años fue del 5,4% en el año 2001; mientras que en CABA los adultos mayores representaron el 17,2%. En relación a la fecundidad, la tasa de natalidad presenta una disminución a lo largo de las últimas décadas, fenómeno que se manifiesta a nivel mundial. En el 2001 la natalidad fue de 18,2 por mil, con posterioridad a este año, luego de la gran crisis económica, aumentó levemente alcanzando 19,3 por mil en el año 2004 y luego desciende a 18,5 por mil en 2005. Las tasas brutas y ajustadas de mortalidad muestran un descenso desde comienzos del siglo XX tendiendo a un nivel estable en las últimas décadas. En el año 2005, la mortalidad general del país era de 7.6 por mil, un valor similar al registrado para el año 1991. La esperanza de vida al nacer, al ser un indicador independiente de la estructura etaria, refleja más claramente el nivel de la mortalidad. Por ello se presenta en la Tabla 1 la cual contiene una evolución de dicho indicador desde el año 1869 hasta el año del último Censo Nacional de Población y Vivienda; 2010.

Tabla 1. Esperanza de vida al nacer por sexo. Argentina. Años 1869-2010



| Año       | Ambos se-<br>xos | Varón | Mujer |
|-----------|------------------|-------|-------|
| 1869-1895 | 32,9             | 32,6  | 33,3  |
| 1895-1914 | 40,0             | 39,5  | 40,7  |
| 1913-1915 | 48,5             | 47,6  | 49,7  |
| 1946-1948 | 61,1             | 59,1  | 63,6  |
| 1959-1961 | 66,4             | 63,7  | 69,5  |
| 1969-1971 | 65,6             | 61,9  | 69,5  |
| 1980-1981 | 68,9             | 65,5  | 72,7  |
| 1990-1992 | 71,9             | 68,4  | 75,6  |
| 2001      | 74,2             | 70,6  | 78,0  |
| 2005      | 75,1             | 71,7  | 78,6  |
| 2010      | 75,4             | 72,3  | 78,7  |

Elaboración propia en base INDEC, CELADE, Florez Cruz, Peranovich y Gonzalez, (2012)

### *Breve reseña de la situación demográfica de la Ciudad de Buenos Aires*

La ciudad autónoma de Buenos Aires (CABA) posee una importancia indiscutible en la vida política, económica y social de la Argentina. Hecho que también se pone de manifiesto al comparar el tamaño de la población respecto al total de habitantes del país, porción que naturalmente resulta mayor aún si se lo refiere a la población urbana.

En CABA, desde comienzos del siglo pasado, se evidencia una tendencia declinante de la mortalidad y de la natalidad, sin embargo el descenso en la mortalidad se manifestó previo al descenso de la natalidad. Luego, la evolución combinada de los diferentes ritmos de decrecimiento en ambos fenómenos fue modificando el crecimiento natural de la población. Si se evalúa la población de 65 años y más, la misma representaba: en 1960 el 9% de la población, mientras que para el año 1991, aumento al 16%, y en el año 2013 alcanzó el 17,6% de la población, con una diferencia marcada entre géneros, 14,8% en varones y 20,1 en mujeres, según la Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares, (INDEC, 2013).

La evolución de la mortalidad se puede caracterizar por dos indicadores, la esperanza de vida al nacer y la tasa de mortalidad infantil, ya que los mismos no están afectados por la estructura por edades de la población. En CABA la EVN se ha incrementado en 41 años desde 1887 a 1991, pero si se tiene en cuenta el efecto diferencial en la mortalidad por sexo, en el mismo período las mujeres han aumentado su esperanza de vida en 43 años mientras que los hombres en 39. Para el año 2010 (Tabla 2) la EVN era de 80,4 años para las mujeres y 74,1 para los varones.

Tabla 2. Esperanza de vida al nacer por sexo. Ciudad de Buenos Aires. Años 1855-2010

| Año | Ambos se-<br>xos | Varón | Mujer |
|-----|------------------|-------|-------|
|-----|------------------|-------|-------|



|           |      |      |      |
|-----------|------|------|------|
| 1855      | 32,3 | ...  | ...  |
| 1868-1870 | 26,4 | ...  | ...  |
| 1887      | 31,7 | 30,3 | 33,8 |
| 1894-1896 | 40,9 | 39,1 | 43,4 |
| 1903-1905 | 47,7 | 45,8 | 50,3 |
| 1908-1910 | 46,9 | 44,9 | 49,6 |
| 1913-1915 | 48,6 | 46,8 | 51,1 |
| 1935-1937 | 59,4 | 56,8 | 62,5 |
| 1947      | 65,2 | 62,8 | 68,0 |
| 1959-1961 | 70,7 | 67,4 | 74,2 |
| 1969-1971 | 69,2 | 65,2 | 72,9 |
| 1980-1981 | 72,2 | 68,5 | 75,8 |
| 1990-1992 | 72,7 | 69,2 | 76,5 |
| 2000-2001 | 75,9 | 71,8 | 79,4 |
| 2008-2010 | 77,2 | 74,1 | 80,4 |

Fuente: Dirección General de Estadística y Censos (Ministerio de Hacienda GCBA), sobre la base de INDEC, Análisis Demográfico N° 10, 31 y 37.

### *Modelos para la mortalidad*

Los insumos básicos de ambos modelos los constituyen las cifras de población y el número de defunciones por edad y género, para el período 1980-2014 en la ciudad de Buenos Aires, ambos proporcionados por la Dirección General de Estadística y Censos de la Ciudad de Buenos Aires. La información se haya desagregada en 19 grupos 0 años, 1 a 4 años y grupos quinquenales, 5 a 9, 10 a 14, etc. hasta el grupo abierto final "85 años y más". Para el caso de Argentina, la información empleada para construir las tasas específicas por edad simple y sexo, para el período 1980 a 2012, proviene de la Dirección de Estadística e Información de Salud, fuente del número neto de defunciones y del Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE) que a través de sus publicaciones periódicas proporciona cifras de población con la desagregación adecuada para el presente tipo de análisis.

Para la realizar los cálculos necesarios se emplea el software R (Development Core Team, 2008). El primer paso para la aplicación es realizar un suavizado de las tasas observadas, a través de los grupos etarios.

Para visualizar la estructura de los datos sobre las que se va a aplicar el modelo se presentan gráficamente los logaritmos de las tasas observadas para el total de la población de Argentina (Figura 1) y Ciudad de Buenos Aires (CABA) (Figura 2), las curvas para cada año muestran la forma típica del patrón de la mortalidad, alta del inicio de la vida, luego un descenso hasta antes de los 10 años seguido de un aumento hasta su pico alrededor de los 20 años, fenómeno presente principalmente en varones del total de Argentina, mientras que para CABA ese aumento se extiende hasta alrededor de los 35-40 años (ver Figura 2.b). En las mujeres de las dos áreas, dicho fenómeno se presenta en mucho menor medida (ver



Figura 1.c y 2.c).

El aumento de la mortalidad para los jóvenes de alrededor de los 20 años para Argentina, está vinculado, en ésta y en la mayoría de las poblaciones, a accidentes de tránsito, muertes relacionadas al consumo de drogas y muertes violentas en general. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la adolescencia es el período de la vida en el cual el individuo adquiere su madurez reproductiva, transita los patrones psicológicos de la niñez a la adultez y establece su independencia socio-económica, comprendiendo varones y mujeres cuyas edades están entre los 10 y 24 años. Serfaty *et al.* (2007) sostiene que en Argentina este grupo asciende a un 27 % de la población y que en los últimos tiempos se ha profundizado el conocimiento que se tiene acerca de ellos; si bien no se enferman clínicamente con frecuencia, son más vulnerables a las causas de mortalidad vinculadas a la violencia: los accidentes, el suicidio y el homicidio.

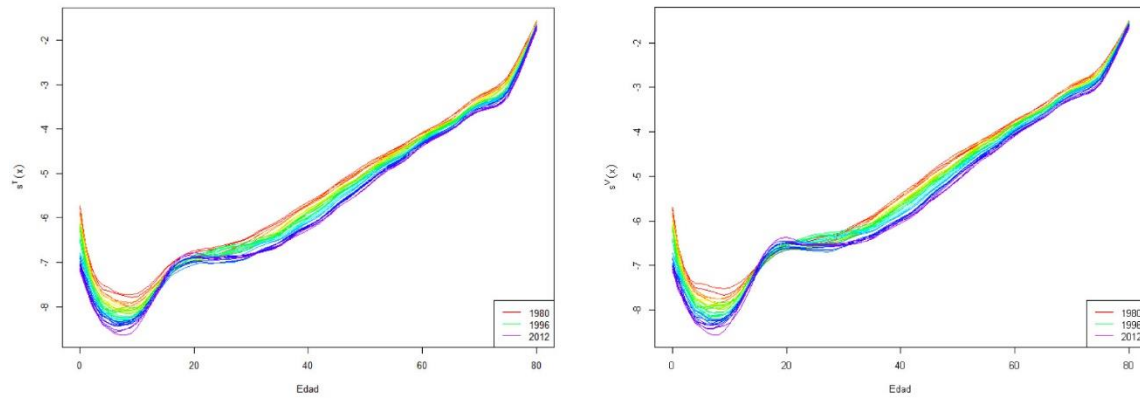
Mientras que para CABA, ese aumento de la tasa de mortalidad en los jóvenes, como se dijo, se extiende hasta los 35-40 años. Según un informe de la Dirección de Estadística del GCBA (2013), la tasa promedio de mortalidad por SIDA de CABA durante la década de los 90 era de 12 por cien mil, reduciéndose a 7,7 por mil en el año 2002. La tasa se incrementó notoriamente entre 1990 y 1996, y especialmente durante el bienio 1994-1996 donde se ubicó el valor máximo del período (18,8 por cien mil en 1996) y a partir de 1997 comienza a descender. Más aún la desagregación por sexo evidencia la presencia de sobremortalidad masculina, la tasa promedio del período para los varones quintuplica la tasa observada en mujeres (19,1 por cien mil en varones y 4,1 por cien mil en mujeres). Por ello, una hipótesis sería que el comportamiento de las curvas podría estar ligado a este fenómeno específico.

Luego de este pico, en ambas áreas, las tasas presentan un leve descenso para volver a subir, de forma sostenida, hasta las edades avanzadas, en forma más acentuada para el total de Argentina. Se presenta un pico final que no se debe a la naturaleza de los datos observados sino a la agrupación forzada en mayores de 80 años, grupo que contiene edades, las cuales sería relevante que fueran analizadas en forma simple, ya que sobre este grupo recae un gran interés debido al fenómeno del envejecimiento poblacional. Sin embargo, como argumento a favor de la utilización de este intervalo, es importante tener en cuenta que el grupo etario de 80 años y más presenta serias inconsistencias en la declaración de su edad durante los procedimientos censales (Del Popolo, 2000). En su trabajo para CELA-DE, la autora sostiene que en base al análisis de las cifras surgen dos posturas: que los datos reflejan la realidad y la mortalidad en ancianos de América Latina sería menor a la esperada de acuerdo a su situación demográfica comparada con la de los países desarrollados y una segunda hipótesis que sostiene que existen errores en los datos básicos, específicamente una tendencia a declarar en forma exagerada la edad, y que este comportamiento se acentúa con el avance de ella. Si esta última hipótesis es válida, la desagregación del grupo de 80 años y más puede distorsionar el nivel de la mortalidad, mientras que trabajar con un grupo abierto final evitaría el problema.

Un aspecto que se destaca visualmente es la caída marcada en los niveles de mortalidad a través del tiempo, que se da en todas las edades, excepto para el pico de los 20 años, franja en la que parece observarse una caída más leve o fluctuante, en las dos áreas, pero que en CABA se extiende para edades alrededor de los 35 a 40 años. La caída en general, en los niveles de la mortalidad se atribuye principalmente a las mejoras en la medicina cuando se evalúan dinámicas de largo plazo (períodos de estudio de 100 años o más), por lo cual el descenso que se observa en el presente período de tiempo puede obedecer en parte a estas causas y a otras más específicas del proceso histórico particular de la Argentina y CABA.

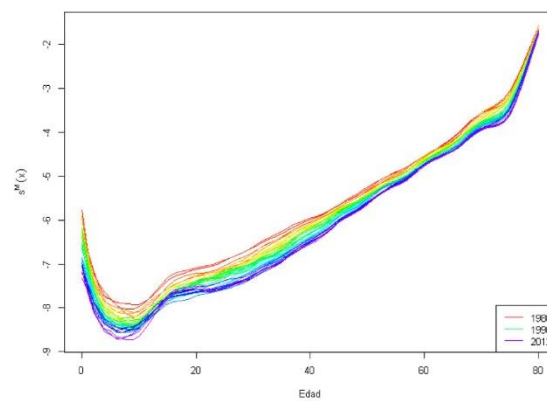


Figura 1: Suavizado de las tasas de mortalidad de Argentina, período 1980-2012. (a) Total de la población, (b) Varones y (c) Mujeres.



(a) Total

(b) Varones

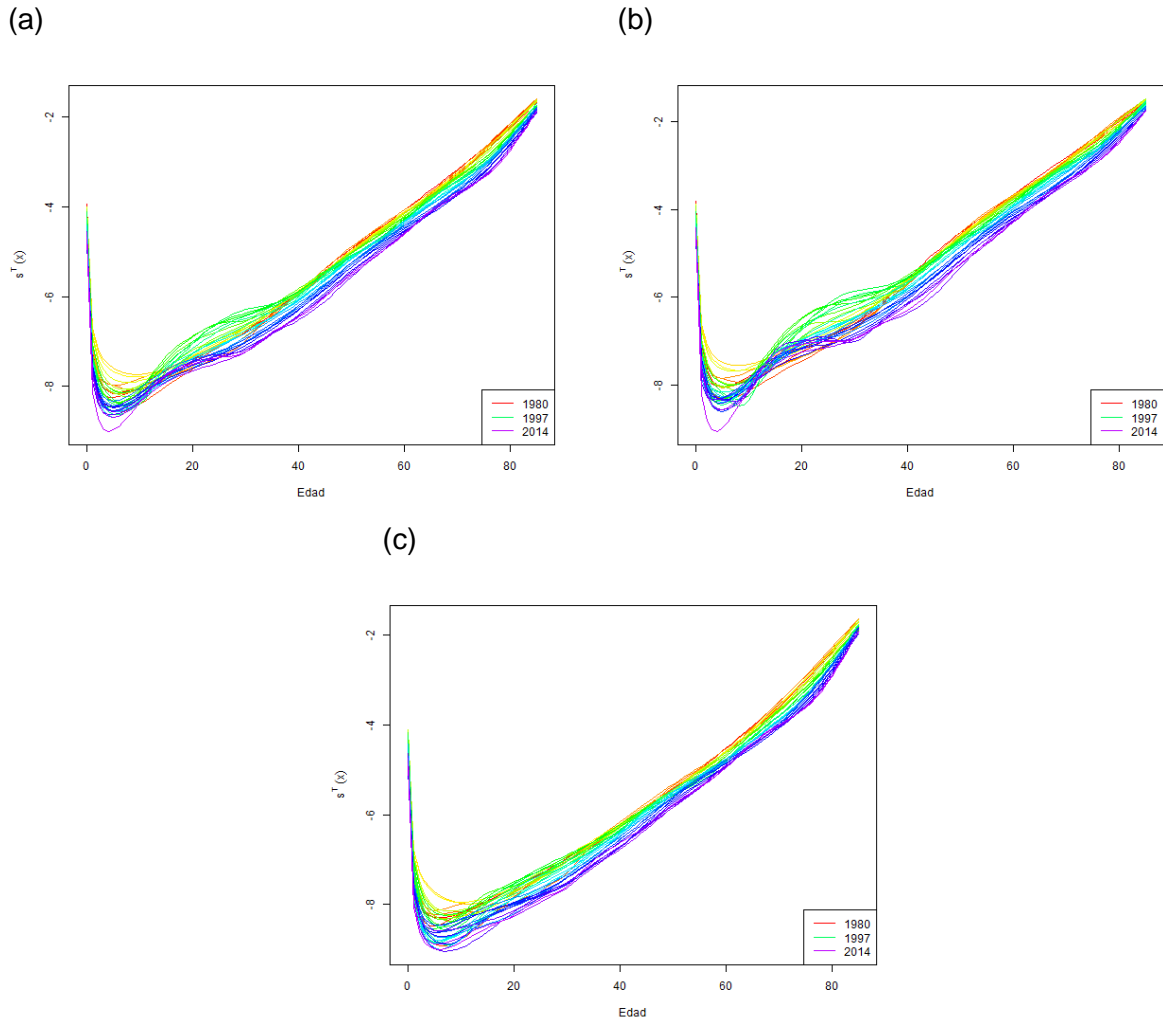


(c) Mujeres

Fuente: elaboración propia en base a datos de INDEC y CELADE.



Figura 2. Suavizado de las tasas de mortalidad de CABA, período 1980-2014. (a) Total de la población, (b) Varones y (c) Mujeres.<sup>2</sup>



Fuente: elaboración propia en base a datos de la Dirección General de Estadística y Censos de la Ciudad de Buenos Aires.

Los datos suavizados se descomponen mediante el uso de análisis de componentes principales funcionales. En relación al número de bases funcionales se establece  $K = 6$ , por lo que se obtienen seis bases y sus correspondientes coeficientes asociados (es importante destacar que gráficamente se presentan siempre los primeros tres pares base-coeficiente por motivos de practicidad e interpretabilidad). Hyndman sostiene que es difícil hallar una explicación para los coeficientes y bases funcionales más allá del segundo o tercer par base-coeficiente. La Figuras 3 contiene los resultados para el total de la población, los varones y las mujeres, respectivamente de Argentina y CABA. La Figura presenta la media, las bases, los coeficientes funcionales estimados y el pronóstico de los coeficientes con sus intervalos de pronóstico del 80 % de confianza para el total, varones y mujeres respectivamente. Al observar dentro de cada sub-figura (correspondiente a una región y un géne-

<sup>2</sup> Se emplea una escala arco iris implementada por Hyndman y se le agrega una leyenda que incluye referencias al valor mínimo, medio y más alto en la escala de colores.





ro) las mismas deben interpretarse de la siguiente manera: el primer recuadro de la fila superior representa el comportamiento promedio de la mortalidad a través de las edades. A partir de la segunda columna, la fila superior debe analizarse en forma conjunta con el correspondiente recuadro de la fila inferior, es decir, cada base debe asociarse con su correspondiente coeficiente. Por ejemplo, en el caso de la mortalidad total de Argentina, el coeficiente muestra un decrecimiento de la mortalidad a través del tiempo, pero para interpretarlo correctamente este comportamiento debe ponerse en correspondencia con su base asociada (recuadro de la fila superior), ya que la misma indica en qué edades se manifiesta este descenso y con qué intensidad. En este caso la base funcional indica que el decrecimiento se da especialmente en los primeros años de vida (mortalidad infantil y primeros años) y en menor medida para los mayores de 40 años. Sin embargo ese decaimiento no es tan notorio para personas de alrededor de 20 años, este hecho se refleja en la base ya que la misma adquiere un valor cercano a cero para la mencionada edad, en CABA las diferencias entre la caída se mantiene hasta casi los 40 años y el aumento después de los 40 años, es más marcada que para Argentina. Se puede mencionar que en los 80, año de comienzo de este análisis, la tasa de mortalidad era más baja en CABA que Argentina (Tabla 1 y Tabla 2), por ello para la primera década de estudio parece que la mortalidad decrece más lentamente que para Argentina.

Para ambas áreas, la primera base presenta una estructura similar a la de los varones, pero más suave, mientras que la segunda base presenta un comportamiento similar a la misma base en mujeres. Por último la tercera base tiene un comportamiento similar a la tercera base estimada para los varones. En otras palabras, el comportamiento de la mortalidad total está dominado en la primera y tercera base por el comportamiento que presenta la mortalidad en los varones, mientras que la segunda base estaría dominada por la pauta que sigue la mortalidad de las mujeres.

Resulta más interesante analizar los resultados para cada género, el coeficiente correspondiente a la primera base representa una mortalidad que desciende a través del tiempo, con un pico en el año 1982 para Argentina, que podría atribuirse al conflicto bélico por la soberanía de las Islas Malvinas en abril de ese año. La primera base funcional estimada indica de qué modo este descenso presente en el coeficiente se manifiesta para las distintas edades; en otras palabras indica qué grupos etarios sufren en mayor o en menor medida el descenso a través del tiempo, es decir, el pico en las edades iniciales representa el descenso en la mortalidad infantil, seguido de valores altos para la niñez y las edades entre 40 y 50 años, que presentan también descensos, pero con menor magnitud. El descenso para la franja etaria 40-50 está vinculado a la caída en la mortalidad a nivel mundial atribuible en su mayoría a la merma en las muertes por afecciones cardíacas u otras patologías debido al avance de la medicina.

Si se analizan los resultados relativos a las mujeres, para Argentina se destaca, que la franja etaria de 0 a 5 años presenta el valor más alto observado para la primera base estimada, esto indica que se trata de las edades que determinan en mayor medida el decrecimiento que presenta el coeficiente asociado a la primera base. Interpretado de otro modo, es el grupo que presentó el mayor descenso en la mortalidad durante el período 1980-2010. Nuevamente en CABA se presenta un decrecimiento de la tasa de mortalidad más tardío que para Argentina, porque partió de valores más bajos.

En segundo lugar se encuentran los grupos de mujeres de alrededor de 30 y 75 años, que también presentan un descenso en el período en estudio, pero, con una menor mag-



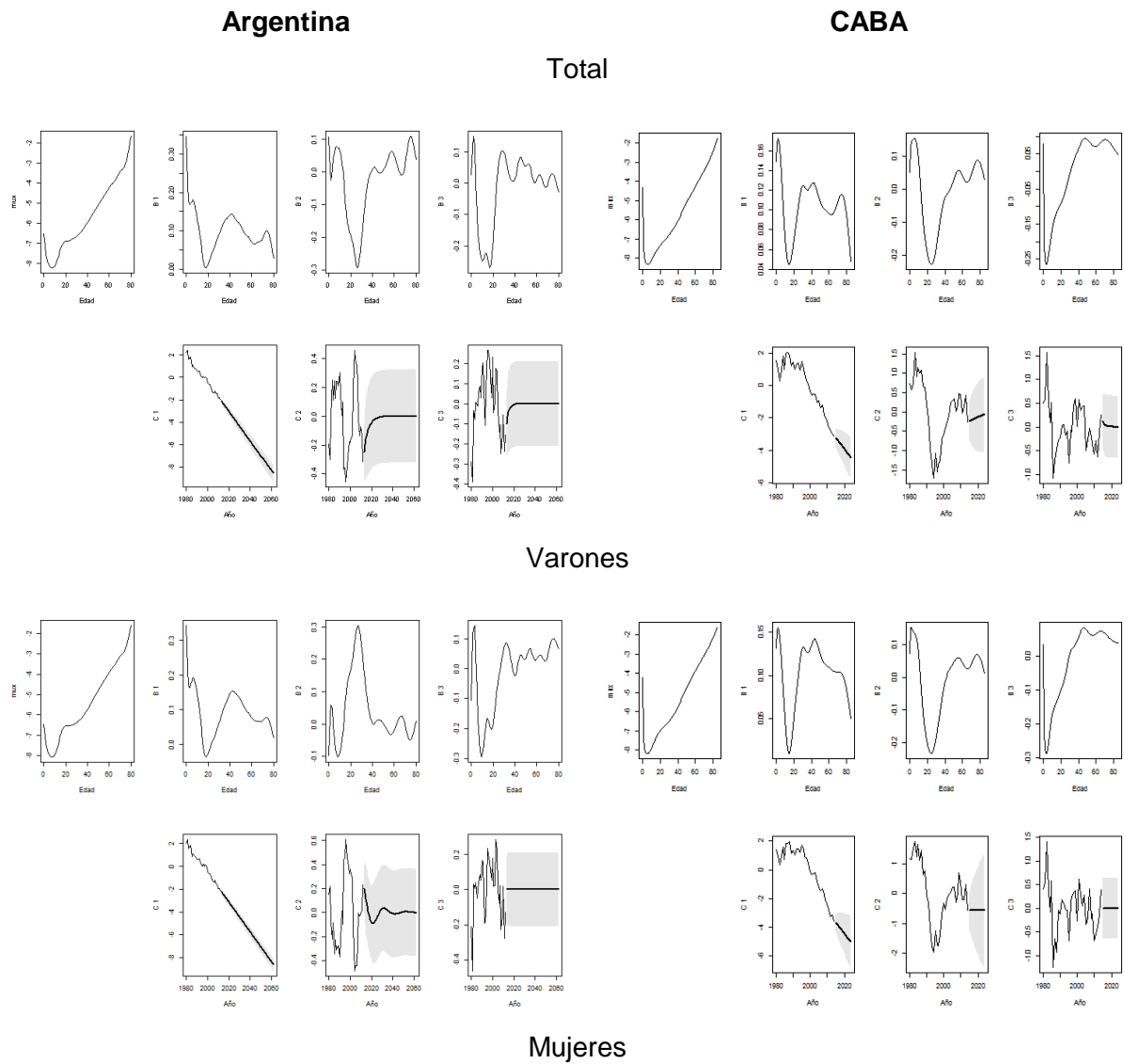
nitud o intensidad. Luego, el coeficiente asociado a la primera base claramente representa el descenso en la mortalidad de mujeres sucedido en Argentina entre 1980 y 2010. En cambio en CABA a partir de los 90. Además, se destaca un leve aumento en la fluctuación de dicho coeficiente en período 2005-2010 y si bien el fenómeno podría ser producto del azar, es posible plantear algún tipo de hipótesis en relación a sus causas.

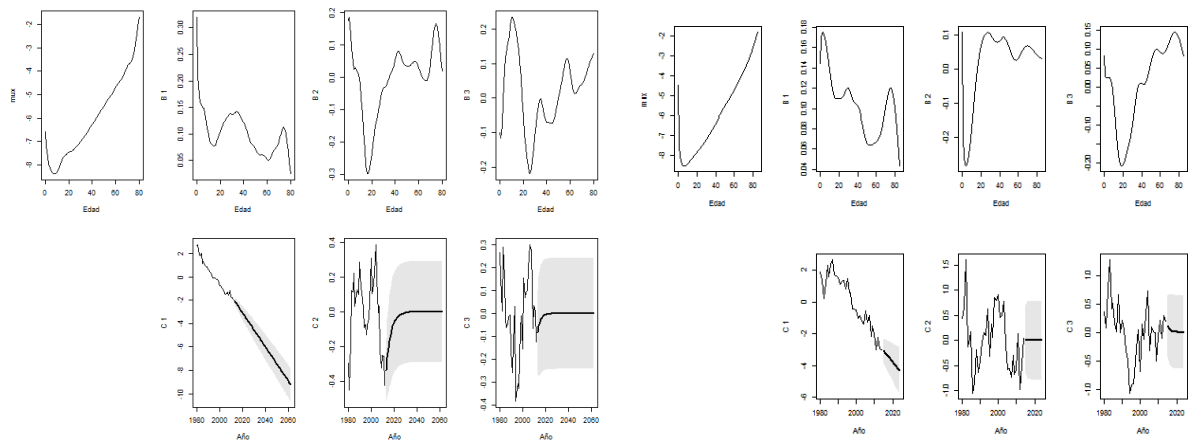
El segundo par base-coeficiente se referiría a un comportamiento diferencial entre las mujeres de 15 a 20 años en relación al resto de las edades. Para este par, el coeficiente presenta una gran fluctuación a través de los años. Evaluando base y coeficiente en forma conjunta se puede interpretar que la mortalidad de mujeres de 15 a 20 años es la que menos presenta fluctuación, esto se presenta tanto para Argentina como para CABA.

Por último, la tercer base, que es generalmente a partir de la cual resulta más difícil hallar una interpretación, podría estar representando la diferencia en la mortalidad para edades previas versus edades posteriores a los veinte años y su base asociada indicaría un comportamiento fluctuante durante el período en estudio para Argentina, con valores altos al inicio del periodo y sobre el 2005, y valores bajos a principios de los 90 y a finales del período. Sin embargo, es importante tener mayor cautela al tratar de definir el comportamiento que modela el tercer par coeficiente-base. En síntesis los grupos que dominan los cambios en la mortalidad de mujeres desde 1980 a 2010 son las niñas de 0 a 5 años, mujeres de alrededor de 30 años y las adultas mayores de alrededor de 75 años de edad, en segundo lugar las mujeres de alrededor de 20 años y por último las levemente mayores y menores a los 20 años. La forma en que estos grupos dominan los cambios está dada por su base asociada, descenso en mayor o menor medida para los tres primeros grupos mencionados y fluctuaciones a lo largo del tiempo para los restantes.



Figura 3. Media, bases y coeficientes del Modelo para datos funcionales. Argentina (1980-2012) y CABA (1980-2014).





### Pronósticos de esperanza de vida

A partir de las tasas de mortalidad se calculan las esperanzas de vida de años futuros, para Argentina y CABA, por sexo con sus respectivos intervalos de pronóstico, bajo dos supuestos: 1) que las tasas de mortalidad de ambos sexos fluctúan independientemente y 2) que dichas tasas mantienen siempre una diferencia constante entre sus tasas, lo que se llaman pronósticos coherentes (Tabla 3).

Tabla 3: Esperanza de Vida al Nacer Año 2020.

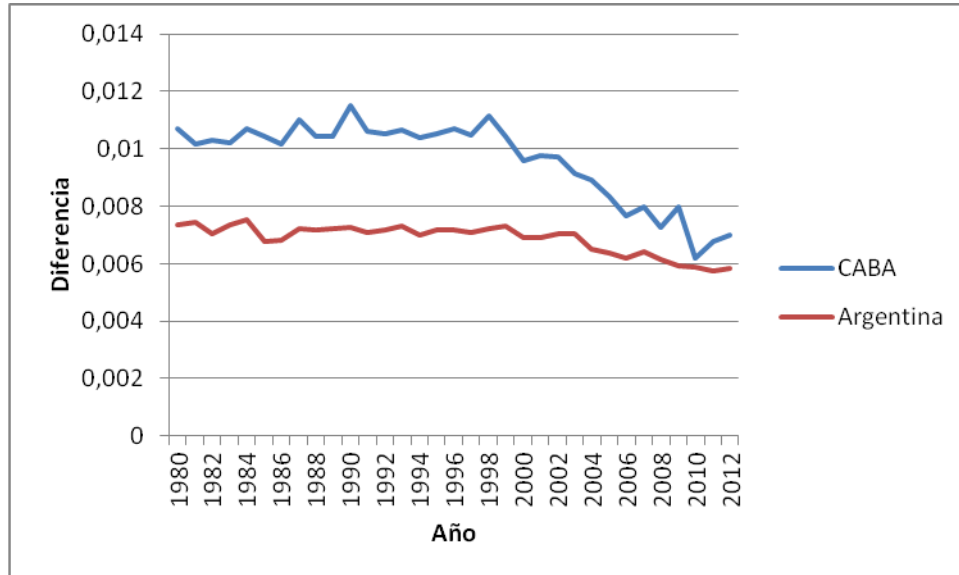
|           |                | Varones         | Mujeres         | Total           |
|-----------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Argentina | Independientes | 73,7(72,9-74,5) | 80,3(79,6;80,9) | 77,3(76,8-77,9) |
|           | Coherentes     | 73,7(73,4-74,2) | 80,3(79,8-80,7) | 76,7(76,3-77,1) |
| CABA      | Independientes | 75,8(74,1-77,6) | 80,8(79,6-82,2) | 78,6(77,2-79,9) |
|           | Coherentes     | 74,9(74,1-76,1) | 81,4(80,4-82,3) | 77,9(77,1-78,8) |

Elaboración propia en base a datos INDEC-CELADE DGEyC del GCBA. Los valores entre paréntesis son los intervalos de pronóstico con 80% de confianza.

El supuesto de pronóstico coherente parece apropiado para el total de Argentina porque la diferencia promedio de las tasas de mortalidad entre los dos sexos se mantiene constante a través de los años; en cambio para CABA el supuesto de independencia parece más razonable porque la diferencia entre sexos va disminuyendo, especialmente a partir de finales de los 90 (Figura 4)



Figura 4: Diferencias en las tasas de mortalidad observadas (Varones - Mujeres) . Argentina y CABA, 1980 a 2014.



Elaboración propia en base a datos INDEC-CELADE DGEyC del GCBA.

Por lo tanto, comparando la esperanza de vida de la población de Argentina (coherente) con CABA (independiente), para el año 2020, para el total de la población, la de CABA superaría en 1.9 años la de Argentina: en el caso de varones esto aumentaría a 2.1 años, mientras que para mujeres esta diferencia disminuiría a 0.5 años.

### Consideraciones Finales

En el presente trabajo se emplea un enfoque de datos funcionales para generar pronósticos probabilísticos demográficos de la mortalidad de la Argentina y Ciudad de Buenos Aires (CABA). Este enfoque permite cuantificar la incertidumbre asociada a los pronósticos demográficos través del cálculo de intervalos de pronóstico, permitiendo además obtener una descomposición de la componente demográfica, útil para describir su tendencia en el tiempo y su comportamiento particular para cada una de las edades. Su insumo básico son las tasas observadas, calculadas a partir de cifras de hechos vitales y población. Por otro lado se emplean pronósticos coherentes para obtener cifras según sexo, que respeten la diferencia que se observa en los datos históricos.

Existen algunas similitudes en el comportamiento de la tasa de mortalidad entre ambas áreas ya que CABA es un distrito con mucha influencia, por su tamaño, sobre Argentina; sin embargo las asimetrías existentes en el país también provocan diferencias en el desempeño de la mortalidad teniendo en cuenta la edad y el género, hecho que motiva el presente trabajo.

Se pueden destacar como similitudes, que en ambos áreas existió una importante caída de la tasa de mortalidad entre el año 1980 y el presente y por ende un sustancial crecimiento de la esperanza de vida, si bien CABA comienza el período con menores tasas de mortalidad.

Una diferencia destacable es que la mortalidad de los jóvenes varones en Argentina presenta su pico alrededor de los 20 años, mientras que para CABA este pico se extiende, durante



los años 90, hasta aproximadamente los 40 años, teniendo como posible explicación que al problema de muertes por accidentes y criminalidad, en ese período aumentaron considerablemente, en la ciudad, los casos de muertes por HIV.

Otra diferencia a tener en cuenta es que para Argentina es plausible el supuesto de pronósticos coherentes (se mantienen constantes las diferencias de tasa de mortalidad de hombres y mujeres a través de los años). Mientras que para CABA a partir de los 90 esas diferencias van disminuyendo, acercándose las tasas de mortalidad de hombres y mujeres, por lo que parecería más acertado en pensar en comportamientos independientes.

Por último los pronósticos de esperanza de vida para el año 2020 muestran que para el total de la población y varones CABA supera a Argentina en aproximadamente dos años la expectativa de vida, diferencia que no se presenta en mujeres.

Para el futuro se cree interesante analizar con la misma metodología distintas áreas de Argentina para encontrar diferencias y similitudes sobre el comportamiento de la mortalidad por sexo y edad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Andreozzi, L. y Blaconá M.T. (2016) Propuestas para el análisis de la mortalidad y de la Esperanza de Vida al Nacer de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Población de Buenos Aires. Año 13, nº 24, pp. 29-50-2.

Blaconá, M.T. y Andreozzi L. (2014) Análisis de la mortalidad por edad y sexo mediante modelos para datos funcionales. Estadística. Instituto Interamericano de Estadística., 66, 186 y 187, pp. 65-89

Bongaarts, J. y Bulatao, R. A. (2000). *Beyond Six Billion: Forecasting the World's Population. Panel on Population Projections, Committee on Population, National Research Council.* Natuional Academy Press.

Booth, H., R. Hyndman, L. Tickle y P. de Jong (2006), "Lee-Carter mortality forecasting: A multi-country comparison of variants and extensions", en *Demographic Research*. 15 (9), Rostock, [Max Planck Institute for Demographic Research](http://www.max-planck-institut-demographische-forschung.de/), pp. 289-310.

Dirección General de Estadística y Censos. (2003) Mortalidad por SIDA. La mortalidad por SIDA en la ciudad de Buenos Aires a partir de la década de los 90 en Informe de resultados N° 84 Buenos Aires, 8 de octubre de 2003.

Flores Cruz, R s.f. El crecimiento de la población argentina. Instituto de Investigaciones Gino Germani. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Buenos Aires. Recuperado de <http://www.webiiqq.sociales.uba.ar/pobmigra/archivos/ramiro-flores/crecimiento.pdf>

García Guerrero, V. M. y M. Ordorica Mellado (2012), "Proyección estocástica de la mortalidad mexicana por medio del método de Lee-Carter", en *Estudios Demográficos y Urbanos*, vol. 27, núm. 2, mayo-agosto, México, El colegio de México, pp. 409-448. Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31226408004>>.

Hyndman, R. y H. Booth (2008), "Stochastic population forecast using functional data models for mortality, fertility and migration" en *International Journal of Forecasting*, 24, Medford, [International Institute of Forecasters](http://www.internationalinstituteofforecasters.com/), pp. 323-342.

Hyndman, R. y M. Ullah (2007), "Robust forecasting of mortality and fertility rates: A functional data approach", en *Computational Statistics and Data Analysis*, 51, La Haya, International Association for Statistical Computing, pp. 4942-4956.

Hyndman, R., H. Booth y F. Yasmeeen (2013), "Coherent Mortality Forecasting: The Product-



Ratio Method With Functional Time Series Models" en *Demography*, 50 (1), Silver Spring, Population Association of America, pp. 261-283.

INDEC, 2013 Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares,

Ramsay, J. O. y Silverman, B. W. (2005). *Functional data analysis* 2nd ed. Springer, New York.

R Core Team (2014). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponible en: < <http://www.R-project.org/>>

Serfaty, E., L. Foglia, A. Masautis y G. Negri (2007), "Mortalidad por causas violentas en adolescentes y jóvenes de 10- 24 años", en *Revista Vertex.*, 40, CABA, Polemos, pp. 25-30.

Peranovich, A. y González, L. M. (2012). Años de esperanza de vida perdidos en Argentina, 2001- 2010. *Población y Salud en Mesoamérica*, 10(1), 1-23

## FUENTES

INDEC – CELADE – DGEyC del GCBA