

# *Proyección de poblaciones carcelarias en Colombia*

SERGIO DAVID SOLANO BEJARANO  
INGENIERO INDUSTRIAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICA  
BOGOTÁ, D.C.  
ABRIL DE 2017

# *Proyección de poblaciones carcelarias en Colombia*

SERGIO DAVID SOLANO BEJARANO  
INGENIERO INDUSTRIAL

DISERTACIÓN PRESENTADA PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
MASTER EN CIENCIAS - ESTADÍSTICA

DIRECTOR  
B. PIEDAD URDINOLA CONTRERAS, PH.D.  
DOCTOR EN DEMOGRAFÍA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN  
DEMOGRAFÍA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICA  
BOGOTÁ, D.C.  
ABRIL DE 2017

**Título en español**

Proyección de poblaciones carcelarias en Colombia

**Title in English**

Prison populations projections for Colombia

**Resumen:** Se realizan proyecciones de la población carcelaria en Colombia, usando la información disponible para los años 1991-2017. La información publicada periódicamente no incluye las tasas de transición (ingreso y salida) del sistema, por esta razón se eligen tres métodos que permiten realizar la proyección a partir de la población observada. Los métodos utilizados son: modelos demográficos para poblaciones pequeñas, modelos ARIMA, y modelos Estado-Espacio. Se comprara el ajusted de cada modelo, sus ventajas y desventajas.

**Abstract:** Projections of the prison population in Colombia are made, considering available data from 1991-2017. Monthly released data does not include admission or release rates, so we use three methods that work over the total population. The considered methods are: Demographical methods for subnational populations, ARIMA Models, and State-Space Models. We compare the fit of the three models, their advantages and disadvantages.

**Palabras clave:** Poblaciones carcelarias, series de tiempo, procesos SARIMA, Modelos Estado Espacio, Poblaciones pequeñas

**Keywords:** Prison populations, time series, SARIMA processes, State Space Models, Subnational Populations

## Nota de aceptación

Trabajo de tesis

Aprobado

“Mención Meritoria o Laureada”

---

Jurado

Jurado uno

---

Jurado

Jurado dos

---

Director

B. Piedad Urdinola

Bogotá, D.C., Abril 19 de 2017

---

---

**Dedicado a**

---

---

Este documento está dedicado a Hercilia Bejarano, mi madre.

---

---

## Agradecimientos

---

---

Agradezco a Piedad, paciente directora de tesis, por su colaboración; a mis compañeros de estudio: Julian, Jennifer y Ángela; y a Alanis, por supuesto.

---

---

# Índice general

---

---

Índice general	I
Índice de tablas	II
Índice de figuras	III
1. Métodos demográficos para poblaciones pequeñas	1
1.1. Población colombiana 1991-2020 . . . . .	1
1.2. Población privada de la libertad por rango de edad 2016-2017 . . . . .	3
Conclusiones	8
Trabajo futuro	9
Bibliografía	10

---

---

## Índice de tablas

---

---



---

---

## Índice de figuras

---

---

1.1. Proyección de la población nacional por rango de edad . . . . .	2
1.2. Población privada de la libertad. Febrero-2016 a Diciembre-2017 . . . . .	3
1.3. Población privada de la libertad. Febrero-2016 a Diciembre-2017 . . . . .	4
1.4. Piramide poblacional, población privada de la libertad, Junio - 2017 . . . . .	5
1.5. Población privada de la libertad. Febrero-2016 a Diciembre-2017 . . . . .	5
1.6. Tasa de específica de encarcelamiento. Junio-2017 . . . . .	6
1.7. Tasa específica de encarcelamiento. Junio-2016, Junio -2017 . . . . .	6
1.8. Población privada de la libertad. 2005-2020 . . . . .	7

# CAPÍTULO 1

---

---

## Métodos demográficos para poblaciones pequeñas

---

---

Los métodos demográficos para poblaciones pequeñas usuales son ratio-correlation y censal-ratio. Estos métodos requieren contar con indicadores sintomáticos para la población total y la población pequeña, por ejemplo número de muertes o nacimientos, licencias de conducir o inscripciones escolares, para poder estimar la proporción de la población total, ubicada en la población pequeña.

En el caso de la población privada de la libertad en Colombia, el INPEC no publica otras series de indicadores históricas además de los conteos de población sindicada y condenada, y separada por género.

Un uso frecuente de los métodos de proyección para poblaciones pequeñas es realizar interpolación en periodos no censales. Uno de los inconvenientes mencionados es la dificultad de realizar extrapolación, puesto que para los periodos post-censales, los indicadores no están necesariamente disponibles. Una posible solución es realizar la estimación usando periodos rezagados. [21].

Para realizar la proyección a tres años, como en el capítulo anterior, se utilizan variables que tengan una proyección oficial, por lo menos anual para los siguientes tres años. La metodología de proyección de Blumstein sugiere que bajo un sistema normativo estable, la proporción de la población carcelaria por rango etario resulta fundamental en la proyección de poblaciones carcelarias [1]. Dado que el DANE genera poblaciones de población desagregadas por rango etario, usaremos estas en el método de ratio-correlación.

### 1.1. Población colombiana 1991-2020

Las proyecciones de población carcelaria en Colombia del DANE dan cuenta de un proceso de cambio en la estructura de población en Colombia, entre 1985 y 2020. En la figura 1.1 se puede observar la proyección de población nacional del DANE, entre 1991 y 2020, a nivel anual, por grupo de edad. [7]

La población total pasa de 35 millones en 1991, a 51 millones en 2020. No todos los rangos etarios crecen al mismo ritmo, la población de cero a cuatro años tiene un decrecimiento en la población total. Los siguientes grupos etarios reducen su proporción frente a la población total en el periodo analizado: cero a cuatro, de cinco a nueve, de diez a cator-

ce, de quince a diecinueve, de veinte a veinticuatro y veinticinco a veintinueve años. Esto representa un proceso de envejecimiento de la población, sin embargo el perfil de cambio en cada perfil es diferente según el grupo etario; por ejemplo, la población total de cero a cuatro años, tiene un pico entre 1990 y 2000, luego de lo cual decrece su participación en la población total. Este pico en la población de cinco a nueve, se presenta entre el 2000 y el 2005.

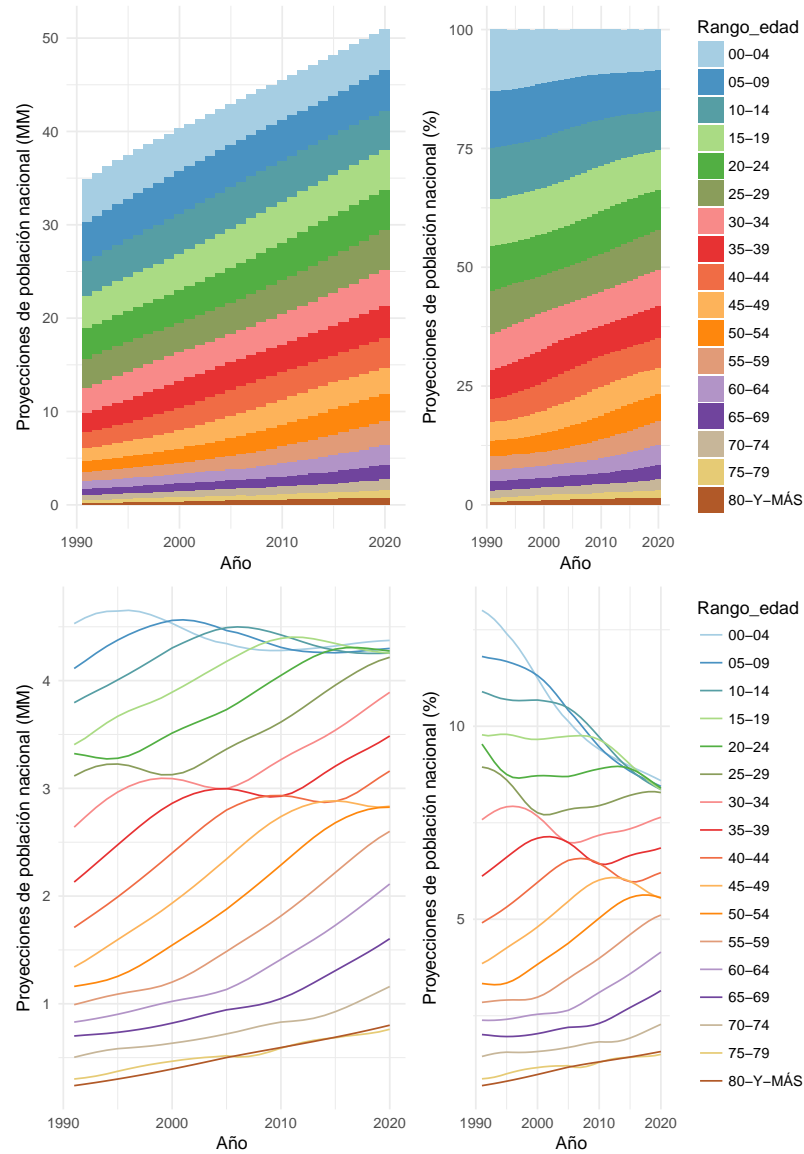


FIGURA 1.1. Proyección de la población nacional por rango de edad

Fuente: DANE Elaboración propia

Los grupos etarios usualmente asociados con altas tasas de criminalidad están entre quince y veinticuatro años [1]. La población total en ambos grupos crece sostenidamente en el periodo 1991-2020. Como porcentaje de la población total, decrecen en dos puntos porcentuales en el mismo periodo. El crecimiento de este grupo etario, particularmente en hombres podría ser un buen predictor de la población carcelaria.

## 1.2. Población privada de la libertad por rango de edad 2016-2017

El INPEC publica un reporte mensual con estadísticas detalladas de la población carcelaria al cierre de ese mes. Los reportes están disponibles en la página del INPEC desde Enero 2013 e incluyen la composición de la población privada de la libertad por sexo y edad; sin embargo, la estructura de los datos ha cambiado a través del tiempo. Particularmente, la composición por rangos etarios antes de febrero 2016 consolidaba la información en las categorías: 18 a 29 años, 29 a 54 años, 55 a 64 años, y mayor de 65 años.

Para realizar proyecciones de población carcelaria por edad se realizó el siguiente procedimiento:

1. se consolidaron los reportes del INPEC de febrero 2016 a diciembre 2017
2. se tomó la proyección de población del DANE por año de 2005 a 2020 y se consolidó en las mismas categorías que usa el INPEC.
3. se calculó la tasa específica de encarcelamiento por rango etario para mitad de periodo en el año 2017.
4. se realizó una proyección para los años 2018-2019 y un estimado de la población privada de la libertad hasta el año 2005 usando la tasa de encarcelamiento del periodo 2017.

Incluir el estimado de periodos anteriores permite entender el impacto que los procesos de cambio demográfico han tenido en el crecimiento de la población carcelaria.

En la figura 1.2 se encuentra la población carcelaria por Edad. El comportamiento de la población, en la mayoría de los rangos etarios la población carcelaria tiene una tendencia a la baja, excepto en los rangos 18 a 24.

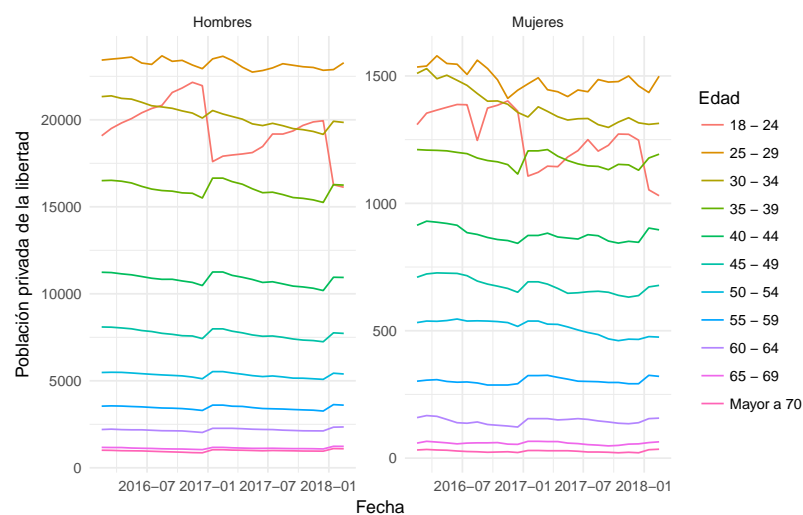


FIGURA 1.2. Población privada de la libertad por rango etario. Febrero-2016 a Diciembre-2017

Fuente: INPEC Elaboración propia

El texto continua aquí

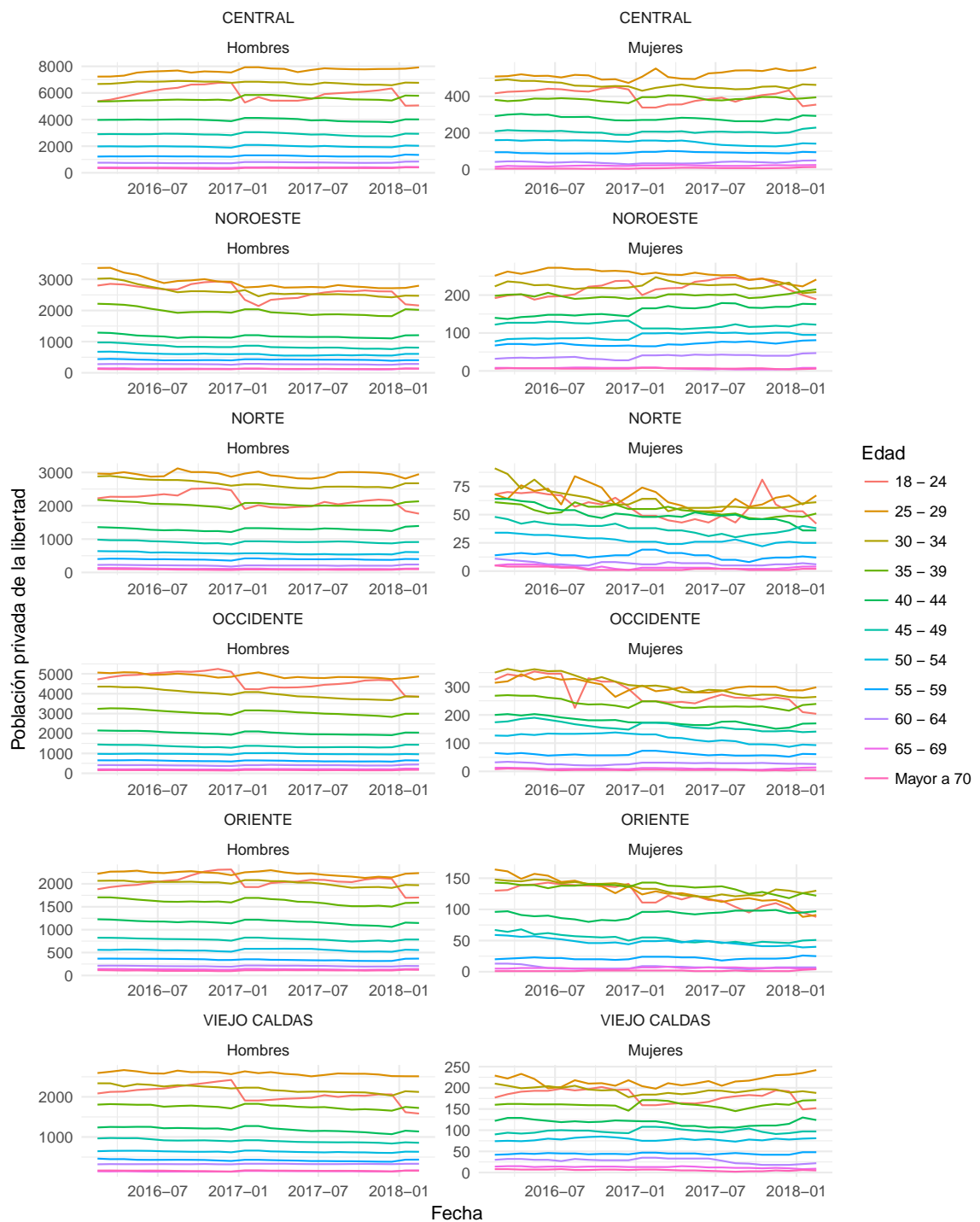


FIGURA 1.3. Población privada de la libertad por rango etario. Febrero-2016 a Diciembre-2017

Fuente: INPEC Elaboración propia

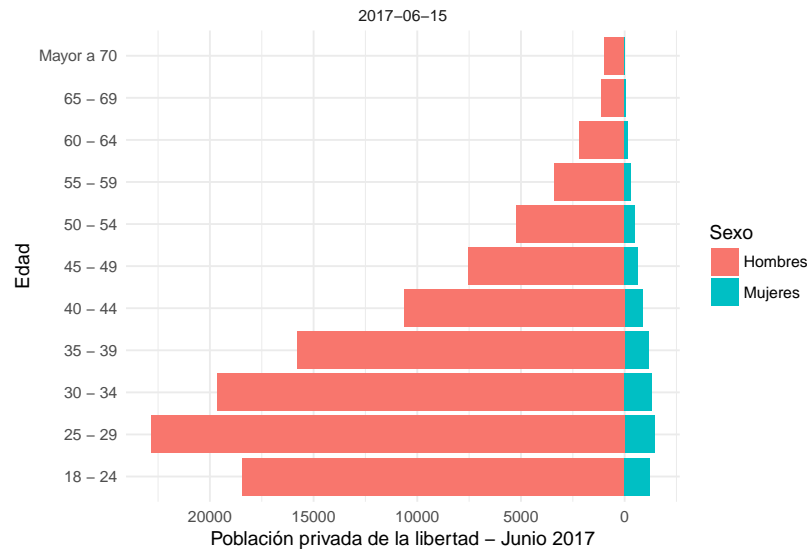


FIGURA 1.4. Pirámide poblacional, población privada de la libertad, Junio - 2017

Fuente: INPEC Elaboración propia

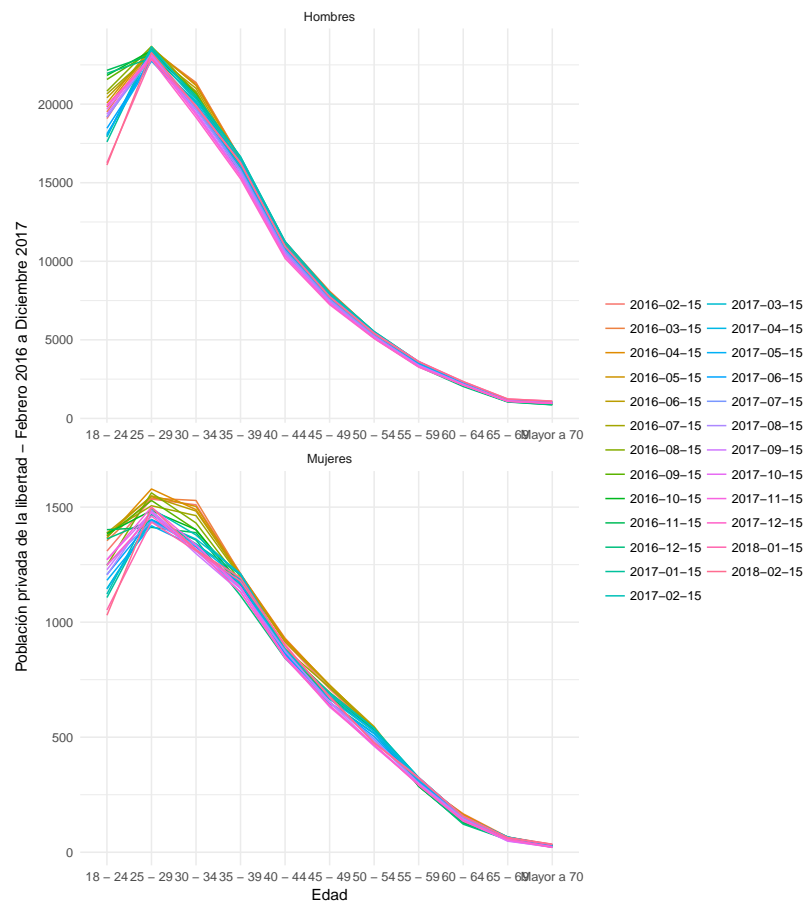


FIGURA 1.5. Población privada de la libertad. Febrero-2016 a Diciembre-2017

Fuente: INPEC Elaboración propia

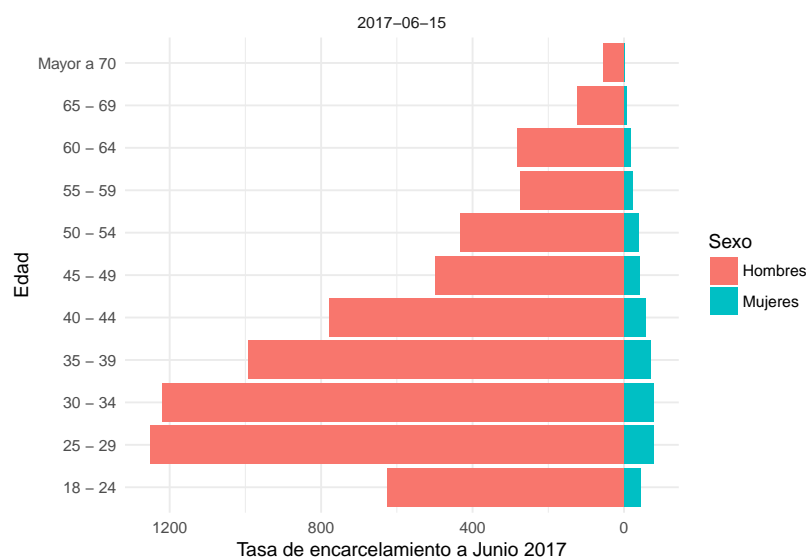


FIGURA 1.6. Tasa específica de encarcelamiento. Junio-2017

Fuente: INPEC, DANE Elaboración propia

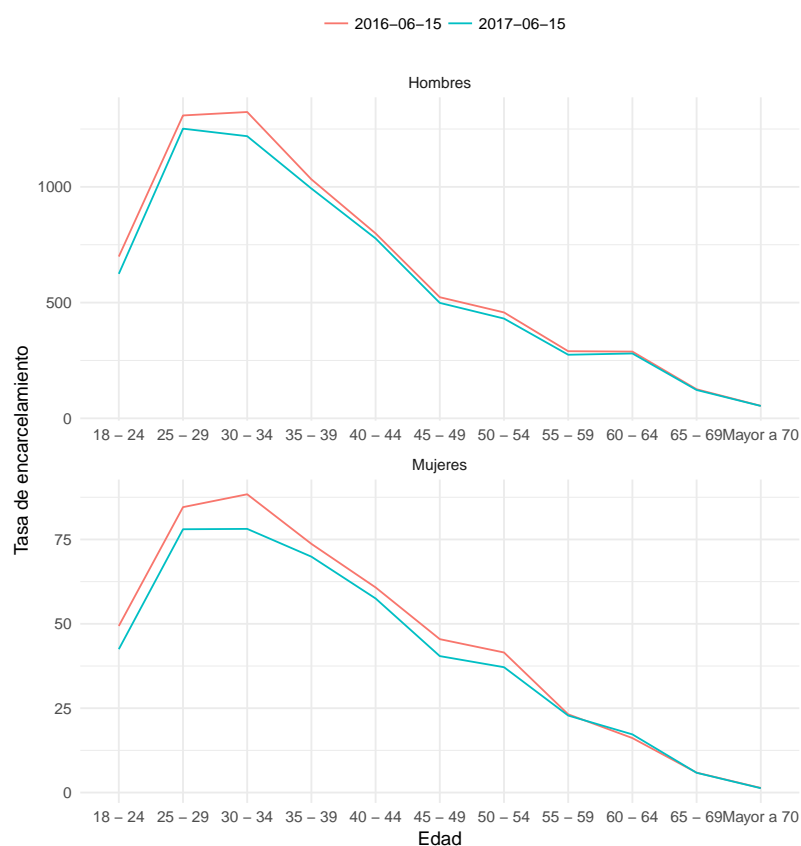


FIGURA 1.7. Tasa específica de encarcelamiento. Junio-2016, Junio -2017

Fuente: INPEC, DANE Elaboración propia

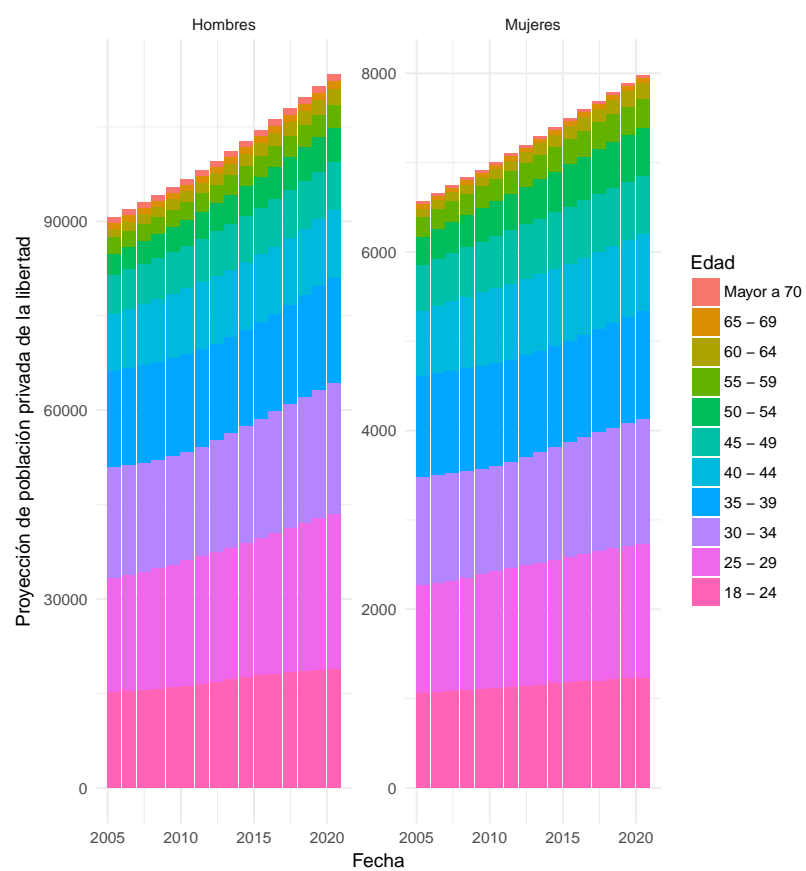


FIGURA 1.8. Proyección de la población privada de la libertad. 2005 - 2020

Fuente: INPEC, DANE Elaboración propia



---

---

## Conclusiones

---

---

- La escritura de tesis utilizando L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X permite que se obtengan documentos de una presentación elegante, agradable, de una impresión incomparable, de escritura bastante simple en cuanto al texto técnico y de formulas matemáticas, junto con un manejo automático del formato de las partes de un documento y las referencias bibliográficas, desprendiéndose así de los detalles de edición que en otras herramientas, producen tantas frustraciones y dolores de cabeza.

---

---

## Trabajo futuro

---

---

- Implementar y corregir todos aquellos errores que los usuarios de esta plantilla puedan encontrar, así como las sugerencias para la modificación de la plantilla que sean pertinentes.

---

---

## Bibliografía

---

---

- [1] Alfred Blumstein, Jacqueline Cohen, and Harold D. Miller, *Demographically disaggregated projections of prison populations*, Journal of Criminal Justice **8** (1980), no. 1, 1–26.
- [2] George E P Box, Gm Jenkins, and Gc Reinsel, *Time series analysis: forecasting and control*, 2013.
- [3] Paolo Brandimarte, *Time Series Models*, Quantitative Methods: An Introduction for Business Management, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2011, pp. 527–579.
- [4] Peter J. Brockwell, *Time Series*, International Encyclopedia of Statistical Science, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2011, pp. 1601–1605.
- [5] Jacques J.F Commandeur and Siem Jan Koopman, *An Introduction to State Space Time Series Analysis*, (2007), 189.
- [6] DANE, *Estimaciones población DANE*, 2009.
- [7] ———, *Estimación y proyección de población nacional, departamental y municipal por sexo, grupos quinquenales de edad y edades simples de 0 a 26 años 1985-2020*, Tech. report, 2013.
- [8] Departamento Nacional de Planeación, *Conpes 3828 POLÍTICA PENITENCIARIA Y CARCELARIA EN COLOMBIA*, (2015).
- [9] Jouni Helske, *Exponential Family State Space Models in R*, Journal of Statistical Software **78** (2017), no. 10, 1–39.
- [10] Rob J Hyndman, *{forecast}: Forecasting functions for time series and linear models*, 2017.
- [11] Institute for Criminal Policy Research, *Colombia / World Prison Brief*, 2016.
- [12] Instituto Nacional Penitenciario y Carcelario, *Plan de direccionamiento estratégico 2015-108, Misi{ó}n y Visi{ó}n*, 2016.
- [13] Ministry Justice, *Prison Population Projections 2014 - 2020, England and Wales*, Home Office Statistical Bulletin (2014), no. November, 31.

- 
- [14] Ronald Demos Lee and Shripad Tuljapurkar, *Stochastic Population Forecasts for the United States: Beyond High, Medium, and Low*, Journal of the American Statistical Association **89** (1994), no. 428, 1175.
  - [15] Helmut Lütkepohl, *New Introduction to Multiple Time Series Analysis*, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2005.
  - [16] Todd D Minton, Bjs Statistician, Scott Ginder, Susan M Brumbaugh, Hope Smiley-Mcdonald, and Harley Rohloff, *Census of Jails: Population Changes, 1999 - 2013*, (2015).
  - [17] Giovanni Petris and Sonia Petrone, *State Space Models in R*, Journal of Statistical Software **41** (2011), no. 4, 128–129.
  - [18] R Core Team, *R: A Language and Environment for Statistical Computing*, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2017.
  - [19] Robert H Shumway and David S Stoffer, *Time Series Analysis and Its Applications*, Springer Texts in Statistics, vol. 45, Springer New York, New York, NY, 2011.
  - [20] David Stoffer, *astsa: Applied Statistical Time Series Analysis. R package version 1.3*, 2014.
  - [21] David A Swanson and Jeff Tayman, *Subnational Population Estimates*, The Springer Series on Demographic Methods and Population Analysis, vol. 31, Springer Netherlands, Dordrecht, 2012.
  - [22] Fernando Tusell, *Kalman Filtering in R*, Journal of Statistical Software **39** (2011), no. 2, 1–27.
  - [23] Wai-Yin Wan<sup>1</sup>, Steve Moffatt<sup>2</sup>, Zachary Xie<sup>3</sup>, Simon Corben, and Don Weatherburn, *Forecastin prison populations using sentencing and arrest data*, Tech. report.