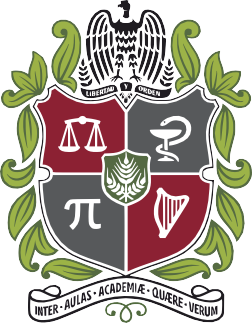
## Sergio David Solano Bejarano

Ingeniero Industrial



## Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Departamento de Estadística Bogotá, D.C.

Abril de 2017

Sergio David Solano Bejarano

Ingeniero Industrial

## Disertación presentada para optar al título de

Master en Ciencias - Estadística

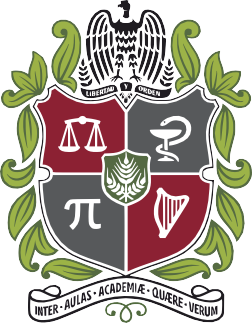
## Director

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 periodicamente no incluye las tasas de transición (ingreso y salida) del sistema, por esta razón se eligen trés métodos que permiten realizar la proyección a partir de la población observada. Los métodos utilizados son: modelos demográ cos 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 availa- ble data from 1991-2017. Monthly released data does not include admission or release rates, so we use three methodos that work over the total population. The considered methods are: Demographical methods for subnational populations, ARIMA Models, and State- Space Models. We compare the t 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, Sub- national 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

Este documento está dedicado a Hercilia Bejarano, mi madre.

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](#_bookmark0) I

[Índice de tablas](#_bookmark0) II

[Índice de guras](#_bookmark0) III

1. [Métodos demográ cos para poblaciones pequeñas](#_bookmark1) 1
   1. [Población colombiana 1991-2020](#_bookmark2) 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| [1.2. Población privada de la libertad por rango de edad 2016-2017](#_bookmark4) | . . . . . . . . . .3 |  |
| [Conclusiones](#_bookmark11) |  | 8 |
| [Trabajo futuro](#_bookmark11) |  | 9 |
| [Bibliografía](#_bookmark11) |  | 10 |

I

II

* 1. [Proyección de la población nacional por rango de edad](#_bookmark3) 2
  2. [Población privada de la libertad. Febrero-2016 a Diciembre-2017](#_bookmark5) 3
  3. [Población privada de la libertad. Febrero-2016 a Diciembre-2017](#_bookmark6) 4
  4. [Piramide poblacional, población privada de la libertad, Junio - 2017](#_bookmark7) 5
  5. [Población privada de la libertad. Febrero-2016 a Diciembre-2017](#_bookmark8) 5
  6. [Tasa de especí ca de encarcelamiento. Junio-2017](#_bookmark9) 6
  7. [Tasa especí ca de encarcelamiento. Junio-2016, Junio -2017](#_bookmark10) 6
  8. [Población privada de la libertad. 2005-2020](#_bookmark11) 7

III

# CAPÍTULO 1

Métodos demográ cos para poblaciones pequeñas

Los métodos demográ cos 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 di cul- tad 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].](#_bookmark14)

Para realizar la proyección a tres años, como en el capítulo anterior, se utilizan varia- bles que tengan una proyección o cial, 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 pro- yección de poblaciones carcelarias [[1].](#_bookmark12) Dado que el DANE genera poblaciones de población desagregadas por rango etario, usaremos estas en el método de ratio-correlación.

## Población colombiana 1991-2020

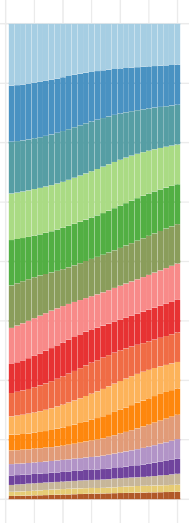
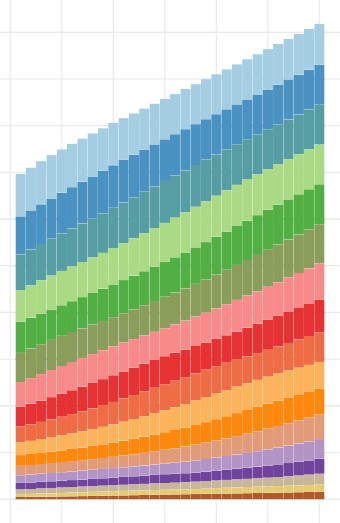
Las proyecciones de población carcelaria en Colombia del DANE dan cuenta de un proceso de cambio en la estructura de población en Colombia, entre 1985 y 2020. En la

gura [1.1](#_bookmark3) se puede observar la proyección de población nacional del DANE, entre 1991 y 2020, a nivel anual, por grupo de edad. [[7]](#_bookmark13)

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 decreci- miento 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-

1

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 per l de cambio en cada per l 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.

50 100

40

Proyecciones de población nacional (MM)

Proyecciones de población nacional (%)

75

30

50

20

25

10

0 0

Rango\_edad

00−04

05−09

10−14

15−19

20−24

25−29

30−34

35−39

40−44

45−49

50−54

55−59

60−64

65−69

70−74

75−79

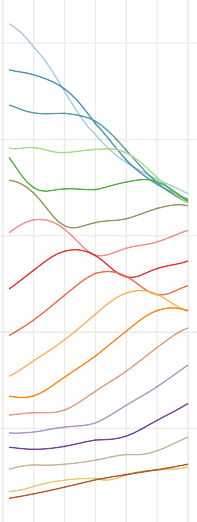
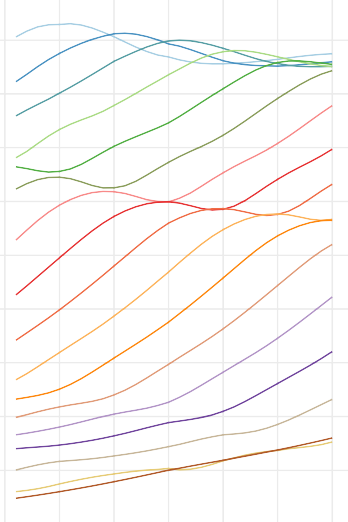
80−Y−MÁS

1990 2000 2010 2020

Año

1990 2000 2010 2020

Año

Rango\_edad

00−04

05−09

4 10−14

Proyecciones de población nacional (MM)

Proyecciones de población nacional (%)

10 15−19

20−24

25−29

3

30−34

35−39

40−44

2 45−49

5 50−54

55−59

60−64

1 65−69

70−74

75−79

80−Y−MÁS

1990 2000 2010 2020

Año

1990 2000 2010 2020

Año

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](#_bookmark12)]. 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.

## 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 cada 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 gura [1.2](#_bookmark5) se encuentra la población carcelaria por Edad. En la mayoría de los rangos etarios la población carcelaria tiene una tendencia a la baja, excepto en los rangos 18 a 24.

Hombres Mujeres

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

20000

1500

Edad

18 − 24

25 − 29

30 − 34

15000

Población privada de la libertad

10000

1000 35 − 39

40 − 44

45 − 49

50 − 54

55 − 59

5000

0

500

0

2016−07 2017−01 2017−07 2018−01 2016−07 2017−01 2017−07 2018−01

Fecha

60 − 64

65 − 69

Mayor a 70

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

Fuente: INPEC Elaboración propia

El texto continua aquí

8000

6000

4000

2000

0

CENTRAL

Hombres

400

200

0

CENTRAL

Mujeres

2016−07 2017−01 2017−07 2018−01 2016−07 2017−01 2017−07 2018−01

3000

2000

1000

0

NOROESTE

Hombres

200

100

0

NOROESTE

Mujeres

2016−07 2017−01 2017−07 2018−01 2016−07 2017−01 2017−07 2018−01

3000

Población privada de la libertad

2000

1000

0

NORTE

Hombres

NORTE

Mujeres

75

50

25

0

Edad

18 − 24

25 − 29

30 − 34

35 − 39

2016−07 2017−01 2017−07 2018−01 2016−07 2017−01 2017−07 2018−01 40 − 44

5000

4000

OCCIDENTE

Hombres

300

OCCIDENTE 45 − 49

Mujeres 50 − 54

55 − 59

3000

2000

1000

200 60 − 64

100 65 − 69

0

2000

1500

1000

500

0

2016−07 2017−01 2017−07 2018−01

ORIENTE

Hombres

0

150

100

50

0

2016−07 2017−01 2017−07 2018−01

ORIENTE

Mujeres

Mayor a 70

2016−07 2017−01 2017−07 2018−01 2016−07 2017−01 2017−07 2018−01

2000

1000

VIEJO CALDAS

Hombres

250

200

150

100

50

0

VIEJO CALDAS

Mujeres

2016−07 2017−01 2017−07 2018−01 2016−07 2017−01 2017−07 2018−01

Fecha

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

Fuente: INPEC Elaboración propia

Mayor a 70

65 − 69

60 − 64

55 − 59

50 − 54

Edad

45 − 49

40 − 44

Sexo

Hombres Mujeres

35 − 39

30 − 34

25 − 29

18 − 24

20000 15000 10000 5000 0

Población privada de la libertad − Junio 2017

Figura 1.4. Piramide poblacional, población privada de la libertad, Junio - 2017

Fuente: INPEC Elaboración propia

Hombres

20000

15000

10000

Población privada de la libertad − Febrero 2016 a Diciembre 2017

5000

0

18 − 24 25 − 29 30 − 34 35 − 39 40 − 44 45 − 49 50 − 54 55 − 59 60 − 64 65 − 6M9 ayor a 70

Mujeres

1500

1000

2016−02−15

2016−03−15

2016−04−15

2016−05−15

2016−06−15

2016−07−15

2016−08−15

2016−09−15

2016−10−15

2016−11−15

2016−12−15

2017−01−15

2017−02−15

2017−03−15

2017−04−15

2017−05−15

2017−06−15

2017−07−15

2017−08−15

2017−09−15

2017−10−15

2017−11−15

2017−12−15

2018−01−15

2018−02−15

500

0

18 − 24 25 − 29 30 − 34 35 − 39 40 − 44 45 − 49 50 − 54 55 − 59 60 − 64 65 − 6M9 ayor a 70

Edad

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

Fuente: INPEC Elaboración propia

Mayor a 70

65 − 69

60 − 64

55 − 59

50 − 54

Edad

45 − 49

40 − 44

Sexo

Hombres Mujeres

35 − 39

30 − 34

25 − 29

18 − 24

1200 800 400 0

Tasa de encarcelamiento a Junio 2017

Figura 1.6. Tasa de especí ca de encarcelamiento. Junio-2017

Fuente: INPEC, DANE Elaboración propia

2016−06−15 2017−06−15

1000

500

Tasa de encarcelamiento

0

Hombres

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

18 − 24 25 − 29 30 − 34 35 − 39 40 − 44 45 − 49 50 − 54 55 − 59 60 − 64 65 − 69Mayor a 70

Mujeres

75

50

25

0

18 − 24 25 − 29 30 − 34 35 − 39 40 − 44 45 − 49 50 − 54 55 − 59 60 − 64 65 − 69Mayor a 70

Edad

Figura 1.7. Tasa especí ca de encarcelamiento. Junio-2016, Junio -2017

Fuente: INPEC, DANE Elaboración propia

Hombres Mujeres

8000

90000

Proyección de población privada de la libertad

60000

30000

6000

4000

2000

Edad

Mayor a 70

65 − 69

60 − 64

55 − 59

50 − 54

45 − 49

40 − 44

35 − 39

30 − 34

25 − 29

18 − 24

0 0

2005 2010 2015 2020 2005 2010 2015 2020

Fecha

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

Fuente: INPEC, DANE Elaboración propia

La escritura de tesis utilizando LATEX permite que se obtengan documentos de una presentación elegante, agradable, de una impresión incomparable, de escritura bas- tante 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 bi- bliográ cas, desprendiéndose así de los detalles de edición que en otras herramientas, producen tantas frustraciones y dolores de cabeza.

*•*

8

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

*•*

9

1. Alfred Blumstein, Jacqueline Cohen, and Harold D. Miller, Demographically disaggre- gated 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 Soft- ware 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 estrat{é}gico 2015-108, Misi{ó}n y Visi{ó}n, 2016.
13. Ministry Justice, Prison Population Projections 2014 - 2020, England and Wales, Home O ce Statistical Bulletin (2014), no. November, 31.

10

BIBLIOGRAFÍA 11

1. 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.
2. Helmut Lütkepohl, New Introduction to Multiple Time Series Analysis, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2005.
3. Todd D Minton, Bjs Statistician, Scott Ginder, Susan M Brumbaugh, Hope Smiley- Mcdonald, and Harley Rohlo , Census of Jails: Population Changes, 1999 - 2013, (2015).
4. 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 Founda- tion for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2017.

1. Robert H Shumway and David S Sto er, Time Series Analysis and Its Applications, Springer Texts in Statistics, vol. 45, Springer New York, New York, NY, 2011.
2. David Sto er, astsa: Applied Statistical Time Series Analysis. R package version 1.3, 2014.
3. David A Swanson and Je Tayman, Subnational Population Estimates, The Springer Series on Demographic Methods and Population Analysis, vol. 31, Springer Nether- lands, Dordrecht, 2012.
4. Fernando Tusell, Kalman Filtering in R, Journal of Statistical Software 39 (2011), no. 2, 1 27.
5. Wai-Yin Wan1, Steve Mo att2, Zachary Xie3, Simon Corben, and Don Weatherburn, Forecastin prison populations using sentencing and arrest data, Tech. report.