

Caracterización de la evolución del número de personas privadas de libertad

Resumen¹

El objetivo de este trabajo consiste en analizar la evolución a lo largo del tiempo de la serie de personas privadas de libertad, recoger sus características a través de un modelo estadístico, realizar predicciones sobre el comportamiento futuro basado en el modelo estimado y hacer una evaluación inicial del impacto de la ley 17897 en la evolución en el tiempo del número de personas privadas de libertad.

Para ello se estima un modelo univariado ARIMA-IA (modelo autorregresivo y de medias móviles estacional con análisis de intervención) y se descompone la serie en tres componentes: tendencia, estacionalidad y componente irregular. La descomposición se realiza aplicando el método basado en modelos de forma reducida (Maravall y Pierce 1987).

Las estimaciones realizadas para el final del 2007 prevén que el número de personas en situación de cárcel se ubiquen en el entorno de los valores que se registraron en el año 2004. La entrada en vigencia de la ley N° 17897 de setiembre de 2005 revierte la tendencia creciente del número de personas privadas de libertad, opera como un salto en la evolución de la serie, pero de carácter transitorio.

Silvia Rodríguez silvia@iesta.edu.uy
Laura Nalbarte laura@iesta.edu.uy

Versión Actualizada a setiembre de 2007
Instituto de Estadística
Facultad de Ciencias Económicas y Administración
Universidad de la República

¹ Esta versión ha sido publicada en el Número 1, Volumen II de la Revista Quantum de la Facultad de Ciencias Económicas y Administración. Octubre 2007.

Introducción

El objetivo de este trabajo consiste en analizar la evolución a lo largo del tiempo de la serie de personas privadas de libertad, conocer y recoger sus características a través de un modelo estadístico, realizar predicciones sobre el comportamiento futuro basado en el modelo estimado y hacer una evaluación inicial del impacto de la ley 17897 en la evolución en el tiempo del número de personas privadas de libertad.

Para ello se estima un modelo univariado ARIMA-IA (modelo autorregresivo y de medias móviles estacional con análisis de intervención) y se descompone la serie en tres componentes: tendencia, estacionalidad y componente irregular. La descomposición se realiza aplicando el método basado en modelos de forma reducida (Maravall y Pierce 1987).

El tipo de análisis que se realiza es de carácter univariado, por lo que se nutre de la información contenida en la propia serie. Por tanto no se pretende dar explicaciones vinculadas a causalidad, sino que se pretende modelizar la evolución del número de personas privadas de libertad en el período comprendido entre diciembre de 1999 a julio de 2007. A su vez se busca reducir el nivel de incertidumbre respecto a la evolución futura de la serie realizando predicciones para los próximos 12 meses, explicitando los intervalos de confianza estimados, el rango esperado en que pueden ubicarse el número de personas privadas de libertad en cada mes.

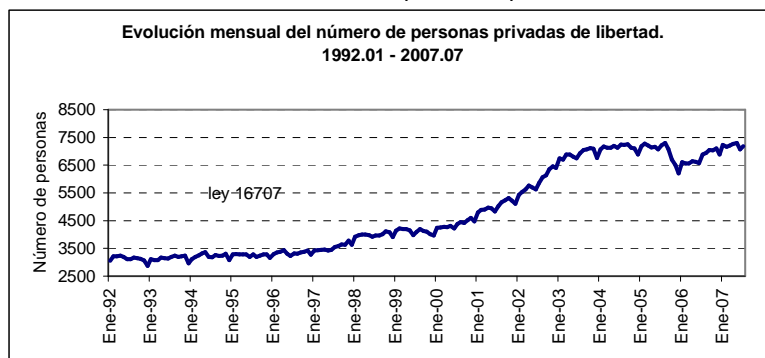
Por tanto, la metodología utilizada es fundamentalmente descriptiva y no explicativa, utiliza la evolución de la serie misma y recoge las regularidades existentes a efectos de realizar pronósticos y descomponer la serie en sus componentes inobservables, tendencia, estacional e irregular.

En lo que sigue el documento se organiza de la siguiente forma, primeramente se presenta un análisis preliminar de la serie, luego se detalla las principales características de la evolución de la serie en el período que se modeliza, en el tercer bloque se muestran los resultados de las estimaciones y finalmente un breve resumen de los principales resultados obtenidos.

1. Análisis preliminar de la serie

A continuación se presentan algunos gráficos que muestran la evolución de la serie desde diferentes perspectivas y permiten realizar un primer análisis exploratorio.

Gráfico 1
Evolución del número de personas privadas de libertad



Fuente: INACRI

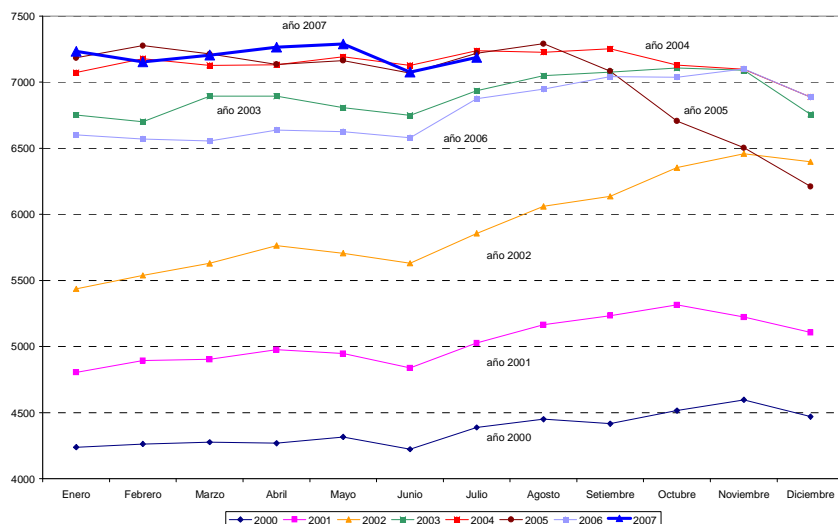
La evolución de las personas privadas de libertad entre 1992 a 2007 presenta algunas características a mencionar:

1. Una tendencia creciente a lo largo del período, dentro de la que se pueden distinguir sub períodos, con tasas de crecimiento diferenciales.

2. La existencia de un componente estacional visible, existe un comportamiento similar en los distintos meses de cada año. Circunstancias que se verifican cada año como por ejemplo las visitas que dos veces al año realizan los jueces a los establecimientos penitenciarios (cuyo efecto en la serie, es que usualmente se registra una caída en el número de reclusos en el mes en que se realizan las visitas) y períodos de incremento en el número de reclusos, posterior a la finalización de las ferias judiciales.
3. La reducción del número de personas privadas de libertad en los meses siguientes a la aprobación de la ley N°17897 y el posterior crecimiento.

Gráfico 2

Evolución del número de personas privadas de libertad por mes de cada año
 2000.01-2007.07

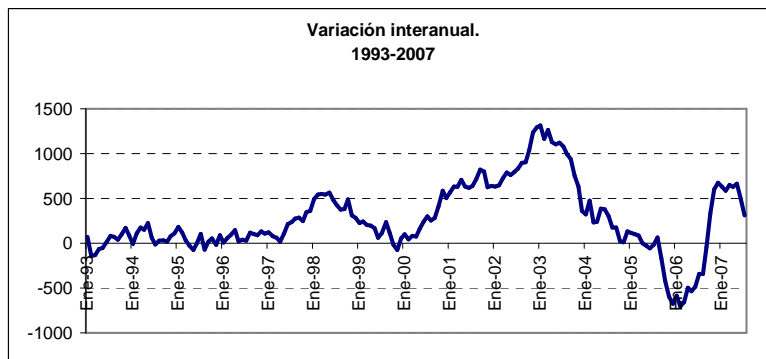


Fuente: INACRI

El gráfico 2 representa estas dos características señaladas anteriormente, por un lado el crecimiento: se puede ver que las líneas, que representan la evolución para cada año de la serie, se van colocando una encima de la otra, esto significa que en cada año el número de personas privadas de libertad se ubica en un nivel mayor que el año anterior, excepto sobre el final del 2005 y primera mitad del 2006. Estos cambios en la pendiente que se mencionaron más arriba y el crecimiento del número de personas privadas de libertad en cada mes respecto al mismo mes del año anterior nos permiten definir distintos períodos a analizar.

En el Gráfico 3 se representa la evolución de la variación interanual, crecimiento o decrecimiento del número de personas privadas de libertad de un mes respecto a igual mes del año anterior.

Gráfico 3



Fuente: INACRI

Se distinguen 4 períodos donde la serie evoluciona en forma diferente: i) desde el inicio hasta abril de 1997, ii) mayo 1997 a noviembre 1999, iii) diciembre 1999 a agosto 2005 y iv) setiembre 2005 en adelante

En el primer período, que comienza en enero de 1992 y se extiende hasta abril de 1997, la evolución no presenta crecimientos o decrecimientos relevantes, en los dos períodos posteriores, se observan niveles muy diferentes. En ambos casos esta variación interanual, muestra una evolución creciente aproximadamente hasta la mitad del sub período y luego decae hasta llegar a niveles próximos a los del primer período. En el tercer período, que comienza en diciembre de 1999 se llega a registrar un máximo, en enero del 2003, donde el incremento de personas privadas de libertad respecto a enero del 2002 alcanzó la cifra de 1315 personas. Finalmente en el último período se observan tasas de crecimiento negativas y un posterior incremento a partir de octubre de 2006, recordar que la ley N°17897 entró en vigencia en setiembre de 2005 e implicó una reducción del número de personas privadas de libertad, por ello el retorno de la dinámica de crecimiento determina este nuevo pico.

A los efectos de mejorar la performance del modelo estimado y de las proyecciones a futuro del número de personas privadas de libertad, el análisis se va a centrar en el período que comienza en diciembre de 1999.

En lo que refiere a la interpretación de la dinámica de la serie debemos puntualizar que lo que estamos considerando no son el número de personas que cometen delitos sino los que se ven privados de su libertad porque los cometieron. Utilizando información extra muestral, podemos apuntar que habría factores de tipo institucional que han determinado la dinámica de la serie, en especial las condiciones legales vigentes que han marcado con claridad el camino de la evolución seguida en el transcurso del tiempo.

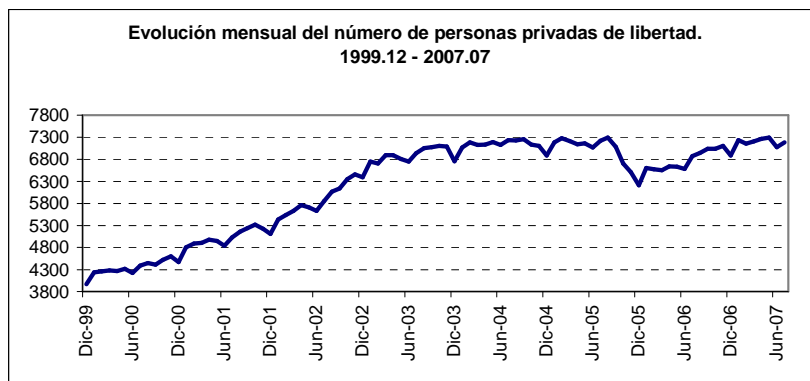
En el período analizado se encuentra que la puesta en vigencia de 3 leyes han marcado la evolución del número de personas privadas de libertad: la ley N°16707 de julio de 1995, Ley de Seguridad Ciudadana, la ley N°17243 de junio de 2000 y la ley N° 17897 de setiembre de 2005, Ley de Humanización, cuyos efectos se pueden observar en los gráficos antes presentados. Las dos primeras implicaron un aumento en la población carcelaria mientras que la última se registró una reducción temporaria.

2. Características del período analizado: 1999.12 – 2007.07

En el gráfico 4 se muestra la evolución en términos absolutos del número de personas privadas de libertad y en el gráfico 5 la variación interanual. La serie presenta una tendencia creciente, pero con pendientes diferenciadas. Esta tendencia muestra un quiebre en setiembre de 2005 y un posterior retorno a la senda de crecimiento hasta julio de 2007. En términos de variación respecto a igual período del año anterior, la cantidad de personas en situación de reclusión creció sin pausa hasta enero del 2003 en que se llega a un incremento de 1315 respecto a enero del 2002 y luego este diferencial comienza a decrecer.

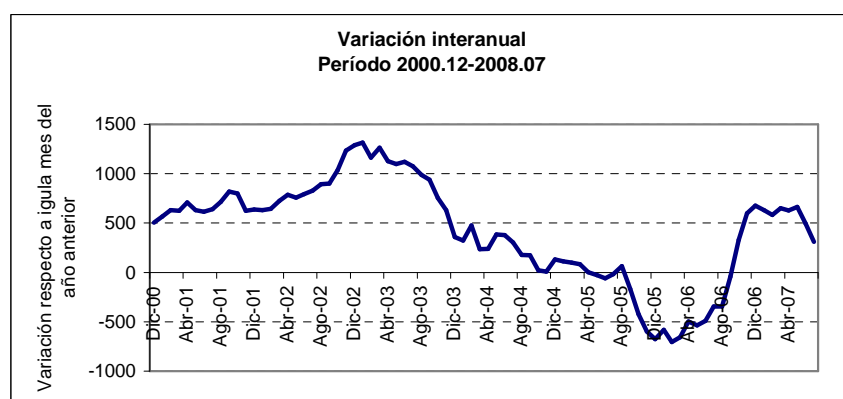
Sobre el final del período se observan los efectos de la nueva ley, hay una reducción en el nivel, se llega a niveles más bajos que en igual período del 2003. En términos de las variaciones interanuales por primera vez en este último período el número de personas en situación de cárcel decrece respecto a igual período del año anterior, posteriormente vuelven a registrarse tasas positivas.

Gráfico 4



Fuente: INACRI

Gráfico 5



Fuente: INACRI

3. Resultados de las estimaciones

En base a la propia historia de la serie, se modeliza su comportamiento mediante un modelo ARIMA-IA (los resultados de las estimaciones se presentan en el anexo), y se realizan proyecciones sobre su trayectoria futura. Como se explicitó anteriormente, este tipo de modelos no tienen un carácter explicativo, sino captar sus regularidades y en base a ello y suponiendo que las condiciones se mantienen, proyectar a futuro aceptando un determinado nivel de error, en este caso 5%.

Sobre el final del período se registra uno de los cambios institucionales que se mencionaron, la entrada en vigencia de la ley N° 17897 de setiembre de 2005. No es posible hacer un modelo para ese período en exclusividad por el número insuficiente de observaciones con las que se cuenta, por lo que se aplicará el mismo modelo para todo el período². Esto último motiva que se incluyan dos variables indicatrices una para el mes de octubre y otra para el mes de noviembre de 2005, con el objeto de captar la reducción del número de personas privadas de libertad que se registró en esos meses como consecuencia de la entrada en vigencia de la ley.

Se estima un modelo ARIMA-IA (1,1,0)(0,1,1) en niveles con tres variables indicatrices que señalan las observaciones correspondientes a febrero de 2003, octubre de 2005 y noviembre de 2005.

La expresión analítica del modelo es la siguiente:

² Se estudió la performance del modelo para ese período evaluando el comportamiento predictivo del modelo, los resultados se presentan en el curso de este documento.

$$\hat{y}_t = -158I_{AO200302} - 108I_{AO200510} - 74I_{AO200511} + 1.43y_{t-1} - 0.434y_{t-2} + y_{t-12} - 1.434y_{t-13} + 0.434y_{t-14} - 0.642\varepsilon_{t-12}$$

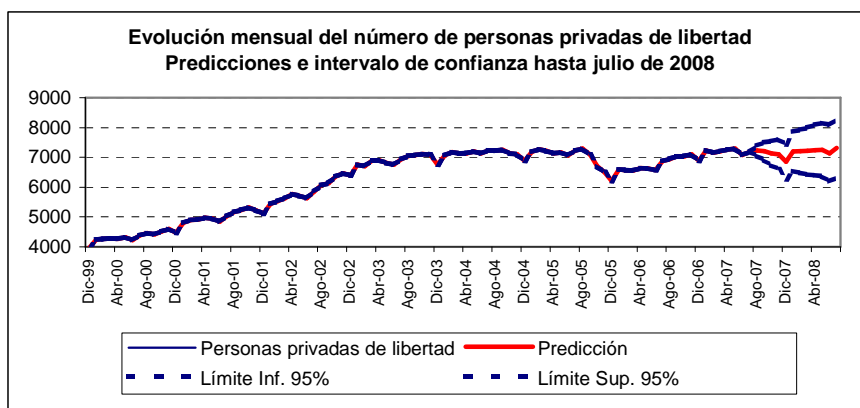
Donde el subíndice de las variables indicatrices señala el tipo y la fecha de la intervención.

La inclusión de las variables indicatrices correspondientes a octubre y noviembre de 2005 intentan captar el efecto que tuvo la ley de Humanización. Con la información con que contamos hasta julio de 2007, pensamos que el efecto fue de carácter transitorio. Lo que puede recogerse a dos años de entrada en vigencia la ley, es que se redujo por un corto período el número de personas privadas de libertad pero luego de ello no fue posible modificar la tasa de crecimiento a la que las personas ingresan a los establecimientos penitenciarios, sino que a partir de diciembre de 2005 la misma es mayor que en el período inmediato anterior.

En el gráfico 6 se representa la evolución para este último período y la evolución futura prevista del número de personas privadas de libertad para los 12 meses siguientes al último dato disponible (julio 2007). También se presenta en el Cuadro 1 las predicciones y sus correspondientes intervalos de confianza estimados en base al modelo elaborado.

Las predicciones implican incertidumbre, los niveles de error previstos por el modelo se resumen en los intervalos de confianza. Con esta metodología, cuando se estima una evolución futura no sólo se elabora una predicción puntual sino que se determina un intervalo, un rango en el que pueden ubicarse los valores, en este caso con un 95% de confianza.

Gráfico 6



Fuente: Elaboración propia en base a los datos de INACRI

Cuadro 1
 Predicciones para los próximos 12 meses
 Intervalos de Confianza al 95%

	Límite Inf. 95%	Límite Sup. 95%	Predicción
200708	7048	7392	7220
200709	6901	7501	7201
200710	6727	7546	7137
200711	6597	7603	7100
200712	6271	7441	6856
200801	6542	7857	7199
200802	6478	7926	7202
200803	6425	7994	7210
200804	6406	8088	7247
200805	6361	8149	7255
200806	6191	8078	7135
200807	6316	8299	7308

Fuente: Elaboración propia. Modelo ARIMA-IA (1,1,0)(0,1,1), ver anexo

En el Gráfico 7 y en el cuadro 1 se presenta la evolución prevista, predicción puntual y los intervalos de confianza al 95% para los meses en los que se realiza la predicción, agosto de 2007 a julio de 2008.

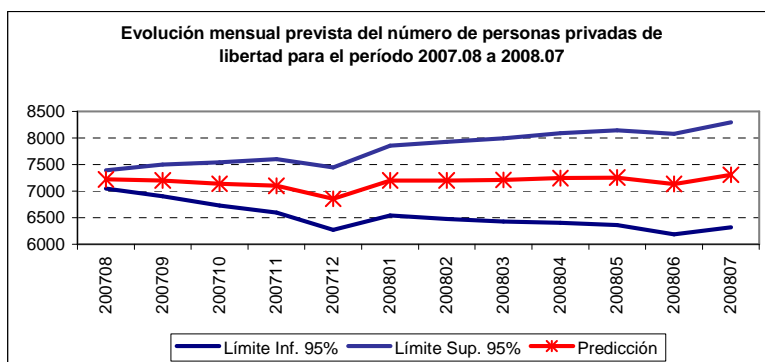
Al existir un modelo probabilístico detrás, la presentación de las cifras sobre comportamientos futuros, requiere explicitar los niveles de error previstos, y establecer límites inferiores y superiores en los que se enmarca la evolución esperada.

Cuadro 2

	Promedios anuales	Tasa de crecimiento
2001	5036	15%
2002	5914	17%
2003	6901	17%
2004	7139	3%
2005	7005	-2%
2006	6788	-3%
2007	7161	5%

Fuente: Elaboración propia en base a los datos de INACRI

Gráfico 7



Fuente: Elaboración propia en base a datos de INACRI.

Dos aspectos pueden destacarse, el claro comportamiento estacional, con las reducciones en el número de personas privadas de libertad en los meses de junio y diciembre. Y en cuanto a los niveles absolutos, los datos reales y las estimaciones para el segundo semestre del 2007 prevén que el número de reclusos se ubique próximo a los valores del año 2004. El Cuadro 2 se presentan promedios anuales y la tasa de crecimiento anual, en él se puede verificar el nivel en el que se ubicaría el número de personas en los establecimientos penitenciarios y el incremento de la tasa de crecimiento respecto a 2004.

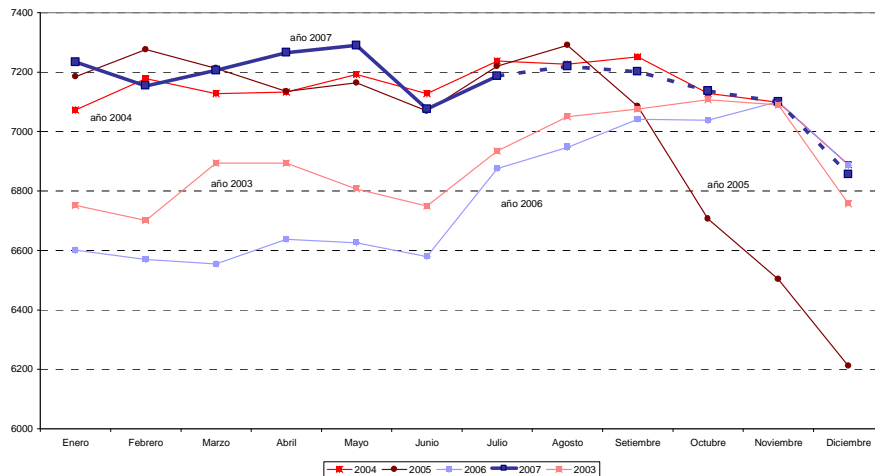
En el gráfico 8 se presenta la evolución mensual para los años 2003 a 2007, los valores del segundo semestre de 2007 que son estimados aparece en línea punteada.

La dinámica del segundo semestre de 2007, de acuerdo a lo estimado se aproximaría al comportamiento de la serie en el año 2004.

Los datos correspondientes a los meses de junio y junio de 2007 son más bajos que los del año 2004. La reducción que se registra en junio de 2007 es mayor a lo que era esperable, de seguirse con el patrón estacional registrados hasta el momento. Hay una reducción de 214 personas, cuando el patrón esperado hubiese sido de la mitad. Aunque este hecho pueda llamar la atención, no se puede afirmar que tenga características anómalas. En lo que sigue se presentan los valores esperados para esos meses al aplicar el modelo.

Gráfico 8

Evolución del número de personas privadas de libertad por mes de cada año
 2003-2007



3.1 Evaluación del desempeño predictivo del modelo

Como forma de evaluar el comportamiento del modelo se prueba su desempeño pronosticando valores de la muestra. Se aplica el modelo a un período más corto, en este caso, se toma como muestra el período 1999.12 a 2007.01, se evalúa el desempeño del modelo al pronosticar los 3 meses posteriores al último valor conocido.

En el Cuadro 3 se presenta la evolución prevista para los meses de febrero a julio de 2007 si se toman los datos hasta abril, proyección puntual e intervalos de confianza al 95%, el error de estimación y el error relativo.

Como se puede ver en el Cuadro 3 los valores observados se ubicaron dentro de lo esperado, aunque los errores de estimación son más altos para los dos últimos meses, estos valores se ubican dentro del rango esperado.

Cuadro 3
 Predicciones dentro de la muestra
 Modelo: ARIMA (1,1,0)(0,1,1)

	Límite Inf. 95%	Límite Sup. 95%	Predicción	Observado	Error	Error relativo
200702	7122	7459	7291	7154	-137	-1.9%
200703	6979	7575	7277	7206	-71	-1.0%
200704	6894	7712	7303	7266	-37	-0.5%
200705	6796	7807	7301	7290	-11	-0.2%
200706	6642	7822	7232	7076	-156	-2.2%
200707	6771	8102	7437	7187	-250	-3.5%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de INACRI

A medida que se toma distancia del último valor conocido, esto es, que se realizan predicciones para un futuro más lejano, la incertidumbre crece y por tanto el intervalo de confianza de las predicciones es más amplio.

3.2 Extracción de señales, componentes tendencia, estacionalidad e irregular

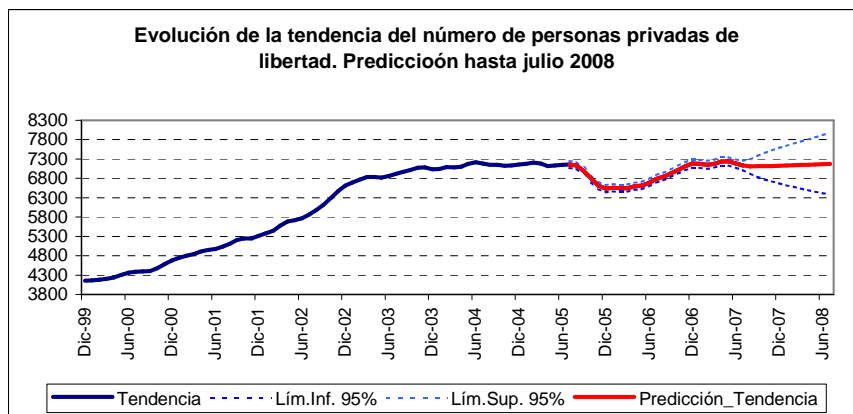
Hay aspectos relevantes de la serie que en general vienen combinados con otros de menor importancia, por esa razón es interesante que una determinada variable pueda ser estudiada descomponiéndola en un conjunto de factores que no son visibles a partir del análisis de la serie original. Estos diferentes componentes, que están "ocultos" dentro de la serie, guardan información relevante y mediante una metodología adecuada podemos extraerlos de la serie original, por ello se dice que se descompone la serie.

Al realizar el seguimiento de un determinado fenómeno puede ser de interés observar la evolución firme que hay detrás de la trayectoria de la serie, la variabilidad relacionada a factores de mediano y largo plazo, las que se agrupan en el denominado componente tendencia-ciclo (TC_t). Interesa entonces, separar las oscilaciones de tipo irregular, que en general sólo afectan a la serie en el momento que ocurren y que tienen una estructura puramente aleatoria. A este conjunto de oscilaciones se las aísla en el componente irregular, (I_t). El componente estacional, (S_t), resume las oscilaciones que tienen una periodicidad menor a un año (trimestrales, mensuales, etc.). El conjunto de estos componentes conforman la serie observada³.

En la metodología que se aplica se parte de la base de que el fenómeno a analizar sigue un modelo ARIMA y que por tanto los componentes son estocásticos. Se realizan estimaciones de modelos específicos para cada uno de los componentes. En los métodos basados en modelos se trata de estimar los componentes de la serie de forma tal que se incorpore explícitamente en el diseño de los filtros a utilizar la información sobre el proceso generador de la variable original y de sus componentes. Lo sustancial de estos modelos es que incorporan el diseño del filtro más adecuada para el problema planteado.

Dado que se pretende conocer la dinámica de la evolución del número de personas privadas de libertad, se utiliza la descomposición de la serie como herramienta para extraer las distintas señales. Se estiman los componentes tendencia-ciclo, estacional e irregular. A partir de ellos se reconoce diversas particularidades de la dinámica de esta serie. La evolución del componente tendencia-ciclo, el que marca la evolución de largo plazo de la serie, se presenta en el Gráfico 10.

Gráfico 10



Fuente: Elaboración propia en base a datos de INACRI

En el Cuadro 4 se presenta el componente tendencia de la serie, expresado en términos de número de personas privadas de libertad. Este componente se interpreta como la evolución de largo plazo de la variable, un vez quitado el efecto estacional, en este caso representado fundamentalmente por las reducciones en los junios y diciembre y los posteriores incrementos en julio y febrero, cuando culminan las ferias judiciales y también excluyendo el componente irregular, el que resume toda la incertidumbre, aquello que no presenta una regularidad y que por sus características no puede ser clasificado como parte de los otros componentes. En el Gráfico 11 representa la serie agregada y el componente tendencia.

Cuadro 4
 Predicción del componente tendencia

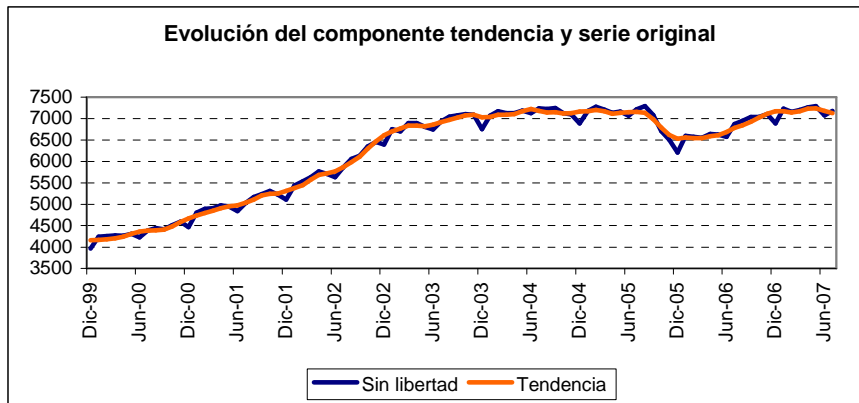
	Tendencia	Lím.Inf. 95%	Lím.Sup. 95%
Ago-07	6920	7290	7105
Sep-07	6841	7382	7111
Oct-07	6778	7456	7117

³ La descomposición puede ser de tipo multiplicativa, si $Y_t = TC_t * S_t * I_t$ o aditiva, si $Y_t = TC_t + S_t + I_t$

Nov-07	6724	7522	7123
Dic-07	6674	7583	7128
Ene-08	6626	7640	7133
Feb-08	6582	7696	7139
Mar-08	6540	7751	7146
Abr-08	6499	7806	7153
May-08	6460	7860	7160
Jun-08	6420	7913	7167
Jul-08	6382	7966	7174

Fuente: Elaboración propia en base a datos de INACRI

Gráfico 11

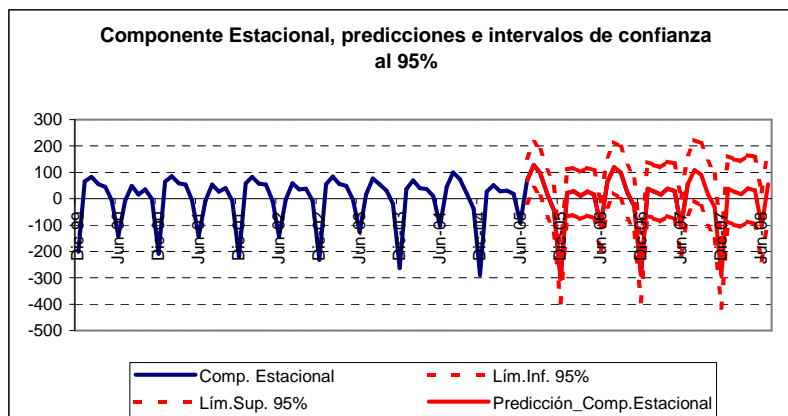


Fuente: Elaboración propia en base a datos de INACRI

En el gráfico 11 se representa la evolución de la serie original, que contiene además el componente estacional y el irregular, con la del componente tendencia para el período que va de diciembre de 1999 a julio de 2007, como se observa, recoge la evolución suavizada. Se pueden apreciar los cambios de pendiente (aumento más pronunciado) a medida que se procesan las diferentes modificaciones institucionales, desde ley de junio de 2000 a la vigencia la ley de humanización y el posterior incremento de la pendiente, hasta llegar a julio de este año.

El componente estacional permite observar los incrementos y la reducción en el número de personas privadas de libertad que se dan dentro del año y cuya dinámica de comportamiento tiende a repetirse en forma aproximada cada año. En el gráfico 12 se presenta el componente estacional observado y la predicción del componente en el futuro. En el eje de las ordenadas se representa el incremento o la reducción del número de personas privadas de libertad por factores de tipo estacional. En el Cuadro 5 se presentan las estimaciones de dicho componente.

Gráfico 12



Fuente: Estimaciones propias en base a datos de INACRI

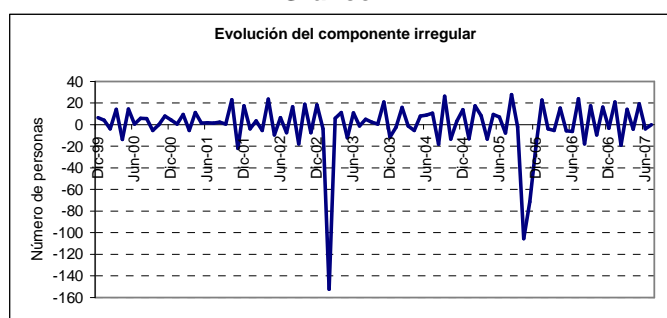
Cuadro 5
 Predicción del componente estacional

	Lím.Inf. 95%	Lím.Sup. 95%	Predicción_Comp.Estacional
Ago-07	-7	223	108
Sep-07	-28	210	91
Oct-07	-104	140	18
Nov-07	-154	93	-31
Dic-07	-413	-165	-289
Ene-08	-86	162	38
Feb-08	-99	150	25
Mar-08	-107	142	17
Abr-08	-86	165	39
May-08	-96	159	32
Jun-08	-234	27	-104
Jul-08	-81	190	55

Fuente: Estimaciones propias en base a datos de INACRI

- Durante los meses de junio y diciembre, la cantidad de reclusos cae, en los meses de diciembre en mayor cantidad que en los junios y esto se profundiza con el pasar del tiempo.
- Durante los meses de enero, febrero y marzo la cantidad de reclusos se incrementa sistemáticamente, los picos se dan durante los meses de febrero, luego de finalizada la feria judicial del período.
- En agosto, setiembre y octubre se registra otro movimiento que incrementa la cantidad de reclusos, aunque en los últimos cuatro años se ha modificado levemente el comportamiento estacional en estos meses.

Gráfico 14



Fuente: Estimaciones propias en base a datos de INACRI

En el componente irregular, cómo puede apreciarse hay dos picos pronunciados, esas son las intervenciones que se realizaron, en febrero de 2003 y octubre y noviembre de 2005. Dadas las características de las mismas, su transitoriedad, es que fueron asignadas al componente irregular.

Esto muestra aun más el efecto transitorio que hasta el momento tuvo la Ley de Humanización. De haber sido de carácter permanente, los mismos se reflejarían en la tendencia. Con la información que contamos y los instrumentos que aplicamos es que presumimos que ha tenido un efecto transitorio, eso no quiere decir que en un futuro no se puedan observar y detectar efectos adicionales.

En resumen

Es posible distinguir 4 períodos donde la serie evoluciona en forma diferente. En la evolución de la serie se observa un claro comportamiento estacional donde se registran picos de baja durante los junios y diciembres de cada año, su magnitud es cercana a 300 personas en los diciembres y 100 en los junios. Estas serían las personas que salen de su situación de

reclusión cuando se dan las visitas de los jueces a las cárceles. Para el período del pronóstico se espera una reducción en la población carcelaria por "motivos estacionales" cercana a 289 en diciembre de 2007 y 104 en junio de 2007. Finalmente la entrada en vigencia de la ley N° 17897 de setiembre de 2005 revierte la tendencia creciente del número de personas privadas de libertad, opera como un salto en la evolución de la serie, pero de carácter transitorio. Las estimaciones realizadas para el final del 2007 prevén que el número de personas en situación de cárcel se ubiquen en el entorno de los valores que se registraron en el año 2004.

Bibliografía

- Box,G and Jenkins, G (1976)- "Time Series Analysis: Forecasting and Control", Revised Edition, Holden-Day
- Enders,W. – "Applied Econometric Time Series". Jhon Wiley & Sons.(1995).
- Espasa, A. Y Cancelo.J.R (1993) – "Métodos Cuantitativos para el análisis de la coyuntura económica", Alianza Editorial.
- Hamilton, J. – "Time Series Analysis". Princeton University Press.(1994)
- Harvey, A. (1981) – "The Time Series Models". Phillip Allan, Oxford.
- Maravall, A. (1987) – "Descomposición de series temporales: especificación, estimación e inferencia" Estadística Española. N°114
- Maravall, A (1985) – "On Structural Time Series Models and the Characterization of Components". Journal of Business and Economic Statistics. Vol 3N°2.
- Maravall, A. (1993) – "Short term Analysis of Macroeconomic Time Series" European University Institute, Working Paper N°95/9.
- Maravall, A.; Gómez,V. (2001) – "Seasonal Adjustment and Signal Extractiona in Economic Time Series". Ch. 8