# Estadística III 3009137, semestre 01 de 2022

Equipo de Trabajo No. xx Serie No. xx Curso: Ma – Ju, Horario:

## **TÍTULO TRABAJO**

Juan Jaramillo[[1]](#footnote-1), Fernando Jaramillo[[2]](#footnote-2) y Pedro Jaramillo[[3]](#footnote-3)

*Fecha de entrega: dd – mm – 2022*

**3.5 Pronósticos para la validación cruzada**

Para cada modelo ajustado presente la ecuación general de los pronósticos usando los valores estimados para los parámetros, y proporcione los pronósticos puntuales para la validación cruzada junto con sus intervalos del 95% de confianza, debidamente tabulados y fechados. Interprete las cifras obtenidas según los datos, calcule y compare las medidas de precisión de los pronósticos puntuales (MAE, MAPE y RMSE de pronóstico) y las medidas de precisión para los intervalos de pronóstico (amplitud media y cobertura alcanzada); Presente una gráfica comparativa de los pronósticos y valores reales dejados para la validación cruzada. Dé una conclusión respecto a cuál modelo pronostica mejor para el horizonte de pronóstico seleccionado, teniendo en cuenta tanto la precisión de los pronósticos puntuales como la de sus intervalos de predicción.

A continuación, se verán los pronósticos realizados para el periodo ex post para llevar a cabo validación cruzada, lo cual se hace

teniendo en cuenta que el origen ocurre en n = 239. Además, para los intervalos de pronóstico se usará una confianza del 95 % y se

presentará la gráfica de los pronósticos contra los datos reales en los tiempos de pronóstico ex post.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tabla 2.** Pronósticos puntuales y por I.P del 95% de confianza | | | | | | | | | | | | |
|  | Modelo 1 | | | Modelo 2 | | | Modelo 3 | | | Modelo 4 | | |
| Período | Pronóstico | Lim. Inf | Lim. Sup | Pronóstico | Lim. Inf | Lim. Sup | Pronóstico | Lim. Inf | Lim. Sup | Pronóstico | Lim. Inf | Lim. Sup |
| Dec 2020 | 125.004 | 116.960 | 133.600 | 125.912 | 117.839 | 134.538 | 125.877 | 117.754 | 134.560 | 126.074 | 117.920 | 134.791 |
| En 2021 | 104.026 | 97.088 | 111.461 | 104.564 | 97.546 | 112.086 | 104.015 | 97.091 | 111.433 | 103.913 | 97.006 | 111.313 |
| Feb 2021 | 107.034 | 99.232 | 115.449 | 107.980 | 100.005 | 116.591 | 106.799 | 99.030 | 112.177 | 106.827 | 99.104 | 115.152 |
| Mar 2021 | 113.871 | 104.628 | 123.931 | 114.277 | 104.834 | 124.570 | 113.601 | 104.401 | 123.612 | 113.495 | 104.331 | 123.464 |
| Abr 2021 | 11.305 | 101.784 | 121.716 | 112.172 | 102.520 | 122.732 | 111.057 | 101.603 | 121.390 | 111.115 | 101.716 | 121.382 |
| May 2021 | 116.444 | 105.854 | 128.093 | 116.870 | 106.057 | 120.785 | 116.142 | 105.631 | 127.700 | 115.996 | 105.574 | 127.447 |
| Jun 2021 | 114.782 | 103.765 | 126.968 | 115.432 | 104.201 | 127.874 | 114.568 | 103.388 | 126.957 | 114.580 | 103.723 | 126.575 |
| Jul 2021 | 117.292 | 105.522 | 130.375 | 116.968 | 105.097 | 130.179 | 117.014 | 105.202 | 130.152 | 117.041 | 105.471 | 129.881 |
| Ago 2021 | 119.176 | 106.690 | 133.124 | 120.196 | 107.415 | 134.498 | 119.584 | 106.894 | 133.781 | 119.632 | 107.292 | 133.392 |
| Sep 2021 | 121.367 | 108.148 | 136.201 | 121.901 | 108.461 | 137.007 | 121.101 | 107.690 | 136.181 | 121.133 | 107.884 | 136.009 |
| Oct 2021 | 123.385 | 109.461 | 139.081 | 123.752 | 109.608 | 139.720 | 123.262 | 108.991 | 139.403 | 123.295 | 109.165 | 139.255 |
| Nov 2021 | 127.263 | 112.415 | 144.073 | 127.839 | 112.729 | 144.975 | 126.865 | 111.600 | 144.219 | 126.819 | 111.640 | 144.062 |

Teniendo los pronósticos que se muestran en la tabla 2 para todos los modelos propuestos, vale la pena interpretar el resultado con algún periodo particular, como lo puede ser el mes de febrero de 2021, para el cual el modelo uno pronostica que el índice de ventas nominales será de 107.034 puntos y se situará entre los 99.232 y los 115.449 puntos con una confianza del 95 %. Por su parte, el modelo dos pronostica que el índice de ventas nominales de febrero de 2021 será de 107.980 y se ubicará entre los 100.005 y 116.591 puntos, mientras que el modelo tres proyecta que será de 106.799 puntos y se situará entre los 99.030 y los 112.177 puntos con una confianza del 95 %. Por último, el modelo cuatro pronostica que el índice de ventas nominales de febrero de 2021 será de 106.827 puntos y con una confianza del 95% el índice de ventas nominales estará entre 99.104 y 115.152 puntos. Ahora bien, es importante comparar los cuatro modelos a partir de la tabla de diferentes medidas de error gracias al conocimiento de los valores reales para el periodo ex post, para lo que se presenta la tabla 3.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tabla 3.** Precisión de los Pronósticos puntuales y de los I.P del 95% | | | | |
| Medidas | Modelo 1 | Modelo 2 | Modelo 3 | Modelo 4 |
| RMSE | 0.5962 | 0.1083 | 0.6586 | 0.6737 |
| MAE | 0.5462 | 0.1019 | 0.5886 | 0.6174 |
| MAPE (%) | 0.4683 | 0.0874 | 0.5091 | 0.5338 |
| Amplitud. Media I.P | 22.7103 | 23.1035 | 22.9409 | 22.6579 |
| Cobertura (%) I.P | 100% | 100% | 100% | 100% |

Vemos que el modelo dos presenta el menor valor tanto como en RMSE, MAE y MAPE, siguiendo con esta idea según el RMSE el modelo dos se equivocó en promedio en cada pronostico del periodo ex post en 0.1083 puntos del índice de ventas nominales y según MAE este mismo modelo se equivoca en promedio 0.1019 puntos del índice mientras que según MAPE el modelo dos se equivocó en promedio en cada pronóstico en un 0.0874% respecto al valor real del índice de ventas nominales, en general los cuatro modelos presentan buenos resultados en cuanto pronóstico según las medidas mencionadas anteriormente; en tanto a los intervalos de predicción vemos que todos contienen el valor real de la serie para cada uno de los periodos ex post en este caso el modelo con un intervalo de predicción más estrecho es el modelo cuatro seguido por el modelo uno; para ver más fácilmente la calidad de la predicción se presenta en la figura 1 las predicciones puntuales de cada modelo y los valores reales del índice de ventas para el periodo ex post

|  |
| --- |
|  |
| **Figura 1:** Comparación de los pronósticos. |

Podemos concluir con la gráfica que no hay diferencias prácticas de importancia entre los pronósticos puntuales y los valores reales. Como estamos interesados en escoger el modelo que mejor pronóstica sin dejar de lado la validez de supuestos de dicho modelo y teniendo en cuenta que no hay diferencias importantes se preferirá los modelos más parsimoniosos

**3.6 Conclusiones**

Desarrollar esta sección de acuerdo a lo que específicamente indique cada trabajo.

**4. Referencias y citaciones**

Toda figura, tabla, ecuación, sección, bibliografía, dirección electrónica, etcétera, debe ser referenciada, como se ejemplifica en este documento.

**4.1 Ejemplo (Citaciones y referencias bibliográficas).** Las citaciones bibliográficas deben estar acompañadas por un número en el texto empleando el ambiente “insertar” seguido de “nota al pie…” Las referencias bibliográficas deben ir al final del documento[[[4]](#endnote-1), [[5]](#endnote-2), [[6]](#endnote-3)] y su formato es como se muestra en la Sección Referencias de este documento.

**5. Objetos**

Toda figura, tabla y ecuación es un objeto. Los objetos deben ser colocados lo más cerca posible del párrafo donde son referenciados por primera vez y no se admite que floten en el texto.

**5.1 Tablas**

Se deben colocar en una sola tabla, los resultados de todos los modelos que sean de la misma naturaleza (por ejemplo, tablas de parámetros estimados, tablas de predicciones) y que su colocación sea centrada. Las tablas deben ser tituladas y numeradas en su parte superior, como muestran las Tablas [1](#Tabla1), 2 y 3 del Ejemplo en [5.4.1.](#ejemplo32)

**5.2 Figuras**

Las figuras deberán titularse y numerarse en su parte inferior como se muestra en el Ejemplo en 5.4.2. Se deberá dejar en el texto el espacio suficiente para ubicar la figura en el sitio que le corresponde. Las dimensiones de las figuras deberán ser de 5cm x 5cm excepto para aquellas en las que sea necesario un tamaño mayor, pero no deberán ser excesivas al punto de ocupar cada una media página o más.

**5.3 Ecuaciones**

Si se escriben como párrafo, deben ser centradas y con la numeración a la derecha y entre paréntesis. También puede presentarlas dentro de una tabla como se ilustra en la sección 5.4.3. Si se colocan individualmente, en ese caso forman parte de un párrafo y observan las reglas de puntuación. Solo enumere las ecuaciones a las que se refiera en el texto. Para referirse a las ecuaciones utilice la palabra ecuación seguida de su número como se ilustra en el Ejemplo en Sección 5.4.3 Las ecuaciones deben ser escritas en el editor de ecuaciones de Word, no pegadas como imagen capturada de otros documentos.

**5.4 Ejemplos de tablas, figuras y ecuaciones**

**5.4.1 Ejemplo Tablas**. Si las tablas tienen el mismo tipo de información deben colocarse juntas y además si tienen mismo número de filas pueden colocarse una al lado de la otra. En caso contrario se colocan una debajo de la otra, por ejemplo como se ilustra a continuación.

|  |  |
| --- | --- |
| **Tabla 1:** Parámetros estimados Modelos de regresión global | |
| **Tabla 1a.** Parámetros estimados en Modelo 1   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Parámetros | Estimación | Error Std |  |  | |  | 6.25081 | 0.02487 | 251.34474 | 0.00000 | |  | 0.01988 | 0.00129 | 15.39242 | 0.00000 | |  | -1.290×10-4 | 0.00002 | -6.54274 | 0.00000 | |  | 3.168×10-7 | 8.526×10-8 | 3.71609 | 0.00029 | |  | -0.13167 | 0.01574 | -8.36568 | 0.00000 | |  | -0.01853 | 0.01574 | -1.17723 | 0.24105 | |  | 0.01446 | 0.01574 | 0.91883 | 0.35972 | | (escala log); AIC= 8995.101 BIC= 10345.524 | | | | | | **Tabla 1c.** Parámetros estimados en Modelo 2   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Parámetros | Estimación | Error Std |  |  | |  | 6.25467 | 0.04752 | 131.63476 | 0.00000 | |  | 0.02015 | 0.00209 | 9.62945 | 0.00000 | |  | -1.323×10-4 | 0.00003 | -4.75668 | 0.00000 | |  | 3.301×10-7 | 1.101×10-7 | 2.99833 | 0.00320 | |  | -0.14307 | 0.01832 | -7.80790 | 0.00000 | |  | -0.02956 | 0.01719 | -1.71946 | 0.08768 | |  | 0.00512 | 0.01686 | 0.30392 | 0.76163 | | , AIC= 8956.667, BIC= 10301.320 | | | | | |
| **Tabla 1b.** Parámetros estimados en Modelo 1b   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Parámetros | Estimación | Error Std |  |  | |  | 6.21688 | 0.02275 | 273.28662 | 0.00000 | |  | 0.01988 | 0.00129 | 15.39242 | 0.00000 | |  | -1.290×10-4 | 0.00002 | -6.54274 | 0.00000 | |  | 3.168×10-7 | 8.526×10-8 | 3.71609 | 0.00029 | |  | -0.07307 | 7.818e-03 | -9.34583 | 0.00000 | |  | 0.00926 | 0.00787 | 1.17723 | 0.24105 | |  | 0.02467 | 0.00555 | 4.44922 | 0.00002 | | (escala log); AIC= 8995.101 BIC= 10345.524 | | | | | | **Tabla 1d.** Parámetros estimados en Modelo 2b   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Parámetros | Estimación | Error Std |  |  | |  | 6.21279 | 0.04641 | 133.85500 | 0.00000 | |  | 0.02015 | 0.00209 | 9.62945 | 0.00000 | |  | -1.323×10-4 | 0.00003 | -4.75668 | 0.00000 | |  | 3.301×10-7 | 1.101×10-7 | 2.99832 | 0.00320 | |  | -0.07410 | 0.00907 | -8.16517 | 0.00000 | |  | 0.01478 | 0.00860 | 1.71946 | 0.08768 | |  | 0.02709 | 0.00625 | 4.33595 | 0.00003 | | , AIC= 8956.667, BIC= 10301.320 | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tabla 2.** Pronósticos puntuales y por I.P del 95% de confianza | | | | | | | | | | | | |
|  | Modelo 1 | | | Modelo 1b | | | Modelo 2 | | | Modelo 2b | | |
| Período | Pronóstico | Lim. Inf | Lim. Sup | Pronóstico | Lim. Inf | Lim. Sup | Pronóstico | Lim. Inf | Lim. Sup | Pronóstico | Lim. Inf | Lim. Sup |
| 1993 Q4 | 1649.702 | 1429.387 | 1903.976 | 1649.702 | 1429.387 | 1903.976 | 1668.857 | --- | --- | 1668.857 | --- | --- |
| 1994 Q1 | 1450.015 | 1255.496 | 1674.671 | 1450.015 | 1255.496 | 1674.671 | 1450.493 | --- | --- | 1450.493 | --- | --- |
| 1994 Q2 | 1628.089 | 1408.739 | 1881.594 | 1628.089 | 1408.739 | 1881.594 | 1629.504 | --- | --- | 1629.504 | --- | --- |
| 1994 Q3 | 1687.280 | 1458.900 | 1951.411 | 1687.280 | 1458.900 | 1951.411 | 1691.936 | --- | --- | 1691.935 | --- | --- |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tabla 3.** Precisión de los Pronósticos puntuales y de los I.P del 95% | | | | |
| Medidas | Modelo 1 | Modelo 2 | Modelo 3 | Modelo 4 |
| RMSE | 0.5962 | 0.1083 | 0.6586 | 0.6737 |
| MAE | 0.5462 | 0.1019 | 0.5886 | 0.6174 |
| MAPE (%) | 0.4683 | 0.0874 | 0.5091 | 0.5338 |
| Amplitud. Media I.P | 22.7103 | 23.1035 | 22.9409 | 22.6579 |
| Cobertura (%) I.P | 100% | 100% | 100% | 100% |

**5.4.2 Ejemplo Figuras**. Figuras del mismo tipo deben colocarse juntas como se ilustra a continuación.

|  |  |
| --- | --- |
| (a) | (b) |
| (c) | (d) |
| **Figura 1:** Gráficas de los ajustes. (a) En modelo 1; (b) En modelo 1b; (c) En modelo 2; (d) En modelo 2b | |

**5.4.3 Ejemplo ecuaciones**

**5.4.3.1 Ecuaciones cada una en un párrafo independiente**

Las ecuaciones (1) a (4) corresponden a los modelos 1 (log-cúbico estacional con indicadoras, nivel de referencia Q4), modelo 1b (log-cubico estacional usando variables trigonométricas en la representación de la componente estacional, en frecuencias , ), modelo 2 (exponencial –cúbico estacional con variables indicadoras, trimestre de referencia Q4 (se usan las indicadoras, nivel de referencia Q4) y modelo 2b (exponencial – cúbico estacional usando variables trigonométricas en la representación de la componente estacional, en frecuencias , ), respectivamente,

**,** . (1)

**,** . (2)

**,** . (3)

**,** . (4)

**5.4.3.2 Ecuaciones como parte de una tabla**

|  |
| --- |
| **Tabla 4.** Ecuaciones de los modelos propuestos |
| **Modelo 1**  **,** |
| **Modelo 1b**  **,** |
| **Modelo 2**  **,** |
| **Modelo 2b**  **,** |

1. Estudiante Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín. [↑](#footnote-ref-1)
2. Estudiante Ingeniería Administrativa, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín [↑](#footnote-ref-2)
3. Estudiante Ingeniería Administrativa, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín [↑](#footnote-ref-3)
4. **Referencias**

   [] Chuang, I. L. and Nielsen, M. A. (2000), “Quantum computation and quantum information”, Cambridge: Cambridge University Press. [↑](#endnote-ref-1)
5. [] Moreno, L. F. (2004), “Factorización cuántica de números enteros. Una introspectiva al algoritmo de Shor”, Universidad EAFIT. [↑](#endnote-ref-2)
6. [] Shor, P. W. (1994), “Algorithms for quantum computation. Discrete logarithms and factoring,” In 35th Annual Symposium on Foundations of Computer Science, pp. 124–134, IEEE. [↑](#endnote-ref-3)