

14. INFLUENCIA DE LA VARIABILIDAD DE LONGITUD EN EL MODELO DE PRONÓSTICO PMS PARA LA PREDICCIÓN DE SESIONES DE QUIMIOTERAPIA EN PERÚ⁸⁵

Influence of the Length Variability in the SMA Forecast Model for the Prediction of Chemotherapy Sessions in Peru.

Axel Javier Zevallos Aquije⁸⁶

Karen Juliza Palomino Salcedo⁸⁷

Daniel André Rivera Aquije⁸⁸

Pares evaluadores: Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES.⁸⁹

⁸⁵Derivado del proyecto de investigación: *Influence of the length variability it the SMA forecast model for the prediction of chemotherapy sessions at the Edgardo Rebagliati Martins Hospital.*

⁸⁶Bachiller en Ingeniería Industrial, Universidad César Vallejo, azevallosa@ucv.edu.pe

⁸⁷Bachiller en Contabilidad y Administración, Universidad César Vallejo, karenpalomino90@gmail.com

⁸⁸Estomatología, Universidad Privada San Juan Bautista, Estudiante, andre-rivera1@hotmail.com

⁸⁹Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES. www.rediees.org

INFLUENCIA DE LA VARIABILIDAD DE LONGITUD EN EL MODELO DE PRONÓSTICO PMS PARA LA PREDICCIÓN DE SESIONES DE QUIMIOTERAPIA EN PERÚ

Axel Javier Zevallos Aquije, Karen Juliza Palomino Salcedo y Daniel André Rivera Aquije.

RESUMEN

En el año 2022, fallecieron más de 34 mil personas a causa de cáncer en Perú, esta enfermedad es considerada la segunda causa de muerte en la población peruana. Los servicios de salud tienen como objetivo optimizar sus recursos para combatir estas cifras; sin embargo, reportes recientes informan el déficit en cuanto a los recursos necesarios para combatir el cáncer. Distintos estudios estadísticos se han utilizado para optimizar los recursos de salud en relación al cáncer, el método de pronóstico de demanda obtuvo resultados favorables en cuanto a la reducción de costos de gestión y mejora de satisfacción de pacientes. El presente proyecto buscó analizar el comportamiento de la longitud del modelo de promedio móvil simple en cuanto al impacto en el MAPE, MAD y MSD; en base al menor error, se evaluaron 12 modelos y se utilizó el mejor modelo para la aplicación del pronóstico del mes 29 de sesiones de quimioterapia en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins. El mejor modelo presentó un valor MAPE de 10%, MAD de 262 y MSD de 166274, se determinó el IP (95%) superior e inferior; se evidenció el comportamiento de la variabilidad de la longitud en el modelo, el cual es de alta precisión al presentar niveles mínimos de error. Se recomienda analizar factores externos de intervención y considerar la influencia de la variabilidad de la longitud en el modelo PMS.

Palabras Clave: pronóstico; Promedio Móvil Simple; tendencia; quimioterapia; MAPE; MAD; MSD.

ABSTRACT

In 2022, more than 34,000 people died of cancer in Perú, a disease that is considered the second leading cause of death in the Peruvian population. Health services aim to optimize their resources to combat these figures; however, recent reports report a deficit in terms of the resources needed to combat cancer. Different statistical studies have been used to optimize health resources in relation to cancer; the demand forecasting method obtained favorable results in terms of reducing management costs and improving patient satisfaction. The present project sought to analyze the behavior of the length of the simple moving average model in terms of the impact on the MAPE, MAD and MSD, based on the smallest error, 12 models were evaluated and the best model was used for the application of the forecast of the 29th month of chemotherapy sessions at the Edgardo Rebagliati Martins National Hospital. The best model presented a MAPE (10%), MAD (262) and MSD (166274), the upper and lower PI (95%) was determined; the behavior of the variability of the length in the model was evidenced, which is of high precision by presenting minimum error levels. It's recommended to analyze external intervention factors and consider the influence of the variability of the length in SMA model.

Keywords: forecast; Simple Moving Average; trend; chemotherapy; MAPE; MAD; MSD.

INTRODUCCIÓN

En el 2020, el cáncer causó 1,4 millones de muertes en las Américas, esta cifra alarmante se agravó para el año 2022, en donde, en Perú, fallecieron más de 34 mil personas a causa de esta enfermedad según reporte del Ministerio de Salud (Ramírez, 20223). En el año 2022 se reportó a esta enfermedad como la segunda causa de muerte en la población peruana, este dato estadístico se ve ligado a los cambios relacionados a la cobertura en acceso de los peruanos a los servicios básicos, educación y, a los servicios de salud (Ministerio de Salud, 2022).

Los servicios de salud tienen como objetivo optimizar sus recursos para poder combatir con estas cifras alarmantes, sin embargo, los reportes de Controlaría no son optimistas en cuanto al desabastecimiento de los recursos oncológicos, específicamente se evidenció el desabastecimiento de 59 medicamentos oncológicos y 41 medicamentos con condición de stock crítico en los hospitales nacionales Edgardo Rebagliati Martins, Alberto Sabogal y Guillermo Almenara (Diario Gestión, 2022).

Distintos estudios de pronóstico se han aplicado entorno al cáncer, distintos estudios obtuvieron resultados favorables en cuanto al uso de modelos de pronóstico, en China, aplicaron el modelo de regresión de Cox para pronosticar pacientes con BCLM (Breast Cancer Liber Metastases) (Wang, 2023). Del mismo, se ha aplicado la red neuronal artificial para predecir el comportamiento de la quimioterapia y la radioterapia para el tratamiento y tolerancia en los pacientes, esta investigación concluyó que el uso de esta herramienta es un factor predictivo potencial (Drago, Setti, Licitra y Liberati, 2022).

En la presente investigación, el enfoque se presenta en la optimización de recursos médicos relacionados a las quimioterapias, el modelo de promedio móvil simple ha presentado resultados favorables en cuanto la mejora de satisfacción de pacientes y reducción de costos de gestión en instituciones sanitarias (Cheng, Chiang y Chen, 2016).

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el desarrollo del proyecto de investigación, se recaudó la demanda (sesiones de quimioterapia realizadas) entre los meses de enero de 2021 y abril de 2021 (28 ítems) del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins. La serie de tiempo presenta alta variabilidad, no presenta estacionalidad y no presenta tendencia, por ello se aplicará el modelo promedio móvil simple ($n=2; 3; \dots; 13$), obteniendo 12 ensayos, para el modelo de promedio móvil simple se aplicó la fórmula:

$$F_{t=n+1} = \frac{D_{t-1} + \dots + D_{t-n}}{n}$$

$$n = 2; 3; 4; \dots; 13$$

Al obtener los resultados de los 12 ensayos, se realizó la valoración en función a los estadísticos de error más importantes en función a la variabilidad y eficiencia del modelo: el error porcentual absoluto medio (MAPE), la desviación absoluta de la media (MAD) y la desviación cuadrática media (MSD). Seguido a ello, se utiliza el valor pronóstico en relación al modelo con menores niveles de error.

Los valores de MAPE, MAD y MSD serán graficadas para poder visualizar el comportamiento del error en relación de la longitud utilizada en cada ensayo de modelo de promedio móvil simple.

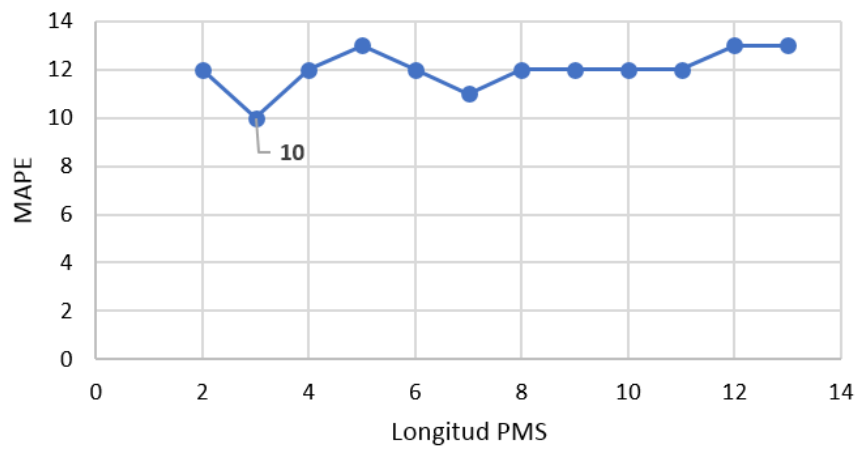
Finalmente, se presenta la gráfica de probabilidad normal y el histograma de residuos para analizar el comportamiento del error, del mismo modo, las gráficas vs ajuste y vs orden de los residuos para determinar la varianza y los patrones del modelo en relación al ajuste de la demanda (datos).

RESULTADOS

Se efectuaron 12 corridas del modelo promedio móvil simple ($n=2; 3; 4; \dots; 13$), se observaron los valores de los errores para poder analizar el comportamiento de la variabilidad de la longitud de los modelos.

Figura 1

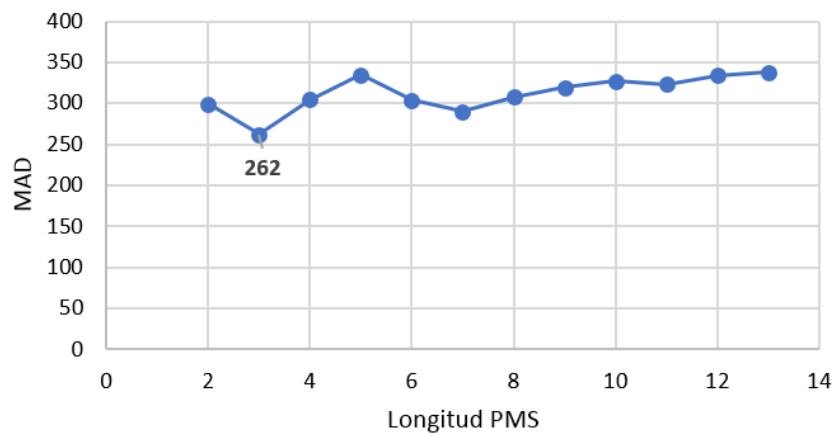
Variación MAPE – Longitud PMS



Nota. Elaboración propia.

Figura 2

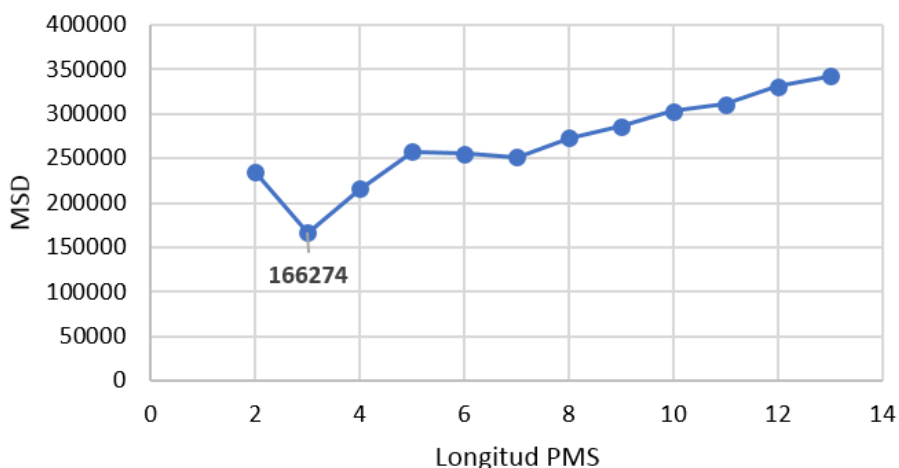
Variación MAD – Longitud PMS



Nota. Elaboración propia.

Figura 3

Variación MSD – Longitud PMS



Nota. Elaboración propia.

Con base a la gráfica “Variación MAPE – Longitud PMS” (Figura 1), el valor más bajo se presenta con la variante “Longitud 3”, la cual presenta un valor de 10%; asimismo, se visualiza que existe tendencia creciente a partir del nivel “Longitud 7”, por lo tanto, el error aumenta proporcionalmente al incremento de la longitud.

Tomando como referencia a la gráfica “Variación MAD – Longitud PMS” (Figura 2), el valor más bajo se presenta con la variante “Longitud 3”, la cual presenta un valor de 262; asimismo, se visualiza que existe tendencia creciente a partir del nivel “Longitud 7”, por lo tanto, el error aumenta proporcionalmente al incremento de la longitud.

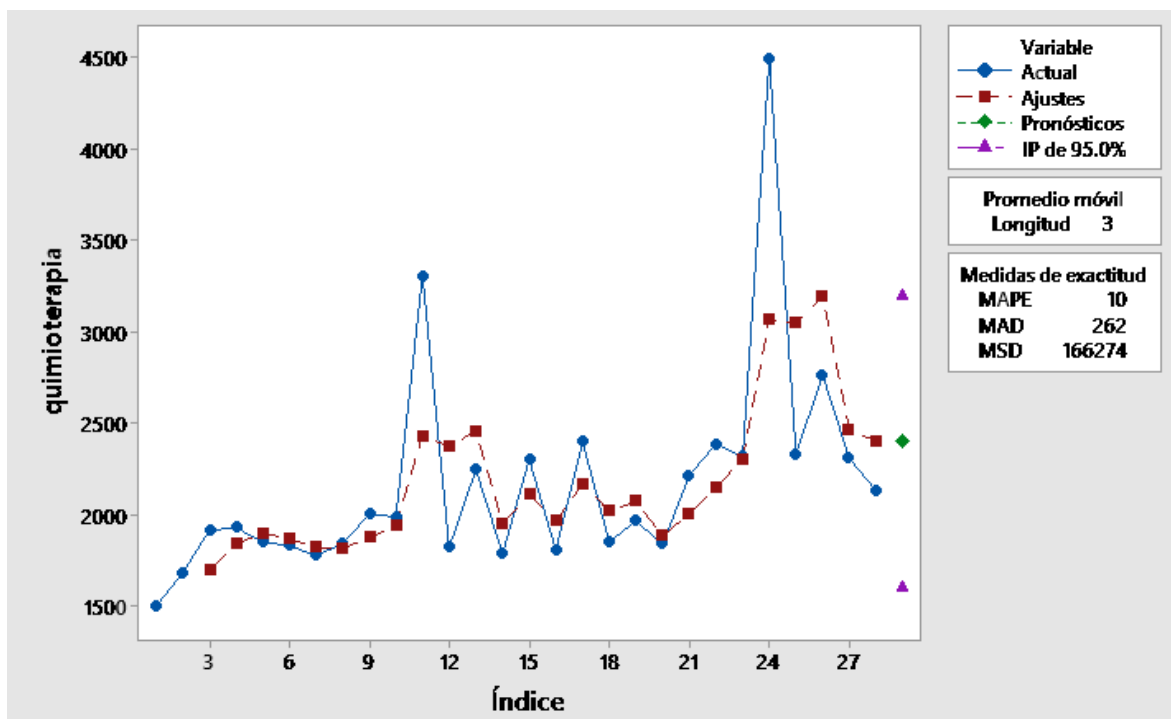
Siguiendo a la gráfica “Variación MSD – Longitud PMS” (Figura 3), el valor más bajo se presenta con la variante “Longitud 3”, la cual presenta un valor de 166,274; asimismo, se visualiza que existe tendencia creciente a partir del nivel “Longitud 7”, por lo tanto, el error aumenta proporcionalmente al incremento de la longitud.

El mejor modelo fue el promedio móvil simple de longitud 3 (Figura 4), con un valor MAPE de 10%, MAD de 262 y MSD de 166,274; por lo tanto, se utilizó este modelo para el

pronóstico del mes 29 el cual, con un intervalo de predicción de 95%, presenta un valor de 2399.33(2400 sesiones) con límite superior de 3198.54 e inferior de 1600.12.

Figura 4

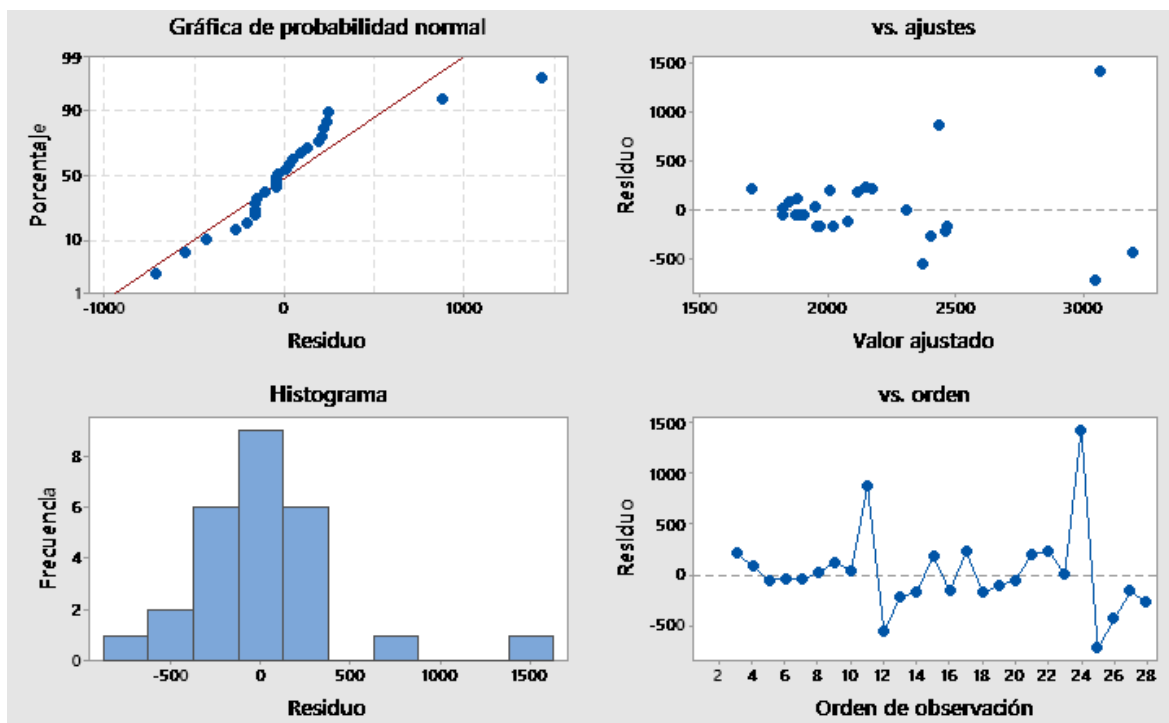
Gráfica de pronóstico promedio móvil simple de sesiones de quimioterapia en Hospital Nacional “Edgardo Rebagliati Martins”



Nota. Elaboración propia.

Figura 5

Gráfica de residuos promedio móvil simple de sesiones de quimioterapia en Hospital Nacional “Edgardo Rebagliati Martins”



Nota. Elaboración propia.

Finalmente, se procesaron y analizaron las gráficas de residuos (Figura 5) para analizar el comportamiento del ensayo seleccionado: la gráfica de probabilidad normal muestra un comportamiento curvo s con colas largas, la normalidad del modelo es conforme; el histograma de residuos señala el comportamiento simétrico con dos valores atípicos, por lo tanto, sí existe un ajuste con los datos; la gráfica vs ajuste demuestra la aleatoriedad en los puntos y el gráfico vs orden señala aleatoriedad y no tendencia; por lo expuesto en los dos últimos puntos, el modelo es preciso y el nivel de ajuste a los datos es alto.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La longitud del modelo PMS presenta tendencia creciente en relación al error MAPE, MAD y MSD, por lo tanto, podemos afirmar que, ante la variabilidad alta en la serie de tiempo de las sesiones de quimioterapia, a mayor longitud del modelo PMS, el error aumenta gradualmente.

El error porcentual absoluto medio (MAPE) obtenido, para el mes 29, fue de de 10%, el valor MAD de 262 y el valor MSD de 166274, en base a estos resultados el valor pronóstico fue de 2399.33 (2400) sesiones con límite superior de 3198.54 e inferior de 1600.12; las gráficas de residuos confirmar la precisión y efectividad del modelo denotando normalidad en los residuos, simetría, precisión del modelo y ajuste con los datos reales.

El error porcentual absoluto (MAPE) fue de 10%, esto indica precisión alta entre los datos reales y el valor pronóstico; el valor de la desviación absoluta media (MAD) fue de 262, esto refleja valores mínimos entre las unidades de las cifras del modelo (miles); el valor de la desviación cuadrática media (MSD) fue de 166,274, este valor representa precisión en el valor de ajuste y la serie de tiempo del ensayo.

Como limitación principal, es importante la data histórica para la elaboración de los ensayos, esto permitirá comprender mejor el comportamiento y la variabilidad de la serie de tiempo; sin embargo, estos datos históricos pueden ser vulnerables a factores externos que alteren la variabilidad y el error del modelo generando valores atípicos, un caso representativo fueron las limitaciones presentadas por el COVID-19.

Aplicar modelos de pronóstico de demanda no involucra grandes inversiones en cuanto a la obtención de valores precisos para la gestión de recursos en las entidades de salud, se recomienda realizar un análisis costo – beneficio para su implementación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cheng, C. Y., Chiang, K. L y Chen, M. Y. (2016) Intermittent Demand Forecasting in a Tertiary Pediatric Intensive Care Unit. *Journal of Medical Systems*, 40(10), 217. <https://doi.org/10.1007/s10916-016-0571-9>
- Diario Gestión. (07 de mayo de 2022) *Tres hospitales de EsSalud desabastecidas de 59 medicamentos para el cáncer, alerta Contraloría*. [Comunicado de prensa]. <https://bit.ly/472YljO>
- Drago, G. P., Setti, E., Licitra, L. y Liberati, D. (2022) Forecasting the performance status of head and neck cancer patient treatment by an interval arithmetic pruned perceptron. *IEEE Trans Biomed Eng*, 49(8), 782-787. <https://doi.org/10.1109/TBME.2002.800788>
- Ramírez, E. (4 de febrero de 2023) *Cáncer en el Perú, solo en el 2022 fallecieron más de 34 mil personas*. [Comunicado de prensa]. <https://bit.ly/3K9b0Ik>
- Ministerio de Salud (2022). *Boletín Epidemiológico* (31), 93-94. <https://bit.ly/3Q4EL0L>
- Wang, W., Liu, J., Chen, Y., Xu, X., Huo, L., Wang, X. y Gu, J. (2023) An effective tool for predicting survival in breast cancer patients with de novo lung metastasis: Nomograms constructed based on SEER. *Frontiers in Surgery*, 9, 93913. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.939132>