

# INVESTIGACIÓN LATINOAMERICANA EN COMPETITIVIDAD ORGANIZACIONAL

## PRONÓSTICO DE LA DEMANDA TURÍSTICA DEL HOTEL BRISAS GUARDALAVACA DE HOLGUÍN A TRAVÉS DE UNA RED NEURONAL ARTIFICIAL

MSc. Mayly Torres Álvarez<sup>1</sup>

MSc. Julio Ernesto de la Rosa Melian<sup>2</sup>

Dr.C. Yosvani Orlando Lao León<sup>3</sup>

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Mayly Torres Álvarez, Julio Ernesto de la Rosa Melian y Yosvani Orlando Lao León (2021): "Pronóstico de la demanda turística del Hotel Brisas Guardalavaca de Holguín a través de una red neuronal artificial", Revista de Investigación latinoamericana en competitividad organizacional RILCO, n. 9 (febrero 2021). En línea:

<https://www.eumed.net/es/revistas/rilco/9-febrero21/demanda-turistica>

### RESUMEN

El turismo para diversos países constituye un sector priorizado por los beneficios que reporta a la economía de los mismos. La correcta gestión de los destinos turísticos depende en gran medida del pronóstico que se realice de la demanda de clientes. Los estudios realizados en este campo en mayor medida involucran el uso de la regresión y análisis estadísticos. La implementación de herramientas de la Inteligencia Artificial contribuye a disminuir la incertidumbre asociada a los análisis relacionados con el futuro, en este sentido las Redes Neuronales Artificiales ofrecen ventajas que facilitan el proceso de toma de decisiones. El objetivo general de la investigación es pronosticar el por ciento de ocupación del hotel Brisas Guardalavaca a partir de la utilización de una red neuronal artificial perceptrón multicapa, cuyas predicciones contribuyen a disminuir la brecha entre la demanda de clientes pronosticada y la real. Como resultado, se utilizó la red para el pronóstico de los meses de enero y febrero evidenciando un buen ajuste al compararlo con los resultados reales del hotel.

<sup>1</sup> Universidad de Holguín, Facultad de Ciencias Empresariales, mayly.torres@uho.edu.cu

<sup>2</sup> Universidad de Holguín, Facultad de Ingeniería, Centro de Estudios CAD/CAM, delarosa94@uho.edu.cu

<sup>3</sup> Universidad de Holguín, Facultad de Ciencias Empresariales, ylaol@uho.edu.cu

**Palabras claves:** pronóstico, demanda, turismo, Red Neuronal Artificial

## **FORECAST OF TOURIST DEMAND AT THE BRISAS GUARDALAVACA HOTEL IN HOLGUÍN THROUGH AN ARTIFICIAL NEURONAL NETWORK**

### **ABSTRACT**

Tourism for various countries constitutes a sector prioritized by the benefits it brings to their economies. The correct management of tourist destinations largely depends on the forecast made of customer demand. The studies carried out in this field to a greater extent involve the use of regression and statistical analysis. The implementation of Artificial Intelligence tools contributes to reduce the uncertainty associated with future-related analyzes. In this sense, Artificial Neural Networks offer advantages that facilitate the decision-making process. The general objective of the research is to forecast the occupancy percentage of the Brisas Guardalavaca hotel based on the use of a multilayer perceptron artificial neural network, the predictions of which contribute to reducing the gap between the predicted and actual customer demand. As a result, the network was used for the forecast for the months of January and February, evidencing a good fit when compared with the actual results of the hotel.

**Keywords:** forecast, demand, tourism, Artificial Neural Network

### **INTRODUCCIÓN**

El entorno empresarial, evoluciona rápidamente en medio de acelerados avances científicos y tecnológicos, lo que ha conllevado a que las organizaciones trabajen por ser más competentes cada día. En la lucha por lograr los niveles de competitividad deseados, las empresas desarrollan estrategias, entre estas clasifica con ventajas la aplicación de técnicas de pronósticos, la cuales han generado una revolución en la esfera de la planificación al servir de herramienta para sustentar decisiones estratégicas en el corto, mediano y largo plazo.

Un pronóstico, en el plano empresarial, es la predicción de lo que sucederá con un elemento determinado dentro del marco de un conjunto dado de condiciones. Al respecto, (Gebert y Everett, 1991) considera al pronóstico como un proceso de estimación de un acontecimiento futuro, sobre la base de datos del pasado.

La aparición de nuevas tecnologías ha permitido que evolucionen los métodos de pronóstico. Las Redes Neuronales Artificiales (RNA) representan una de las técnicas de Inteligencia Artificial, entre sus aplicaciones se utiliza para pronosticar en diferentes áreas de la gestión: donde destacan las finanzas, la generación de energías, las ciencias ambientales y las ciencias de los materiales. Se inspira en la naturaleza de la inteligencia humana y su afán por comprender y desarrollar entidades inteligentes simples, para crear sistemas de inteligencia complejos (Lao León, Rivas Méndez, Pérez Pravia, y Marrero Delgado, 2017).

Independientemente a los avances en materia de pronósticos que se han alcanzado, como resultado de las investigaciones desarrolladas, aún son insuficientes en función de las demandas del contexto empresarial. Al efectuar un análisis del tratamiento metodológico dado a los pronósticos en la literatura especializada (Fernández Alfajarrín y Sánchez González, 2010, Salazar Aguilar y Cabrera Ríos, 2007, Pérez Pravia, 2010, Escalona Morales, 2011, Ariza Ramírez, 2013, Hernández Nariño et al., 2009) se identificó un conjunto de deficiencias, relacionadas con: Los métodos que clasifican dentro de las series de tiempo son los más utilizados en el pronóstico, generalmente los resultados no son validados, la aplicación de los métodos de pronóstico adolece de un carácter metodológico.

En el contexto turístico empresarial, pronosticar la demanda es una necesidad de los responsables de procesos y la alta dirección. La demanda turística, constituye una de las variables más importantes que se estudia y analiza, según Boullón (1997), es el número total de personas que viajan o desean viajar, para disfrutar de facilidades turísticas y de servicios en lugares distintos al lugar de trabajo y residencia habitual. Holguín se considera el tercer destino turístico de Cuba, superado solamente por La Habana y Varadero. Entre sus hoteles se encuentra Brisas Guardalavaca perteneciente al grupo de turismo Cubanacán. Se comprueba por revisión documental y entrevistas a los directivos del hotel y trabajadores que el pronóstico de la demanda se realiza utilizando métodos estadísticos lineales, sin embargo, las relaciones entre las variables son del tipo no lineales. Esta situación causa desajustes en las planificaciones al evidenciarse una brecha considerable entre la demanda de clientes pronosticada y la real, lo cual influye además en las desacertadas previsiones de aseguramientos materiales, humanos y financieros necesarios para asumir la demanda.

El análisis anterior permitió identificar como problema científico a resolver en la presente investigación: ¿cómo pronosticar el por ciento de ocupación del hotel Brisas Guardalavaca de Holguín a partir de una Red Neuronal Artificial Perceptrón Multicapa? Para darle solución al problema planteado se definió como objetivo general: pronosticar el por ciento de ocupación del hotel Brisas Guardalavaca a partir de la utilización de una Red Neuronal Artificial Perceptrón Multicapa.

## **METODOLOGÍA**

Las técnicas de la Inteligencia Artificial se basan en el aprendizaje a partir de los datos y de su semejanza con un pensamiento estructurado similar al comportamiento humano. Existen varias técnicas sugeridas dentro de esta rama de la Inteligencia Artificial como son las Redes Neuronales, los Vectores Soporte, los Algoritmos Genéticos, los Sistemas de Inducción de Reglas, los árboles de Decisión o la Teoría de Rough Set. (Gutiérrez Cordero, Segovia-Vargas, y Escamilla, 2017).

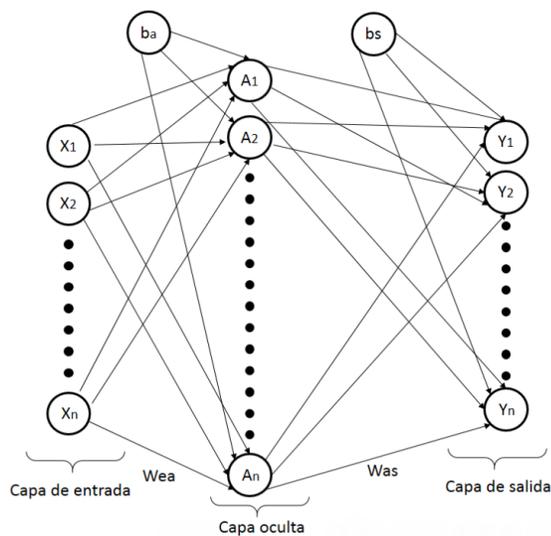
Anticipar el futuro mediante técnicas de pronóstico es basarse en registros que provienen del pasado para lograr predecir comportamientos de variables en posteriores escenarios. Los primeros modelos matemáticos usados con este objetivo fueron los métodos estadísticos lineales como series de tiempo y los modelos básicos de regresión, pero la existencia de relaciones no lineales entre las entradas y las

salidas limitan su aplicación. Al respecto, Andía, Arrieta, y Sing Long(2019)afirman que existen métodos efectivos para la predicción, como por ejemplo lo son las redes neuronales o los bosques aleatorios.

Según Villada, Muñoz, y García(2012), una red neuronal está inspirada en el sistema nervioso lo que les da varias ventajas tales como su capacidad de aprendizaje adaptativo, son auto-organizativas, pueden funcionar en paralelo en tiempo real y ofrecen tolerancia a fallos por la codificación redundante de la información.

Específicamente la Red Neuronal Artificial Perceptrón Multicapa ( $RNA_{PM}$ ) ha demostrado ser una de las arquitecturas más útiles en la resolución de problemas de pronóstico. Esto es debido, fundamentalmente, a su capacidad como aproximador universal. La arquitectura de esta red, se caracteriza porque tiene sus neuronas agrupadas en capas de diferentes niveles. Cada una de las capas está formada por un conjunto de neuronas y se distinguen tres tipos de capas diferentes: la capa de entrada, la capa de salida y la capa oculta(Villada, Arroyave, y Villada, 2014).

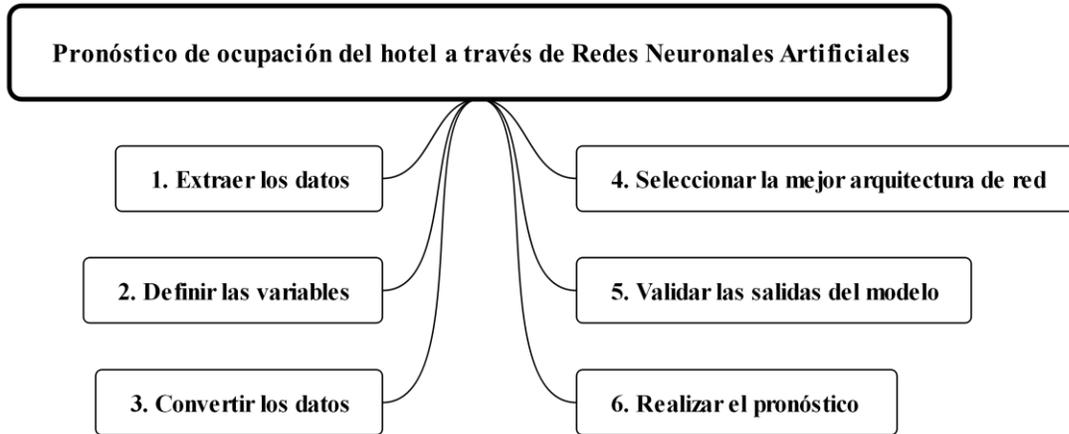
La figura 1 muestra este tipo de red en la que cada capa se conecta unidireccionalmente con la siguiente, cada salida es multiplicada por un peso que es diferente para cada una de las conexiones. El peso  $W_{ea}$  representa el conocimiento que tiene la RNA de los enlaces que existen entre la capa de entrada y la capa oculta y  $W_{as}$  es el peso que asocia la capa oculta con la capa de salida. En el modelado de la red, a la sumatoria de las entradas por los respectivos pesos de las conexiones se le suma un valor denominado bias, mediante los cuales las neuronas amplían su frontera de decisión, que al ser una recta este parámetro determina el paso o no de la misma por el origen, en la figura,  $b_a$ , son los bias de las neuronas de la capa oculta y  $b_s$  los de la capa de salida, de esta manera la red se ajusta y se entrena.



**Figura 1.** Arquitectura de una  $RNA_{PM}$

**Procedimiento para el pronóstico del por ciento de ocupación de un hotel a través de  $RNA_{PM}$ :**

La metodología para realizar los pronósticos del por ciento de ocupación de un hotel mediante una  $RNA_{PM}$  se muestra en la figura 2. Para facilitar el análisis y procesamientos de los datos se ha estructurado en seis pasos. La flexibilidad del procedimiento permite su aplicación en un gran número de hoteles.



**Figura 2.** Procedimiento para el pronóstico de ocupación del hotel a través de RNA<sub>PM</sub>

Para la extracción de los datos se utilizan los registros históricos con la información de las variables que se tienen en cuenta para el pronóstico. Posteriormente es necesario definir cuáles son las variables de entrada y salida que se utilizarán para que el modelo pueda aprender de esta experiencia y realizar futuras predicciones, las mismas son transformadas en escala numérica. Para seleccionar el modelo de red que más se ajusta a los datos, se analizan las diferentes alternativas de arquitecturas de perceptrón multicapa y se evalúan según su rendimiento, en función del menor error cuadrático medio y mayor coeficiente de determinación. Para ello, los parámetros a varias son: número de capas ocultas, cantidad de neuronas dentro de las capas ocultas, las funciones de activación de las capas ocultas, división de la muestra para el entrenamiento y prueba y el método para optimizar la función de rendimiento en el entrenamiento. El modelo quedará validado si las métricas de la RNA<sub>PM</sub> son superiores a las del Modelo Lineal utilizado por el hotel y se procede a pronosticar el por ciento de ocupación del mismo.

## DESARROLLO DEL TEMA

Para la obtención de los modelos se utilizó el entorno de escritorio integrado Spyder del lenguaje Python y la librería de aprendizaje automatizado Scikit-learn. Brisas Guardalavaca cuenta con dos secciones, el Hotel (fundado en el año 1994) y las Villas (fundada en el año 1998). El pronóstico del por ciento de ocupación en ambas secciones se realiza según la ecuación 1; donde %ocu es el por ciento de ocupación;  $s$  el tipo de sección,  $d$  el día,  $m$  el mes y  $a$  el año.

$$\%ocu = -3,45059534^{-1} \cdot s + 2,51580185^{-4} \cdot d - 1,78488595^{-2} \cdot m - 7,58321496^{-3} \cdot a + 1.3426246375249995$$

(1)

Para el pronóstico de la demanda se partió de los datos obtenidos del departamento comercial quienes facilitaron para la investigación el por ciento de ocupación histórico (booking) desde enero de 2013 hasta diciembre de 2019. La información se salvó en el libro de Excel (Ocupación\_Brisas), distribuido en columnas para el tipo de sección, el día, el mes, el año y el por ciento de ocupación con un total de 5112

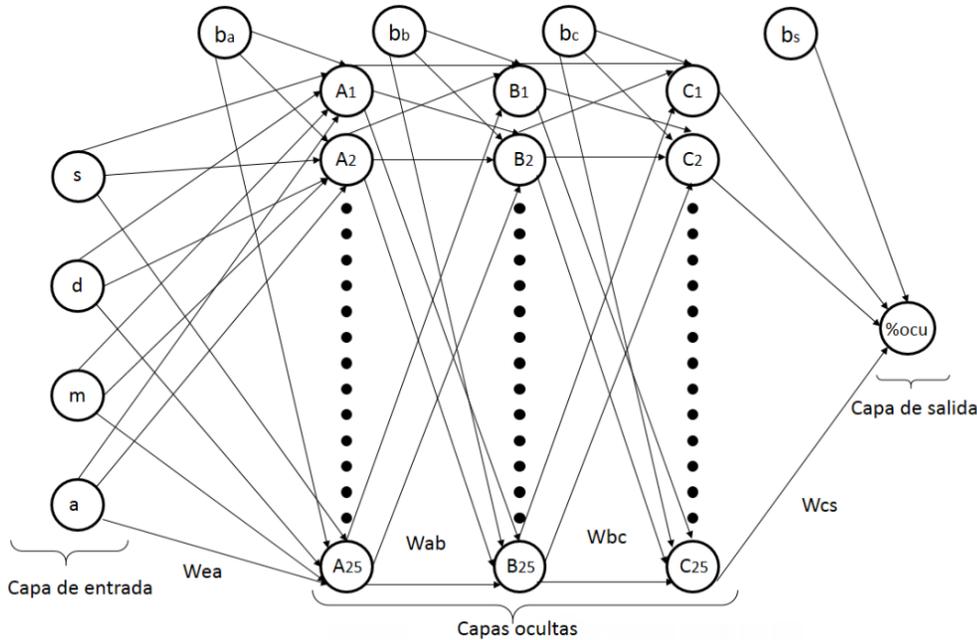
registros. El modelo está diseñado según los registros de cuatro variables de entrada o independientes (sección, día, mes y año) y una variable de salida o dependiente (por ciento de ocupación).

Al considerar los parámetros de la Tabla 1 se obtuvieron distintas arquitecturas de redes neuronales con el objetivo de seleccionar en base al coeficiente de determinación ( $R^2$ ) la de mejor desempeño para la predicción del porcentaje de ocupación en el hotel Brisas Guardalavaca.

**Tabla 1.** Parámetros para el diseño de la RNA

Parámetros	Alternativas
Número de capas ocultas	1, 2, 3
Número de neuronas en las capas ocultas	5, 10, 15, 20, 25
Función de activación en las capas ocultas	Sigmoide, Tangente Hiperbólica, Unidad Lineal Rectificada
División de la muestra para el entrenamiento y prueba	(70,30), (75,25), (80, 20)
Función de rendimiento	Error Cuadrático Medio
Método para optimizar la función de rendimiento en el entrenamiento	SGD, ADAM, LBFGS

La RNA<sub>PM</sub> con la cual se obtuvo un mejor rendimiento fue de un  $R^2$  de 0,9674. La arquitectura presenta una capa de entrada con cuatro neuronas asociadas a las variables independientes ( $s, d, m, a$ ), tres capas ocultas con 25 neuronas cada una ( $A_1 \dots A_{25}, B_1 \dots B_{25}, C_1 \dots C_{25}$ ) y una capa de salida con una neurona ( $\%ocu$ ) como se muestra en la figura 3.



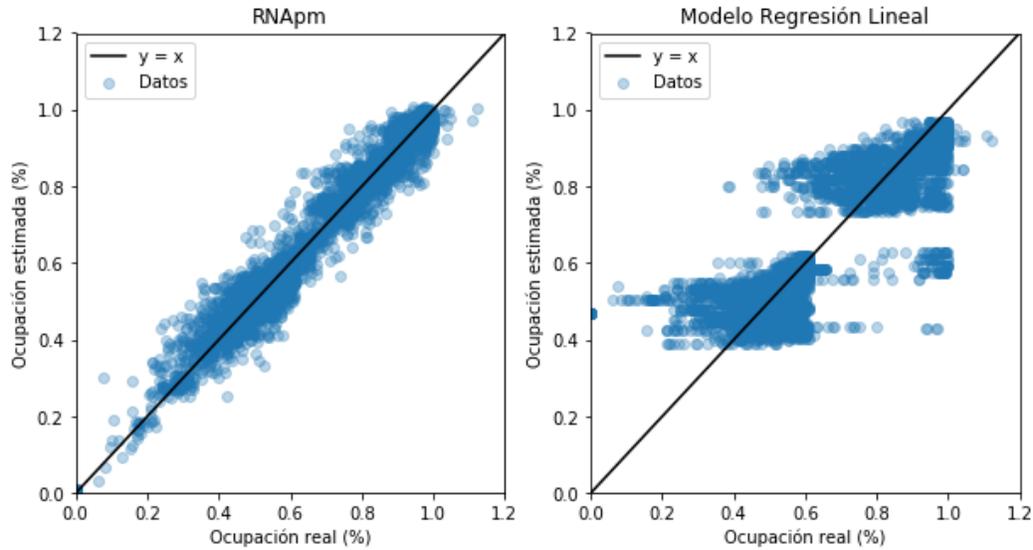
**Figura 3.** RNA<sub>PM</sub> para el pronóstico del por ciento de ocupación del Hotel Brisas Guardalavaca

Se utilizó en esta red una división de la muestra de un 75% para el entrenamiento y un 25 % para la prueba, la selección de los registros en ambos casos se realiza de forma aleatoria, la función de activación en las neuronas de las capas ocultas es la Tangente Hiperbólica y el método LBFGS para optimizar la función de rendimiento durante el entrenamiento por el algoritmo de retropropagación. A partir de numerosos entrenamientos de la arquitectura de red seleccionada, se obtienen las métricas de la RNA<sub>PM</sub> que muestra la tabla 2. Una comparación con las asociadas al modelo de regresión lineal que utiliza el hotel según ecuación 1 muestra la superioridad del primer modelo sobre el segundo.

**Tabla 2.** Comparación de las métricas obtenidas por el modelo de regresión lineal y la RNA<sub>PM</sub>

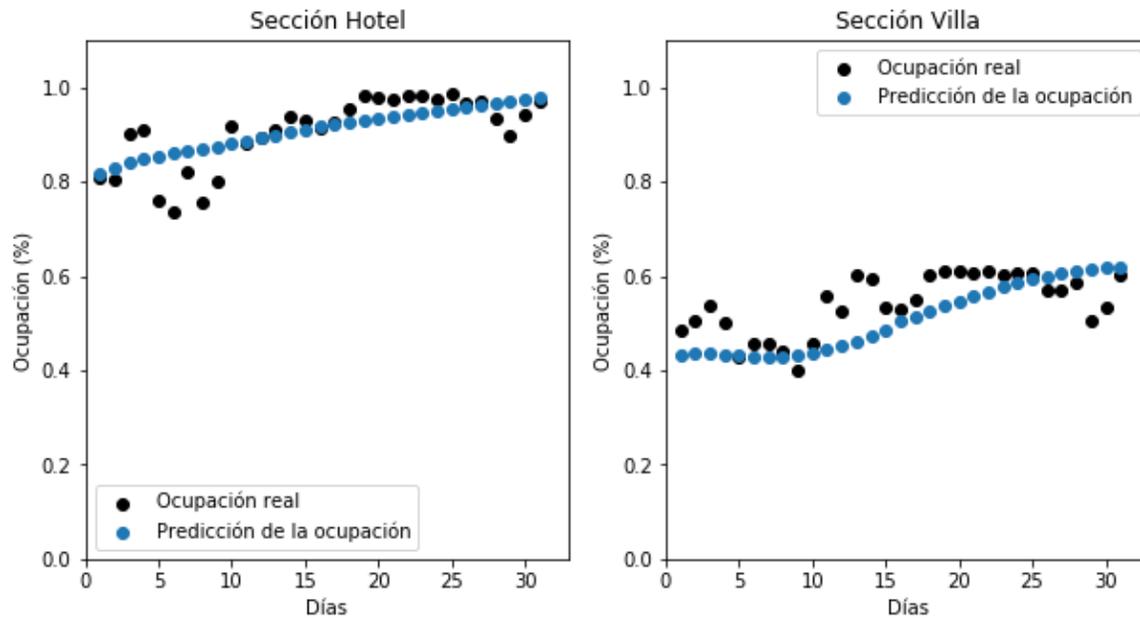
Métricas	Regresión Lineal	RNA <sub>PM</sub>
Error Cuadrático Medio	0,0146	0,001
Error Absoluto Medio	0,0869	0,0311
Coficiente de determinación	0,6809	0,9674

La Figura 4 muestra el ajuste del por ciento de ocupación estimados a los valores del por ciento de ocupación reales tanto para el modelo de regresión lineal, utilizado en la actualidad por el hotel, como los obtenidos por la red neuronal artificial perceptrón multicapa.

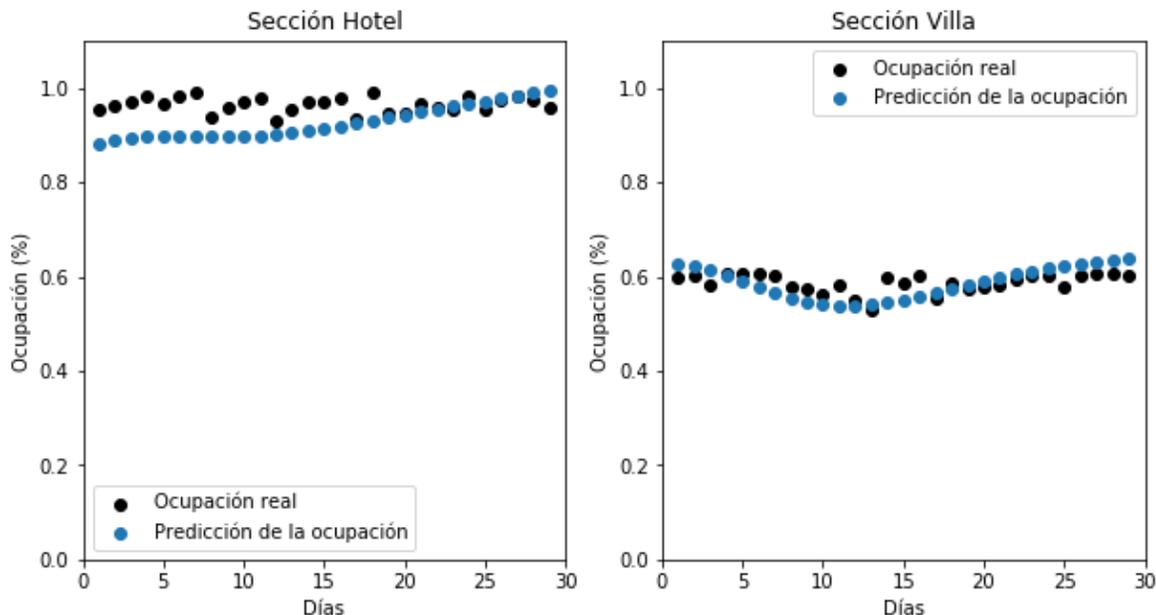


**Figura 4.** Comparación de las predicciones del porcentaje de ocupación y su comportamiento real con los datos del entrenamiento.

El pronóstico del por ciento de ocupación para los meses de enero (Figura 5) y febrero (Figura 6) de 2020 para ambas secciones realizados según la RNA<sub>PM</sub> evidencia la utilidad del modelo, pues el comportamiento real no muestra grandes desviaciones con respecto a lo previsto.



**Figura 5.** Pronóstico para enero de 2020 del por ciento de ocupación para ambas secciones.



**Figura 6.** Pronóstico para febrero de 2020 del por ciento de ocupación para ambas secciones.

## CONCLUSIONES

1. Las investigaciones consultadas confirman la factibilidad de utilización de las RNA<sub>PM</sub> como técnicas de pronóstico.
2. Se diseñó un procedimiento para el pronóstico del por ciento de ocupación de un hotel a través de una RNA<sub>PM</sub>, cuya pertinencia fue demostrada a través de su aplicación en Brisas Guardalavaca.
3. Los resultados obtenidos muestran la utilidad del procedimiento propuesto, al obtenerse mejor coeficiente de determinación para la RNA<sub>PM</sub> que el obtenido por el método de regresión lineal, utilizado por la entidad.
4. Se realizaron los pronósticos del por ciento de ocupación para los meses de enero y febrero de 2020, evidenciando un buen ajuste al compararlo con los resultados reales del hotel.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andía, M. E., Arrieta, C., y Sing Long, C. A. (2019). Una guía conceptual para usar y entender Big Data en la investigación clínica. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 30(1), 83–94. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2018.11.003>
- Ariza Ramírez, A. M. (2013). *Métodos utilizados para el pronóstico de demanda de energía eléctrica en sistemas de distribución*. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingenierías Eléctrica

Boullón, R. (1997). *Planificación del Espacio Turístico. Tercera edición*, Editorial Trillas. México.

Escalona Morales, P. (2011). *Dinámica de los flujos turísticos de los Mercados emisores hacia el destino Cuba*. Universidad de Holguín, Facultad de Ingeniería Industrial y Turismo

Fernández Alfajarrín, Y., y Sánchez González, Y. (2010). Procedimiento para la mejora continua de la gestión de aprovisionamiento. *Ciencias Holguín*, 13(4).

Gebert, A., y Everett, A. (1991). *Administración de la producción y las Operación es: Conceptos, modelos y funcionamiento*. México: Editorial Prentice Hall.

Gutiérrez Cordero, M. de L., Segovia-Vargas, M. J., y Escamilla, M. R. (2017). Análisis del Riesgo de Caída de Cartera en Seguros: Metodologías de “Inteligencia Artificial” vs “Modelos Lineales Generalizados.” *Economía Informa*, 407, 56–86.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecin.2017.11.004>

Hernández Nariño, A., Medina León, A., Nogueira Rivera, D., y Marquéz León, M. (2009). Mejora y perfeccionamiento de procesos hospitalarios. Propuesta de un algoritmo para su aplicación. *Avanzada Científica*, 12(1), 2.

Lao León, Y. O., Rivas Méndez, A., Pérez Pravia, M. C., y Marrero Delgado, F. (2017). Procedimiento para el pronóstico de la demanda mediante redes neuronales artificiales. *Ciencias Holguín*, 23(1), 43–59. Retrieved from <http://www.ciencias.holguin.cu/index.php/cienciasholguin/article/view/995>

Pérez Pravia, M. C. (2010). *Modelo y procedimiento para la gestión integrada y proactiva de restricciones físicas en organizaciones hoteleras*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas

Salazar Aguilar, M. A., y Cabrera Ríos, M. (2007). Pronóstico de demanda por medio de redes neuronales artificiales. *Ingenierías*, 10(35), 6–12.

Villada, F., Muñoz, N., y García, E. (2012). Aplicación de las Redes Neuronales al Pronóstico de Precios en el Mercado de Valores. *Información Tecnológica*, 23, 11–20. Retrieved from [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642012000400003&ynrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642012000400003&ynrm=iso)

Villada, F., Arroyave, D., y Villada, M. (2014). Pronóstico del Precio del Petróleo mediante Redes Neuronales Artificiales. *Información Tecnológica*, 25, 145–154. Retrieved from [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642014000300017&ynrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642014000300017&ynrm=iso)

