



17 del 24 al 28 de noviembre de 2014
**CONVENCIÓN CIENTÍFICA
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**
PALACIO DE CONVENCIONES DE LA HABANA



APLICACIÓN DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES PARA EL PRONÓSTICO DE PRODUCTOS CON DEMANDA INTERMITENTE

María del Rosario Pérez Salazar¹, Carlos Eusebio Mar Orozco¹, Lidilia Cruz Rivero¹, Nicolás Francisco Mateo Díaz¹, Rogelio García Rodríguez¹, Rubén Purroy Vásquez¹

¹Área de Posgrado e Investigación
Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca
Desviación Lindero Tametate s/n
Tantoyuca, Veracruz, C.P. 92100
rosario.perez.salazar@gmail.com

Área de participación: Modelación matemática en logística

RESUMEN

Para llevar a cabo la planeación de demanda existe una diversidad de métodos clásicos para realizar pronósticos. La decisión de elegir la técnica a utilizar puede estar determinada por factores como el objetivo del estudio, el tomador de decisiones, las características de los datos, el espacio de tiempo que se pronosticará, el costo del pronóstico y la precisión deseada. La complejidad inherente a la dinámica empresarial actual requiere que el proceso de toma de decisiones referente a la planeación de la demanda esté basado en proyecciones que cumplan con los requerimientos de precisión. Las redes neuronales artificiales es una técnica de inteligencia artificial a través del cual se pueden realizar predicciones mediante la modelación de la capacidad de adquirir conocimiento a través de la experiencia acerca de un fenómeno, imitando el comportamiento del cerebro humano. El presente trabajo se enfoca en la aplicación de redes neuronales artificiales para analizar la demanda de un producto con demanda intermitente mediante un caso de estudio en una empresa del ramo metal mecánico. Se utiliza el software Neural Tools de la empresa Palisade para desarrollar la red neuronal artificial y obtener el pronóstico.

PALABRAS CLAVES: Pronóstico, red neuronal, demanda intermitente

ABSTRACT

Within demand planning, there are a variety of classic methods for forecasting. The decision regarding the selection of which technique to be used may be determined by factors such as the purpose of the study, the decision maker, the characteristics of the data, the length of the forecast horizon, forecasting cost and the desired accuracy. The inherent complexity of the current business dynamics requires that the decision-making process regarding demand planning is based on projections that meet the accuracy requirements. Artificial neural network is an artificial intelligence technique through which predictions can be made by modeling the ability to acquire knowledge through the experience of a phenomenon, imitating the behavior of the human brain. This paper focuses on the application of artificial neural networks in order to analyze the intermittent demand through a case study in a company in the state of Veracruz, Mexico. Neural Tools, software from Palisade company, is used to develop the artificial neural network and obtain the forecast.



1. INTRODUCCIÓN

Los niveles de demanda y su programación afectan en gran medida las decisiones acerca de la capacidad productiva, de las necesidades financieras y de la estructura general de un negocio. El principal propósito que se persigue con el análisis de la demanda es determinar y medir cuáles son las fuerzas que afectan los requerimientos del mercado respecto a un buen servicio, así como determinar la posibilidad de participación del producto o servicio del proyecto en la satisfacción de dicha demanda. Existen dos enfoques generales al pronosticar, el cuantitativo y el cualitativo [1]. Los pronósticos cualitativos incorporan factores como la intuición y las experiencias personales, mientras que los pronósticos cuantitativos utilizan una gran variedad de modelos matemáticos que se apoyan en datos históricos para pronosticar la demanda.

Utilizando como ejemplo la gestión logística de repuestos automotrices, [2] presenta una revisión de la clasificación de la demanda y enumera los siguientes comportamientos:

- **Slow-moving:** Ítems con comportamientos de demanda con patrones que son caracterizados por infrecuencia en sus transacciones y con tamaños de demanda siempre bajos a los artículos tradicionales, son de baja rotación.
- **Intermitente:** Caracterizados por una esporádica demanda, es decir varios periodos en los que la demanda es cero y no hay una marcada variabilidad en la cantidad demandada.
- **Errática:** gran variabilidad en los requerimientos en cuanto a cantidad demanda, pero la demanda tiende a ser constante en el tiempo.
- **Lumpy:** Es caracterizada por varios periodos en los que la demanda es cero, acompañado de una gran variabilidad en la cantidad demandada.

En referencia a la demanda irregular contra la demanda regular, los patrones de demanda regular pueden descomponerse en componentes de tendencia, estacionales y aleatorios, en tanto que las variaciones aleatorias sean una pequeña proporción de la variación se obtendrá un adecuado pronóstico a partir de técnicas clásicas. Sin embargo, cuando la demanda para los artículos es intermitente, debido a un bajo volumen general y a un alto grado de incertidumbre en cuanto al momento y la cantidad en que se presentará el nivel de demanda, se dice que la serie de tiempo es desproporcionada o irregular, por lo que tales patrones son particularmente difíciles de pronosticar utilizando las técnicas más populares [3].

Existen, además de los métodos clásicos de proyección diversos métodos de proyección no tradicionales, dentro de los cuales se encuentran las redes neuronales artificiales (RNA). Las RNA es una técnica de inteligencia artificial a través del cual se pueden realizar predicciones mediante la modelación de la capacidad de adquirir conocimiento a través de la experiencia acerca de un fenómeno, imitando el comportamiento del cerebro humano.

El presente trabajo se enfoca en la aplicación de las RNA para analizar la demanda de un producto con demanda intermitente mediante un caso de estudio en una empresa del ramo metal mecánico. Se utiliza el software Neural Tools de la empresa Palisade para desarrollar la red neuronal artificial y obtener el pronóstico.

2. PRONÓSTICO DE PRODUCTOS CON DEMANDA INTERMITENTE UTILIANDO REDES NEURONALES ARTIFICIALES

Descripción del caso de estudio

Implementos agrícolas “El timón” es una empresa del ramo metal – mecánico, dedicada a la fabricación, distribución, reparación y venta de implementos agrícolas ubicada en el municipio de Tempoal, en el estado de Veracruz México. El producto principal de la empresa es la chapoleadora GTR84 que involucra los procesos de maquinado, torneado, prensado, ensamble por soldadura MIG, arco eléctrico. La chapoleadora es una herramienta para el trabajo de campo cuya finalidad es limpiar especies de arbustos (hierba, pasto, troncos, etc.) de terrenos. La chapoleadora se coloca y fija en la parte trasera de un vehículo tipo tractor, el cual la arrastra por el terreno que se pretende limpiar.



La empresa entrega sus productos en varias partes del territorio mexicano. En referencia al proceso de producción, a pesar de ser una planta pequeña, está equipada con maquinaria especializada propia para servicios de trabajo arduo, como soldadura, torneado, prensado, fresado entre otros, que su mismo giro le exige. Sus áreas de trabajo, aun no bien definidas, cumplen su función dentro del proceso hasta que obtienen el producto final.

La figura 1 muestra la gráfica de la demanda del producto al inicio del año 1 hasta la mitad del año 3. Se puede identificar a través de esta grafica que la demanda tiene características de una demanda intermitente, esto es su comportamiento manifiesta periodos en los que la demanda es cero (existen intervalos entre pedidos) y además pocas unidades por periodo.

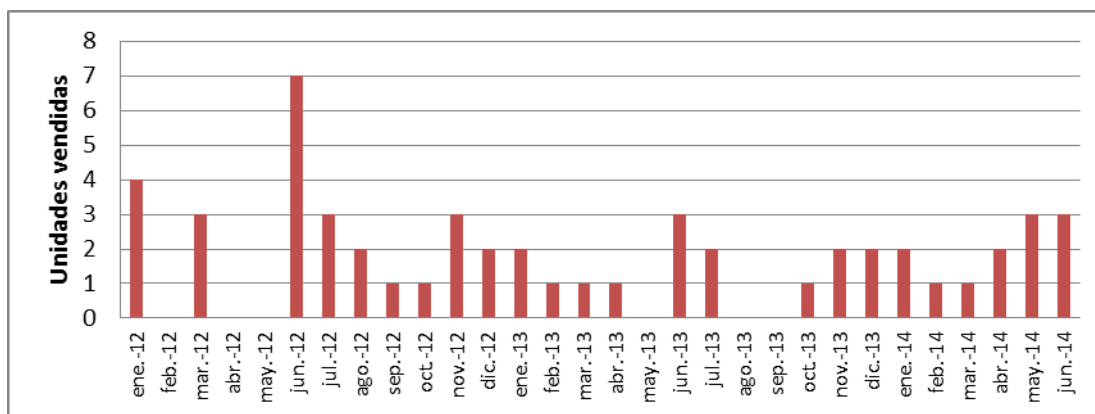


Figura 1. Evolución de la demanda de chapoleadoras en el tiempo.

Las redes neuronales artificiales como herramienta para predecir (RNA)

Las redes neuronales son una forma de imitar ciertas características específicas de los seres humanos como son la capacidad de asociación o la de memorización. La característica que tienen en común los problemas que no pueden representarse mediante algoritmos es la experiencia. Los seres humanos somos capaces de resolver este tipo de problemas empleando la experiencia acumulada, es por ello que se busca reproducir esta característica en los sistemas para la solución de problemas con el objeto de tener una aproximación de ellos; en este sentido, las redes neuronales son modelos artificiales y simplificados con la capacidad de adquirir conocimiento a través de la experiencia, imitando el comportamiento del cerebro humano.

El funcionamiento de una red sería el siguiente: se dispone de una serie de datos (situaciones del pasado) y asociados a ellos la respuesta deseable de la red (training set). La red de algún modo observa estos hechos y aprende de ellos (entrenamiento o aprendizaje), de modo que cuando se encuentre en una nueva situación actúe de modo coherente con lo aprendido. Para evaluar el comportamiento de la red ante nuevas situaciones se considera un nuevo subconjunto de datos (validación set), independiente del conjunto de entrenamiento [4].

Las RNA se inspiran en la estructura y funciones de las neuronas biológicas. Una RNA es esencialmente una colección de neuronas interconectadas, agrupadas en capas. Haciendo un paralelo con el esquema recién descrito de procesamiento del cerebro, la neurona artificial recibe distintos valores de entrada que son multiplicados por una ponderación. En el escenario más simple, estos productos son sumados para obtener un valor de salida [5]. La forma más básica de red neuronal se encuentra estrechamente vinculada con las técnicas de regresión estándar. La figura 2 muestra una red simplificada que posee dos capas, una de entradas y otra de salida.

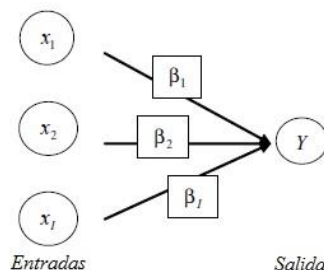


Figura 2. Red neuronal simple. Adaptado de [5].

Desarrollo de la red neuronal artificial

Un estudio relacionado [6] propone una metodología para la aplicación de las RNA, al proceso de modelado de series temporales características de productos con demanda irregular, para el pronóstico de la demanda de productos farmacéuticos. El primer paso consiste en la obtención de 2 series temporales a partir de la serie temporal de la demanda (figura 1), la primera se refiere al intervalo (número de meses) entre cada pedido consecutivo (Intervalo), y la segunda el número de unidades del pedido (Demanda). Las dos series compuestas se presentan en la figura 3.

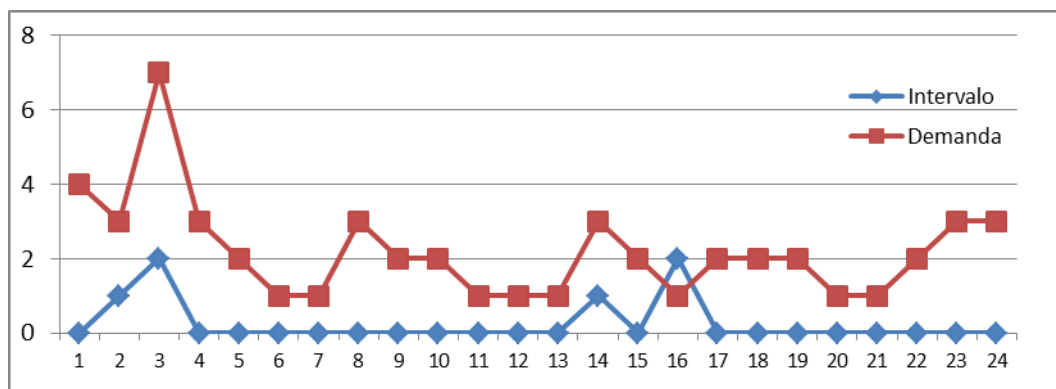


Figura 3. Serie de tiempo del intervalo entre pedidos y número de unidades por pedido.

El segundo paso es considerar un sistema multivariante con dos entradas y dos salidas, por lo que se supone que existe una influencia entre el intervalo entre pedidos y el número de unidades demandadas, y viceversa, el número de unidades demandadas también influye en el intervalo entre pedidos. La figura 4 presenta un esquema del sistema multivariante en el cual, X_1 y Y_1 representa el intervalo de tiempo entre meses que registran demanda, X_2 y Y_2 es el número de unidades vendidas por mes.

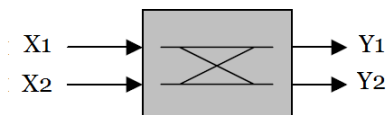


Figura 4. Sistema multivariante de 2 entradas y 2 salidas. Adaptado de [6].



El tercer paso consiste en efectuar el entrenamiento de la RNA. Con la descomposición de la demanda se obtienen 24 observaciones, de las cuales 20 se utilizaron para entrenar la RNA y los últimos 4 para el proceso de predicción. Para este trabajo se propuso utilizar un software de redes neuronales con el fin de realizar el pronóstico de la demanda. El software utilizado fue el Neural Tools de la empresa Palisade. Una vez finalizado el proceso de entrenamiento, la figura 5 muestra los resultados obtenidos para el pronóstico del intervalo de meses entre pedidos y el número de unidades demandadas de los últimos pedidos (del 20 al 24).

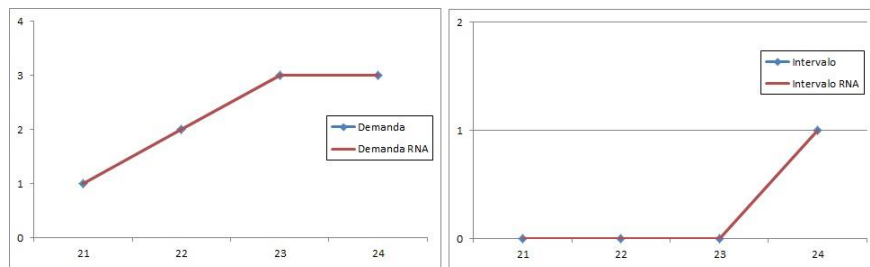


Figura 5. Comparación de la demanda e intervalo entre pedidos reales y los pronósticos obtenidos con la RNA.

La figura 6 muestra la gráfica obtenida formando una única serie temporal, en la que se distingue la demanda real y la demanda pronosticada por la RNA.

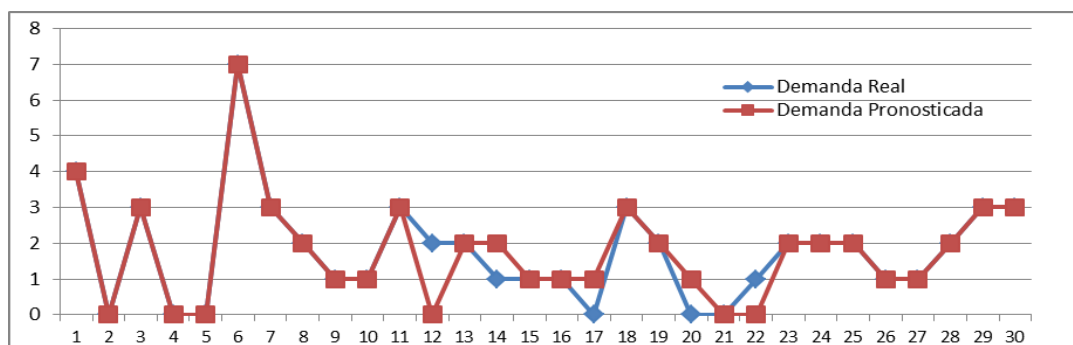


Figura 6. Comparación de la demanda real y la demanda pronosticada con la RNA

3. CONCLUSIÓN

La complejidad inherente a la dinámica empresarial actual requiere que el proceso de toma de decisiones referente a la planeación de la demanda esté basado en proyecciones que cumplan con los requerimientos de precisión. Las RNA son capaces de aprender complejas relaciones de datos. Al imitar las funciones de un cerebro, pueden diferenciar patrones de datos y luego extrapolar predicciones cuando se introducen nuevos datos.

El software Neural Tools es utilizado para el desarrollo de una RNA como herramienta para pronosticar la demanda de un producto con demanda intermitente mediante un caso de estudio en una empresa del ramo metal mecánico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



17 del 24 al 28 de noviembre de 2014
**CONVENCIÓN CIENTÍFICA
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**
PALACIO DE CONVENCIONES DE LA HABANA



1. HEIZER, J., y RENDER, B. "Principios de administración de operaciones" Pearson Educación, 2004.
2. HERNÁNDEZ, A. Estrategia de mejoramiento de los modelos de pronósticos de la demanda con el fin de optimizar la gestión logística de repuestos automotrices [en línea]. [ref. de 2 de diciembre de 2013]. Disponible en Web: <http://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/11007>
3. BALLOU, R.H. "Logística: administración de la cadena de suministro". Pearson Educación, 2004.
4. CASTELLANO, M., María. "Modelización estadística con Redes Neuronales. Aplicaciones a la Hidrología, Aerobiología y Modelización de Procesos". Director: Wenceslao González Manteiga. Tesis doctoral, Universidade da Coruña, 2009.
5. ARISTIZÁBAL, María Clara. (2009). Evaluación asimétrica de una red neuronal: aplicación al caso de la inflación en Colombia. Lecturas de Economía, 65(65), 73-116.
6. DE LA FUENTE, David, PINO, Raúl, PRIORE, Paolo, y PARREÑO, José. (2002). Aplicación de redes neuronales artificiales a la gestión de inventarios de productos de demanda errática. In X Libro de Actas del Congresso de Investigacao Operacional Associacao Portuguesa de Investigacao Operacional (pp. 148-154).

SOBRE LOS AUTORES

La M.I.I. Pérez Salazar es Ingeniero en Electrónica y Maestra en Ingeniería Industrial, tiene experiencia en proyectos de automatización y control, autora del capítulo de libro "La simulación de eventos discretos aplicada a la toma de decisiones empresariales" y de un artículo en la revista ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura indizada en la Web of Science (Thomson-ISI) A&HCI y SCOPUS. El proyecto impacta directamente en la LGAC "Sistemas virtuales de producción" de la Maestría en Ingeniería Industrial que pertenece al PNPC/CONACYT.

El MAI Carlos Eusebio Mar Orozco es Ingeniero Industrial egresado del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero México en 2009, cursó estudios de posgrado en la facultad de Ingeniería "Arturo Narro Siller" de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, ha trabajado en el sector industrial y en el sector de servicios, actualmente labora como docente investigador en el área de posgrado e investigación en el Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca de 2011 a la fecha.

La MC Lidilia Cruz Rivero es Ingeniero Industrial egresada del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, México, en 2002. Cursó sus estudios de posgrado en Administración en la Universidad Valle del Bravo Campus Tampico, graduada Magna Cum Laude; Colaboró con el sector petroquímico del 2001 al 2002. En 2003 ingresó al Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, donde actualmente labora como docente en el área de ingeniería industrial. Actualmente imparte cátedra en la maestría en Ingeniería Industrial dentro del ITSTA y funge como profesor investigador.

El M.I.I. Nicolás Francisco Mateo Díaz es Maestro en Ingeniería Industrial; exbecario CONACYT y egresado del Programa de Posgrado en Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca (ITSTA), Veracruz, México; obtuvo el grado con mención honorífica por el tema de investigación: "Resistencia de la hoja de mazorca como alternativa de embalaje económico"; actualmente es docente de la carrera de Ingeniería Industrial y de Gestión Empresarial en la misma institución, ha sido docente del Instituto Tecnológico Superior de Álamo, Temapache. Asesor del segundo concurso latinoamericano de modelación financiera con Risk Simulator obteniendo la categoría bronce.

El M.C. García Rodríguez es Ingeniero en Sistemas Computacionales y Maestro en Ciencias de la Computación, tiene experiencia en proyectos de utilización de técnicas para la optimización inteligente, como algoritmos genéticos, redes neuronales, etc. Cuenta con un artículo en el International Journal of Combinatorial Optimization Problems and Informatics, indizada por ProQuest y EBSCO.

El Dr. Rubén Purroy Vásquez, es Doctor en ciencia en Agroecosistemas Tropicales, egresado del Colegio de Postgraduados; fue docente de la Universidad Rómulo Gallegos, Venezuela; director de las carreras de Ingeniería en Biotecnología e Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Politécnica de Huatusco, Ver., actualmente se desempeña como docente de las carrera de Ingeniería Ambiental, Ingeniería Agronómica y de



17 del 24 al 28 de noviembre de 2014
CONVENCIÓN CIENTÍFICA
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PALACIO DE CONVENCIONES DE LA HABANA



la Maestría en Agrobiotecnología en el Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca. Forma parte del cuerpo académico Gestión Ambiental reconocido por el PROMEP.