

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA EN EL PRONÓSTICO DE
VENTAS PARA REDUCIR LOS COSTOS LOGÍSTICOS DE
UNA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Giancarlo Rene Callaoapaza Chavez

Asesor:

Ing. Oscar Alberto Goicochea Ramírez

Trujillo - Perú

2021



Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	48
CAPÍTULO III. RESULTADOS	76
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	87
REFERENCIAS.....	91
ANEXOS.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estado de los indicadores de la gestión logística	13
Tabla 2. Causas de desviación del desabasto	14
Tabla 3. Causas de desviación del costo de mantener inventario	15
Tabla 4. Priorización de causas de desviación en el sistema logístico	15
Tabla 5. Operacionalización de variables	18
Tabla 6. Procedimiento de desarrollo de la tesis	49
Tabla 7. Categoría de productos de la empresa	49
Tabla 8. Canales de venta de la empresa	50
Tabla 9. Regiones de venta de la empresa	51
Tabla 10. Volumen de venta según su variabilidad	52
Tabla 11. Evaluación del modelamiento del pronóstico estadístico	55
Tabla 12. Evaluación de la estructura jerárquica del pronóstico	56
Tabla 13. Evaluación de la segmentación de productos y clientes	57
Tabla 14. Evaluación de la colaboración de la demanda	58
Tabla 15. Evaluación de la capacitación y entrenamiento del equipo de trabajo	59
Tabla 16. Estado de indicadores del planeamiento de la demanda	60
Tabla 17. Causas raíz de la inadecuada gestión de la demanda	61
Tabla 18. Priorización de las causas raíz de la inadecuada gestión de la demanda	61
Tabla 19. Matriz de indicadores	62
Tabla 20. Propuesta de mejora de pronósticos de venta	63
Tabla 21. Mejora en el modelamiento del pronóstico estadístico	66
Tabla 22. Mejora en la estructura jerárquica del pronóstico	66
Tabla 23. Programa de capacitación técnica en modelamiento predictivo	70
Tabla 24. Mejora en la capacitación y entrenamiento	72
Tabla 25. Costo del software requerido por la propuesta	73
Tabla 26. Costo del hardware requerido por la propuesta	73
Tabla 27. Costo de la contratación del especialista de modelamiento predictivo	73
Tabla 28. Costo de la capacitación y certificación en modelamiento predictivo	74
Tabla 29. Costo laboral de un especialista de modelamiento predictivo	74
Tabla 30. Presupuesto para capacitaciones técnicas anuales	75

Tabla 31. Mejora en la exactitud del pronóstico semanal por demand sensing	78
Tabla 32. Mejora propuesta de la matriz de indicadores	79
Tabla 33. Impacto de la propuesta en el desabasto y en las utilidades del año 2019	80
Tabla 34. Impacto de la propuesta en el costo de mantener inventario en el año 2019	82
Tabla 35. Impacto de la propuesta en el costo de transporte del año 2019	82
Tabla 36. Impacto de la propuesta en los costos logísticos y en las utilidades del 2019 ...	83
Tabla 37. Flujo de caja económico de la propuesta de mejora	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Participación de bebidas no alcohólicas por regiones del mundo	10
Figura 2. Principales países latinoamericanos en bebidas no alcohólicas	11
Figura 3. Participación de mercado de bebidas no alcohólicas en el Perú	12
Figura 4. Árbol de desviaciones en el sistema logístico	14
Figura 5. Optimización logística	25
Figura 6. Diagrama de árbol jerárquico de tres niveles	29
Figura 7. Esquematación de una red neuronal de tres capas	41
Figura 8. Ejemplo de modelamiento por validación cruzada	47
Figura 9. Mapa de centros de distribución y plantas productoras	51
Figura 10. Diagrama de flujo del proceso de planeamiento de la demanda	53
Figura 11. Eventos que impactan en el histórico de venta	55
Figura 12. Propuesta de estructura jerárquica para la generación de pronósticos	64
Figura 13. Pipeline del pronóstico estadístico propuesto	65
Figura 14. Modelo de datos de la propuesta	67
Figura 15. Flujo de información propuesto entre los sistemas de planeamiento	67
Figura 16. Línea base de venta nacional	68
Figura 17. Pronósticos estadísticos para una gaseosa de 296 ml en un CD de Lima	69
Figura 18. Pronósticos estadísticos para el agua sin gas de 625 ml en un CD de Lima	69
Figura 19. Diagrama de Gantt del programa de capacitación	71
Figura 20. Evaluación del enfoque metodológico del planeamiento de la demanda	76
Figura 21. Mejora en la exactitud del nuevo pronóstico estadístico semanal	77
Figura 22. Mejora en la exactitud del nuevo pronóstico semanal por <i>demand sensing</i>	77
Figura 23. Mejora en la señal de rastreo del nuevo pronóstico estadístico semanal	78
Figura 24. Prospectiva del enfoque metodológico del planeamiento de la demanda	79
Figura 25. Mejora en el nivel de servicio por los nuevos pronósticos estadísticos	81
Figura 26. Mejora en los niveles de inventario por los nuevos pronósticos estadísticos ...	81
Figura 27. Realidad futura del sistema logístico	84
Figura 28. Sensibilidad del VPN de la propuesta	86

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Costo logístico	25
Ecuación 2. Costo de venta perdida	25
Ecuación 3. Costo de mantener inventario	25
Ecuación 4. Costo de almacenamiento	25
Ecuación 5. Costo de transporte	25
Ecuación 6. Relación inventario y pronóstico de ventas	26
Ecuación 7. Nivel de servicio o <i>fill rate</i>	26
Ecuación 8. Relación nivel de servicio y pronóstico de ventas	27
Ecuación 9. Enfoque <i>bottom-up</i>	29
Ecuación 10. Enfoque <i>top-down</i> basado en proporciones de pronósticos	30
Ecuación 11. <i>Bias</i>	32
Ecuación 12. WMAPE	32
Ecuación 13. Exactitud del pronóstico	33
Ecuación 14. Señal de rastreo	33
Ecuación 15. Valor agregado del pronóstico	33
Ecuación 16. Modelo AR	34
Ecuación 17. Modelo ARMA	34
Ecuación 18. Estimación de la magnitud de venta según Croston	37
Ecuación 19. Estimación del tiempo de interllegada según Croston	37
Ecuación 20. Pronóstico mediante el método Croston	38
Ecuación 21. Naive forecast sin estacionalidad	38
Ecuación 22. Naive forecast con estacionalidad	39
Ecuación 23. Expresión general de la regresión lineal múltiple	42
Ecuación 24. Suavización exponencial simple	44
Ecuación 25. Suavización exponencial con tendencia	44
Ecuación 26. Actualización de la suavización exponencial con tendencia	45
Ecuación 27. Suavización exponencial con tendencia y estacionalidad	45
Ecuación 28. Actualización de la suavización exponencial triple	45

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo determinar si la propuesta de mejora en el pronóstico de ventas permitirá reducir los costos logísticos de una embotelladora de bebidas no alcohólicas. Para ello se desarrolló un diagnóstico del enfoque metodológico, encontrando debilidades en el modelamiento y estructura del pronóstico, y en la formación técnica del grupo humano, derivando en una exactitud del pronóstico operativo y señal de rastreo fuera de objetivo. Posteriormente, se desarrolló una propuesta técnica de modelamiento en el lenguaje de programación R que, para su sostenimiento, necesita de la incorporación de un especialista de modelamiento predictivo, y de un programa de capacitación y certificación técnica. Finalmente, esta propuesta, con una inversión de 462.7 miles de soles, tiene como impacto la mejora de la exactitud del pronóstico operativo del actual 71.9% a entre 81.1% y 87.4%, con una señal de rastreo controlada, mejorando el nivel de servicio del actual 95.3% a entre 96.3% y 96.8%, reduciendo los inventarios entre 11.6% a 13.7%, y generando ahorros en el costo logístico de entre 20 y 20.8 millones de soles para el año 2019; siendo además una propuesta viable, al presentar a 4 años un VPN de 76.69 millones de soles, un PR de 0.2 meses y una relación B/C de 55.4.

Palabras clave: Pronóstico de ventas, Costos logísticos, R programming language.

NOTA DE ACCESO:

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales.

REFERENCIAS

- Athanasopoulos, G., Ahmed, R., y Hyndman R.J. (2007). *Hierarchical forecasts for Australian domestic tourism*. Melbourne, Australia: Universidad de Monash. Recuperado de <https://www.monash.edu/business/ebs/research/publications/ebs/wp12-07.pdf>.
- Banco Central de Reserva del Perú (2020). *Reporte de inflación junio 2020*. Recuperado de <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Reporte-Inflacion/2020/junio/reportede-inflacion-junio-2020.pdf>.
- Breiman, L. (2001). Statistical modeling: the two cultures. *Statistical Science*, 16(3), 199-231. Recuperado de <https://projecteuclid.org/euclid.ss/1009213726>
- Campos, J. (2017). *Implementación de un sistema logístico para reducir costos de inventarios en la Botica La Luz S.A.C.* (tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.
- Chase, C. (2013). *Demand-driven forecasting: a structured approach to forecasting*. Nueva Jersey, Estados Unidos: John Wiley & Sons, Inc.
- Chávez, K., De La Cruz, L., & Rodas, S. (2018). *Propuesta de mejora del rendimiento sobre la inversión en inventarios para una empresa de bebidas no alcohólicas* (tesis de maestría). Universidad del Pacífico, Lima, Perú.

Decreto Supremo N° 091-2018-EF. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 9 de mayo de 2018.

Delfs, M. (2018). *Forecasting in the supply chain with machine learning techniques*. (tesis de maestría). Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Bamberg, Alemania.

Euromonitor International (2020). *Market statistics about soft drinks and retail* [Data set]. Passport. Recuperado de <https://www.euromonitor.com>.

Frazelle, E. (2002). *Supply chain strategy: the logistics of supply chain management*. Nueva York, Estados Unidos: McGraw-Hill.

Gilliland, M. (2010). *The business forecasting deal: exposing myths, eliminating bad practices, providing practical solutions*. Nueva Jersey, Estados Unidos: John Wiley & Sons, Inc.

Goldratt, E. (1990). *Theory of constraints*. Great Barrington, Estados Unidos: The North River Press.

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista M. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F., México: McGraw-Hill.

Hyndman, R.J., y Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: principles and practice*. Melbourne, Australia: OText.

Hyndman, R.J., y Khandakar, Y. (2008). Automatic time series forecasting: the forecast package for R. *Journal of Statistiscal Software*, 27(3), 1-22.

Ley N° 30021. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 17 de mayo de 2013.

Ma, Y. (2020). *Human-machine teaming for intelligent demand-planning*. (tesis de maestría). Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Estados Unidos de América.

Mentzer, J., y Moon, M. (2005). *Sales forecasting management: a demand management approach*. California, Estados Unidos: Sage Publications.

Paredes, J. (2017). *Gestión de inventarios y su influencia en los costos logísticos en la empresa Maderas del Norte S.R.L.* (tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.

Pérez, W., Montalvo, M., & Carruitero, W. (2016). *Rediseño del modelo de planificación y gestión de inventarios de productos terminados en una empresa de colchones* (tesis de maestría). Universidad del Pacífico, Lima, Perú.

Sankaran, G., Sasso, F., Kepczynski, R., y Chiaraviglio, A. (2019). *Improving forecasts with Integrated Business Planning: from short-term to long-term demand planning enabled by SAP IBP*. Cham, Suiza: Springer Nature Switzerland AG.

Shmueli, G., y Lichtendahl, K. (2016). *Practical time series forecasting with R: a hands-on guide*. Green Cove Springs, Estados Unidos: Axelrod Schnall Publishers.