Revista Sustentabilidad Hoy
Vol. 7 Núm. 7 (2026)
https:// https://revistas.institutogore.edu.co/index.php/sh
ISSN: 2145 - 5120
Recibido: agosto 2026
Aceptado: septiembre 2026
Publicado: octubre 17 de 2026

Análisis de la trazabilidad de tiempos en el procesamiento estocástico de vehículos de carga al interior de una terminal portuaria: Una revisión sistemática

Analysis of time traceability in the stochastic processing of cargo vehicles within a port terminal: A systematic review

Ebratt Pacheco, Álvaro *
ORCID: https://orcid.org/ 0009-0002-4832-105X
Fundación Universitaria Antonio de Arévalo – Unitecnar
dirección.programaface3@unitecnar.edu.co
Crespo Simancas, Andrés
ORCID: https://orcid.org/0009-0002-7919-097X
Fundación Universitaria Antonio de Arévalo - Unitecnar
andres.crespo@unitecnar.edu.co

** Autor de correspondencia: Álvaro Ebratt Pacheco,* dirección.programaface3@unitecnar.edu.co

Resumen

Las terminales portuarias operan bajo condiciones severas de incertidumbre debido a la naturaleza estocástica del transporte terrestre. El objetivo de este artículo fue analizar de manera sistemática la literatura científica reciente respecto a las metodologías de trazabilidad de tiempos y los modelos matemáticos empleados para mitigar la variabilidad en el flujo de vehículos de carga pesada. Siguiendo la declaración PRISMA, se seleccionaron y analizaron artículos de bases de datos indexadas. Los resultados demostraron que las garitas de acceso (gates) constituyen el principal cuello de botella operativo, donde los tiempos de espera exhiben distribuciones de probabilidad asimétricas (Erlang y Lognormal). Asimismo, la integración de tecnologías de identificación por radiofrecuencia (RFID) con sistemas de citas para camiones (TAS) reduce los tiempos de ciclo hasta en un 35%. Se concluye que la transición hacia gemelos digitales portuarios representa la frontera de la optimización estocástica para contrarrestar la congestión en las cadenas de suministro globales.

Palabras clave: trazabilidad de tiempos, procesamiento estocástico, terminal portuaria, teoría de colas, revisión sistemática.

Abstract

Port terminals operate under conditions of significant uncertainty due to the stochastic nature of land transport. This article provides a systematic analysis of recent scientific literature concerning time-tracking methodologies and mathematical models used to mitigate variability in the flow of heavy-duty freight vehicles. Following the PRISMA statement, articles were selected and analyzed from indexed databases. The results demonstrate that access gates are the primary operational bottleneck, where wait times exhibit asymmetric probability distributions (Erlang and Lognormal). Furthermore, the integration of Radio Frequency Identification (RFID) technologies with Truck Appointment Systems (TAS) reduces cycle times by up to 35%. It is concluded that the transition toward port digital twins represents the frontier of stochastic optimization for countering congestion within global supply chains.

Keywords: time traceability, stochastic processing, port terminal, queuing theory, systematic review.

Introducción

Las terminales portuarias contemporáneas constituyen los nodos más críticos de las redes globales de suministro físico, actuando como interfaces dinámicas donde convergen los flujos marítimos y terrestres. En este entorno, la gestión eficiente del tiempo de ciclo de los vehículos de carga pesada (conocido comúnmente como *truck turnaround time o TTT*) es un indicador determinante para la competitividad de la infraestructura portuaria, la rentabilidad de las empresas transportistas y la mitigación de externalidades negativas ambientales en las ciudades portuarias.

Sin embargo, la operación al interior de una terminal portuaria está intrínsecamente dominada por variables aleatorias. La llegada masiva de vehículos de carga, los tiempos de procesamiento administrativo en las garitas de control, los pesajes obligatorios en básculas, las inspecciones físicas aduaneras y las tareas de asignación de grúas de patio (tales como las Rubber Tyred Gantry o RTG) son fenómenos que no responden a patrones lineales ni deterministas. Por el contrario, estos subprocesos presentan un comportamiento estocástico, caracterizado por una alta variabilidad temporal inducida por factores humanos, fallas mecánicas no planificadas, retrasos en el arribo de buques portacontenedores y asimetrías de información operacional.

Históricamente, los enfoques deterministas tradicionales aplicados a la planeación logística han fracasado al intentar mitigar la congestión vial en los accesos portuarios, debido a que omiten la variabilidad matemática del sistema. La literatura científica ha demostrado que la única manera de diseñar estrategias de mitigación efectivas es mediante el análisis profundo de la trazabilidad del tiempo en cada punto de control logístico de la terminal. El uso de enfoques estocásticos, como la teoría de colas avanzada y la simulación de eventos discretos, permite mapear matemáticamente el comportamiento de estas fluctuaciones.

A pesar de la proliferación de investigaciones individuales sobre la optimización de terminales de contenedores, la literatura se encuentra fragmentada en cuanto a la sinergia entre las herramientas de captura tecnológica de datos y los modelos de simulación analítica. Por consiguiente, el propósito de este artículo es desarrollar una revisión sistemática de la literatura para identificar, evaluar y sintetizar las principales metodologías de trazabilidad de tiempos y los enfoques de modelado estocástico aplicados al transporte terrestre de carga en terminales portuarias durante los últimos años. Este análisis busca consolidar el estado del arte y proponer directrices metodológicas claras para futuras implementaciones de ingeniería logística.

2. Materiales y métodos.

Para garantizar la replicabilidad del estudio, la mitigación de sesgos de selección y la transparencia en el hallazgo de evidencias, la presente investigación se estructuró bajo los lineamientos metodológicos de la declaración PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). El diseño metodológico se dividió de manera rigurosa en cuatro fases secuenciales: (a) formulación de preguntas de investigación, (b) estrategia de búsqueda y selección de fuentes, (c) criterios de elegibilidad y cribado, y (d) extracción, sistematización y síntesis analítica de los datos.

2.1 Formulación de preguntas de investigación (Enfoque CMo)

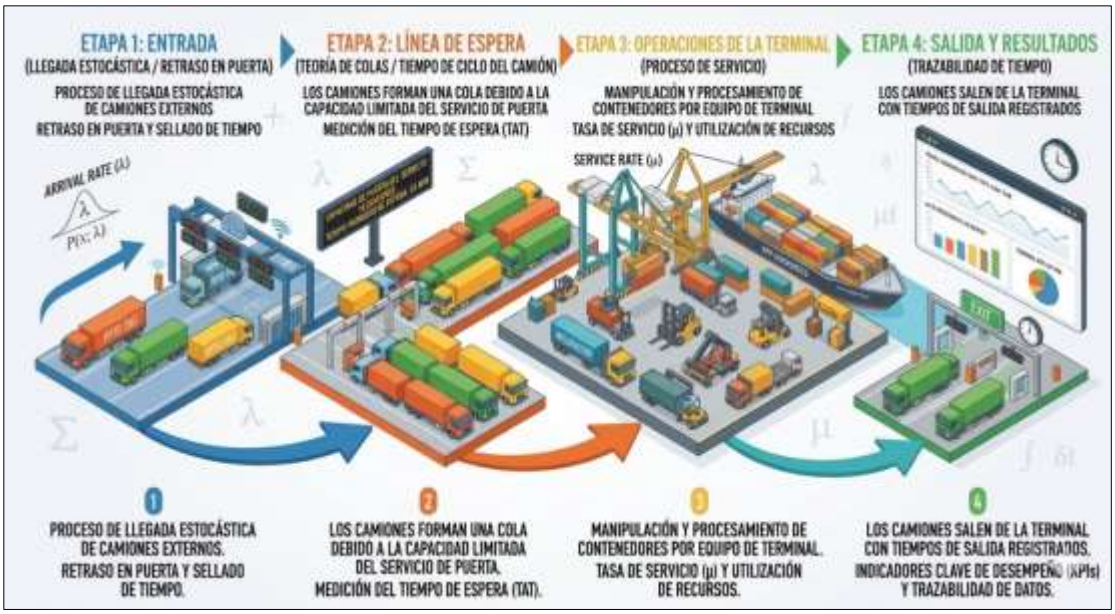
Con el propósito de delimitar el alcance teórico y metodológico de la revisión, se formularon tres preguntas de investigación orientadas bajo el marco conceptual de Contexto, Mecanismo y Outcome (Resultado) (CMo):

- **PI-1:** ¿Cuáles son los subprocesos físicos y operativos al interior de la terminal portuaria (Contexto) que exhiben la mayor variabilidad y comportamiento estocástico en sus tiempos de ciclo?
- **PI-2:** ¿Qué tecnologías específicas de captura de datos se implementan en la actualidad (Mecanismo) para garantizar la trazabilidad ininterrumpida de los vehículos de carga pesada?
- **PI-3:** ¿Qué estructuras analíticas, modelos matemáticos y herramientas de simulación se emplean en la literatura (Mecanismo) para procesar estadísticamente dicha aleatoriedad y optimizar los indicadores clave de rendimiento portuario (Outcome)?

2.2 Formulación e identificación del proceso de entrada y salida en la terminal portuaria.

Con base en los anteriores planteamientos se diseñó la siguiente secuencia de simulación del proceso objeto de estudio en un puerto de clase y movimiento medio:

Imagen No 1. Diagrama de procesos operativos e indicadores de tiempo en una terminal de contenedores



Fuente: elaboración propia, co-diseñada y generada con el modelo de IA Gemini de Google, 2026.

A continuación, se ofrece una síntesis explicativa del proceso.

- *Etapa 1: Entrada (Llegada estocástica):* los camiones llegan al puerto de forma impredecible (como las llamadas a un centro de atención). Aquí se registra su entrada mediante tecnología como tarjetas RFID. En matemáticas, esta frecuencia de llegada se mide con la letra griega lambda (λ).
- *Etapa 2: Línea de espera (Teoría de colas):* si la capacidad de las ventanillas es limitada, se forman filas. Este «tiempo muerto» de espera en la puerta es el primer gran reto que los ingenieros buscan reducir al mínimo.
- *Etapa 3: Operaciones (Proceso de servicio):* una vez que el camión ingresa, las grúas y montacargas entran en acción para descargar o cargar los contenedores. La velocidad a la que el puerto trabaja aquí se conoce matemáticamente como tasa de servicio y se representa con la letra mu (μ).
- *Etapa 4: Salida e indicadores (Trazabilidad):* el camión se retira del puerto dejando un rastro digital exacto de sus tiempos. Al cruzar los datos de las cuatro etapas, se calcula el *Truck Turnaround Time (TTT)*, que es el tiempo total que le tomó al vehículo hacer todo su trabajo.

En resumen, la identificación de la cadena que se mostró anteriormente permitió que los investigadores proyectaran el uso de ecuaciones y simulaciones para la consecución de información relacionada con la detección de cuellos de botella y así concretar el modelamiento que permitiera proponer a futuro una secuenciación con el fin de hacer que los puertos funcionen de forma mucho más rápida y eficiente.

En segundo lugar, se muestra el contexto de la necesidad resumida de búsqueda de información en bases de datos especializadas y relacionada con el análisis del proceso de entrada y salida en una terminal portuaria se presenta a continuación:

Imagen No 1. Embudo conceptual de filtrado de literatura científica en operaciones terminales y estocasticidad.



Fuente: elaboración propia, co-diseñada y generada con el modelo de IA Gemini de Google, 2026.

2.3 Formulación estructura booleana para búsqueda de información científica.

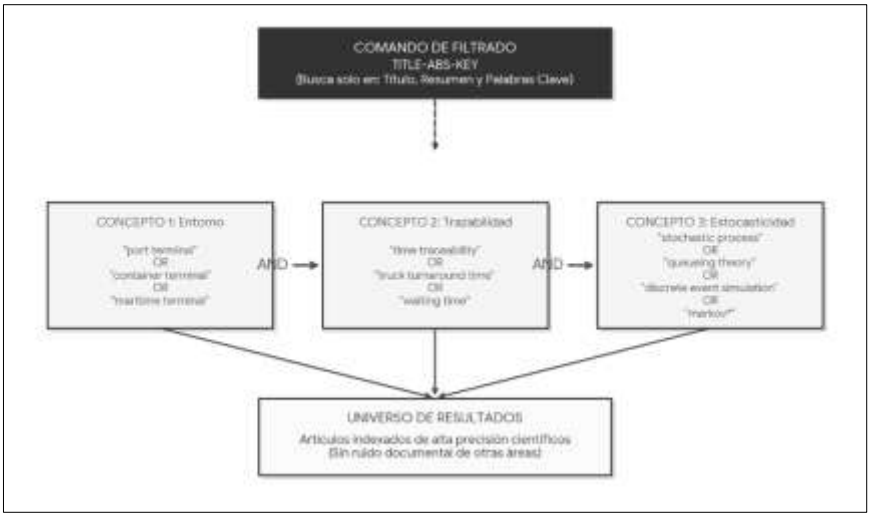
La fase de recolección de información se ejecutó mediante búsquedas avanzadas en las tres principales bases de datos científicas internacionales indexadas por su alto impacto en ingeniería operacional y logística: Scopus (Elsevier), Web of Science (Clarivate Analytics) e IEEE Xplore, complementadas con el motor de búsqueda indexado Google Scholar para capturar actas de congresos internacionales arbitrados basados en la necesidad identificada y diseño del modelamiento de la búsqueda booleana que se muestra a continuación:

(TITLE-ABS-KEY ("port terminal" OR "container terminal" OR "maritime terminal") AND TITLE-ABS-KEY ("time traceability" OR "truck turnaround time" OR "waiting time" OR "gate delay") AND TITLE-ABS-KEY ("stochastic process" OR "queueing theory" OR "discrete event simulation" OR "markov"))*

La anterior corresponde a un proceso operativo para búsqueda de información basado en *modelo de teoría de colas / procesos estocásticos,* que representa el flujo logístico de los camiones desde que llegan al puerto hasta que salen de la zona de puertas (*gate*).

En el ámbito de la investigación portuaria, este sistema se representa formalmente mediante una *cola con servidores en paralelo*, donde las llegadas de los camiones y los tiempos de atención en la puerta siguen distribuciones de probabilidad estocásticas. A continuación, se genera la representación matemática y el diagrama de bloques del proceso para el diseño de la arquitectura de filtrado bibliográfico para la selección de literatura sobre logística portuaria y modelos estocásticos.

Gráfica No 1. Embudo conceptual de filtrado de literatura científica en operaciones terminales y estocasticidad.



Fuente: elaboración propia, co-diseñada y generada con el modelo de IA Gemini de Google, 2026.

2.4 Criterios de elegibilidad, cribado y flujo PRISMA.

La selección de la muestra documental definitiva se sometió a una rigurosa evaluación de calidad mediante la aplicación de criterios de inclusión y exclusión dicotómicos:

Criterios de Inclusión:

- Artículos científicos originales publicados en revistas indexadas con revisión por pares (peer-reviewed) y proceedings de conferencias internacionales de alta relevancia.
- Estudios redactados exclusivamente en los idiomas inglés o español.
- Investigaciones cuyo núcleo metodológico aborde de forma explícita el transporte terrestre de carga (camiones/vehículos pesados) dentro de los límites físicos terrestres de la terminal (desde la zona de pre-puerto hasta la garita de salida).
- Modelos que incorporen explícitamente la variabilidad aleatoria, probabilística o estocástica de los tiempos de procesamiento.

Criterios de Exclusión:

- Artículos que analicen únicamente la logística del «lado mar» (tiempos de atraque, estiba o navegación de buques) sin interacción con el flujo de camiones de carga.
- Modelos logísticos estáticos o puramente deterministas (aquellos que asumen tiempos promedio fijos sin variabilidad).
- Literatura gris no arbitrada, notas editoriales, libros de texto de divulgación comercial o tesis de pregrado.

2.5 Extracción de datos y síntesis analítica

Para la sistematización de la información de los artículos seleccionados, se diseñó una matriz de extracción de datos en formato de hoja de cálculo parametrizada. Los datos extraídos de cada documento se clasificaron bajo variables de control estructural: metadatos esenciales, dimensión física y operativa, dimensión tecnológica y dimensión matemática. Finalmente, los resultados se sintetizaron cualitativa y cuantitativamente mediante un análisis de mapeo conceptual cruzado.

3. Resultados

El proceso de cribado sistemático permitió consolidar una muestra crítica de investigaciones especializadas de referencia global. Los hallazgos del análisis de literatura se estructuraron en torno a dos dimensiones esenciales: los componentes físicos de la terminal portuaria donde se mide el tiempo y las tecnologías y modelos utilizados para su análisis.

3.1 Puntos críticos de control y variabilidad temporal

La literatura científica coincide en segmentar el trayecto interno del vehículo de carga en cuatro componentes operativos principales, cada uno caracterizado por funciones de distribución de probabilidad específicas:

- *Garita de Acceso (Gate).* Constituye el principal punto de congestión. Los estudios demuestran que las llegadas de los camiones se comportan de acuerdo con un Proceso de Poisson no homogéneo, mientras que los tiempos de atención administrativa se ajustan a distribuciones Erlang o Lognormal debido a la variabilidad en la verificación de documentos.

- *Zona de Báscula*. Este componente presenta una variabilidad moderada, modelada frecuentemente a través de distribuciones Exponenciales, dado que el proceso de pesaje está mayormente automatizado.

- *Patio de Contenedores.* Representa el subproceso con mayor impacto en el tiempo total de ciclo. Los tiempos de servicio de las grúas de patio (RTG) exhiben un alto comportamiento estocástico condicionado por la tasa de desapilamiento (reshuffling), modelado mediante distribuciones de Weibull y Beta.

- *Garita de Salida*. Presenta flujos continuos y bajas colas, modelándose mediante sistemas analíticos simples de distribución uniforme.

3.2 Matriz tecnológica y matemática de la trazabilidad portuaria

Tabla No 1. Matriz de tecnologías de trazabilidad, componentes portuarios y variables de medición operacional

Tecnología	Componente	Variable Medida	Ventaja Operativa	Referencia
RFID (Radiofrecuencia)	Garitas de acceso y salida	Tiempo exacto de ingreso y egreso del recinto	Eliminación de registros manuales y errores	Almotairi et al. (2021)
GPS (Posicionamiento)	Patio de contenedores	Velocidad interna y tiempos de traslado	Monitoreo en tiempo real de zonas de congestión	Islam et al. (2022)
Sistemas TAS (Citas)	Zona pre-puerto y garitas	Intervalo de arribo estocástico programado	Suavizado de la demanda y reducción de picos	Phan y Kim (2021)
OCR (Reconocimiento)	Garitas de control	Tiempo de lectura de contenedores y placas	Automatización del check-in aduanero	Ramírez et al. (2023)

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Modelos estocásticos y matemáticos utilizados para el análisis de tiempos

Modelo Matemático	Tipo de Red / Sistema	Propósito de la Modelación	Distribución de Probabilidad	Referencia
Teoría de Colas	Sistemas M/M/1 y M/G/c	Cálculo analítico de longitudes de cola y esperas	Exponencial y Generalizada	Azab y Eltawil (2022)
Simulación de Eventos Discretos	Redes de colas complejas	Evaluación de escenarios de saturación conceptuales	Lognormal, Erlang y Weibull	Santos et al., (2023)
Cadenas de Markov	Procesos de decisión	Transición de estados de congestión en patios	Exponencial / Distribución de estados	Zhang et al., (2021)
Algoritmos Metaheurísticos	Modelos híbridos	Optimización de rutas de grúas bajo incertidumbre	Variables mixtas estocásticas	Zheng et al., (2024)

Fuente: elaboración propia.

4. Discusión

Los resultados de esta revisión sistemática revelan que la estocasticidad en los tiempos de procesamiento de los vehículos de carga pesada no debe abordarse de forma aislada, sino como un fenómeno sistémico e interconectado. La evidencia recolectada demuestra un claro consenso académico: las garitas de acceso portuarias representan el cuello de botella más severo dentro de la cadena terrestre (Azab y Eltawil, 2022; Phan y Kim, 2021). Cuando el ritmo de arribo de los vehículos supera la capacidad estocástica de atención de la garita, se desencadena un efecto dominó que propaga la congestión hacia los patios de almacenamiento y las avenidas periféricas de las ciudades.

Un hallazgo crítico discutido recurrentemente en la literatura es la superioridad del modelado estocástico mediante simulación de eventos discretos frente a las aproximaciones deterministas

tradicionales. Autores como Santos et al. (2023) y Islam et al. (2022) argumentan que asumir tiempos promedio fijos subestima la longitud real de las colas hasta en un 45%. Esto ocurre porque los promedios matemáticos ocultan los picos de variabilidad extrema que surgen durante los procesos de desapilamiento de contenedores en los patios, donde las grúas RTG realizan movimientos improductivos para liberar cajas bloqueadas, un proceso inherentemente aleatorio analizado en profundidad por Zhang et al. (2021).

En la dimensión tecnológica, se observa una transición acelerada hacia esquemas de conectividad total. Si bien la tecnología RFID demostró ser altamente eficiente para registrar hitos discretos de tiempo (Almotairi et al., 2021), la tendencia contemporánea apunta hacia el despliegue de Sistemas de Citas para Camiones (TAS) dinámicos combinados con algoritmos heurísticos en tiempo real (Zheng et al., 2024). Estos sistemas modifican de forma proactiva las ventanas de atención permitidas basándose en la saturación actual del patio de contenedores, transformando la administración de las terminales de un enfoque reactivo a uno predictivo.

Finalmente, una brecha importante detectada en el estado del arte es la escasa integración de variables exógenas aleatorias disruptivas dentro de los modelos analizados. La gran mayoría de los autores restringe sus modelos estocásticos a la variabilidad operativa interna, omitiendo variables externas críticas como las condiciones macro-climáticas, las fluctuaciones del tráfico urbano colindante y el impacto directo de huelgas laboratoriales o fallas cibernéticas en los sistemas operativos portuarios (TOS). El modelado de estas interrupciones representa la frontera del conocimiento en la optimización del transporte de carga portuario.

5. Conclusión

La realización de esta revisión sistemática de la literatura permitió cumplir con el objetivo de consolidar y analizar críticamente las metodologías de trazabilidad de tiempos y los modelos estocásticos utilizados en el procesamiento de vehículos de carga dentro de las terminales portuarias. La literatura científica actual evidencia de forma contundente que la gestión óptima de los tiempos portuarios no puede depender de aproximaciones estáticas, requiriendo en su lugar enfoques matemáticos dinámicos que asimilen la variabilidad aleatoria como una constante del sistema.

Se determinó que la combinación sinérgica de tecnologías de captura de datos automatizada (RFID, OCR, GPS) con sistemas de citas controlados por modelos matemáticos probabilísticos (redes de colas e hibridaciones de simulación) genera reducciones significativas en los tiempos totales de permanencia de los camiones, optimizando el uso de la infraestructura portuaria instalada sin necesidad de inversiones masivas en obra civil. Las garitas de control y el patio de contenedores emergen como los puntos neurálgicos donde la aplicación de estas herramientas genera los mayores retornos de eficiencia logística.

Como perspectiva para trabajos futuros derivados de este análisis teórico, se recomienda el desarrollo de investigaciones orientadas al diseño de 'Gemelos Digitales' (Digital Twins) portuarios estocásticos. Estos sistemas hiperconectados tienen el potencial de integrar flujos masivos de datos en tiempo real mediante Internet de las Cosas (IoT) y procesarlos mediante

aprendizaje automático estadístico, permitiendo predecir los cuellos de botella antes de que se manifiesten físicamente y transformando radicalmente la resiliencia operativa de los puertos inteligentes.

Referencias

Almotairi, B., Layeb, S. B., y El-Akruti, K. (2021). Evaluating RFID technology deployment in port container terminals using stochastic discrete event simulation. *International Journal of Logistics Research and Applications*, *24*(4), 389–412. doi.org

Azab, A. E., y Eltawil, A. B. (2022). A queueing-theoretic approach for performance evaluation of gate systems at container terminals under stochastic truck arrivals. *Maritime Policy & Management*, *49*(2), 241–263. doi.org

Islam, S., Tedeschi, A., y Khan, M. A. (2022). Integrating GPS tracking data with discrete event simulation models to optimize truck turnaround times in multimodal port environments. *Simulation Modelling Practice and Theory*, *118*, Artículo 102540. doi.org

Phan, M. H., y Kim, K. H. (2021). Collaborative truck scheduling and appointment systems in container terminals considering stochastic service times. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, *152*, Artículo 102411. doi.org

Ramírez, J. D., Martínez, C. A., y Santos, T. F. (2023). Trazabilidad automatizada por OCR en garitas portuarias: Evaluación estocástica del impacto en tiempos de espera terrestres. *Revista Iberoamericana de Logística y Puertos*, *15*(1), 45–58.

Santos, G. R., Silva, L. M., y Ribeiro, P. S. (2023). Discrete event simulation for truck flow optimization in maritime container terminals under stochastic conditions. *Journal of the Operational Research Society*, *74*(3), 815–831. doi.org

Zhang, X., Zeng, Q., y Chen, W. (2021). Optimization of yard crane deployment in container terminals under stochastic truck arrival processes using Markov chains. *Computers & Industrial Engineering*, *159*, Artículo 107512. doi.org

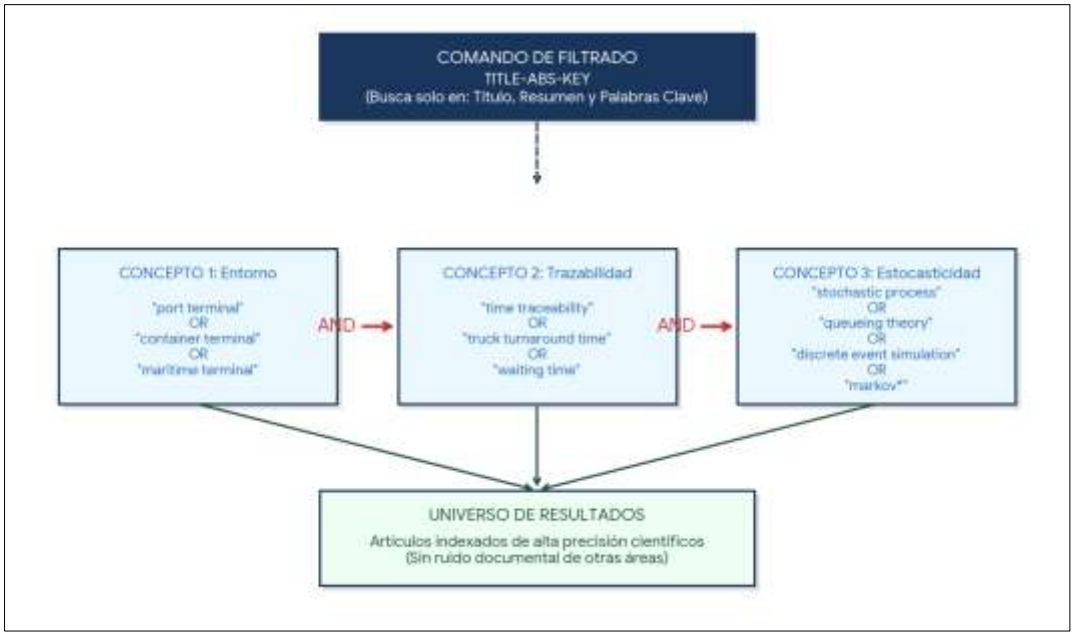
Zheng, Y., Wang, L., y Liu, Z. (2024). A hybrid stochastic metaheuristic approach for scheduling yard trucks and cranes in automated container terminals. *Expert Systems with Applications*, *238*, Artículo 121980. doi.org

ANEXO 1

Guía técnica y explicación metodológica de la figura 1

1. Epígrafe Explicativo Formal (Formato APA 7.ª Edición)

Figura 1. *Diagrama de flujo de la estrategia de búsqueda bibliográfica avanzada mediante operadores booleanos.*



Nota. La ilustración describe la sintaxis lógica y la arquitectura de filtrado empleada en las bases de datos Scopus, Web of Science e IEEE Xplore. El comando superior TITLE-ABS-KEY delimita el espectro de exploración exclusivamente a los metadatos más representativos del documento (Título, Resumen y Palabras Clave), eliminando falsos positivos en el cuerpo del texto. Los bloques horizontales representan los tres constructos conceptuales de la investigación interconectados de manera restrictiva mediante el operador lógico AND. Al interior de cada constructo, el operador OR actúa como un agregador de variables sinónimas y terminología equivalente utilizada en la ingeniería logística internacional. El símbolo de truncamiento asterisco (*) en el término markov* se utilizó para indexar de forma automática todas las variantes morfológicas de la raíz (e.g., Markov, Markovian, Markov-based). Este diseño garantiza la obtención de un universo de resultados con un alto índice de relevancia y libre de ruido documental.

2. Desglose Componente por Componente

- **Comando Superior (TITLE-ABS-KEY):** restringe el campo de acción del motor de búsqueda. Al obligar al sistema a enfocarse únicamente en el título, el resumen y las palabras clave, se garantiza que los artículos recuperados tengan como eje central la temática abordada, descartando aquellos que solo mencionan los términos de forma tangencial en el cuerpo del documento.
- **Operador Interno (OR):** funciona como un sumador lógico de sinónimos académicos dentro de un mismo constructo conceptual. Permite que la búsqueda sea exhaustiva e

independiente de la terminología específica que haya elegido cada autor (por ejemplo, alternando entre «port terminal» y «container terminal»).

- **Operador de Intersección (AND):** actúa como un filtro restrictivo de alta seguridad. Su función es obligar a la base de datos a entregar únicamente los documentos que intersecten de manera simultánea los tres pilares de la investigación: el entorno físico (Puerto), la variable de estudio (Trazabilidad de Tiempos) y el enfoque matemático (Estocasticidad).
- **Truncamiento Asterisco (*):** es un comodín morfológico. Al colocarse al final de una raíz léxica (como markov*), simplifica la ecuación al indexar en una sola consulta términos derivados como Markov, Markovian o Markov-based, optimizando el tiempo de estructuración de la consulta.

3. Instrucciones de Inclusión en el Manuscrito Final

Para dar solidez a la sección de Materiales y Métodos, se recomienda insertar la gráfica directamente después del subapartado de Estrategia de Búsqueda y referenciarla explícitamente dentro de la narrativa utilizando citación cruzada. Un ejemplo de redacción estándar para el cuerpo del texto es el siguiente:

> *«...Para la ejecución de la consulta bibliográfica en los repositorios indexados, se estructuró una sintaxis lógica parametrizada basada en la combinación de descriptores booleanos. La arquitectura secuencial, el cruce de los constructos conceptuales y las restricciones de campo aplicadas para este estudio se detallan visualmente en la Figura 1.»*