

Automatización en las operaciones portuarias. Navegando hacia los puertos marítimos

Automation in port operations. Navigating to seaports

Teofilo O. Boyano-Fram*

Universidad Libre - Colombia

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-5373-4644>

teofilo.boyanof@unilibre.edu.co

Fecha de recepción: 04/02/2025

Fecha de evaluación: 21/02/2025

Fecha de aceptación: 24/03/2025

Diana Mestra-Sierra

Universidad Libre - Colombia

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-8165-1715>

dianac-mestras@unilibre.edu.co

Cómo citar: Boyano-Fram, T., Mestra-Sierra, D., & Gutiérrez-López, M. (2025). Automatización en las operaciones portuarias. Navegando hacia los puertos marítimos. *Revista Científica Anfibios*, 8(1), 55-61. <https://doi.org/10.37979/afb.2025v8n1.172>

Maria J. Gutiérrez-López

Universidad Libre - Colombia

mariaj-gutierrezl@unilibre.edu.co

*Autor a quien debe ser dirigida la correspondencia



[Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Resumen

La automatización inició con fuerza en los procesos industriales automotrices, para luego trasladarse a los puertos y terminales marítima, éste artículo tiene como objeto revisar el efecto que ha tenido en los puertos marítimos y los desafíos que presenta en puertos y terminales portuarias, se hizo mediante la revisión de artículos por lo que es de corte hermenéutico y al tiempo que se revisa su efecto en las comunidades aledañas, por lo que es de igual manera cuali-cuantitativo. En él se concluye que la automatización ha hecho que puertos sigan creciendo en el desempeño logístico de su terminal mientras se observa el efecto en la mano de obra y coadyuva al crecimiento del volumen de mercancías movilizadas y se revisa la ciberseguridad y la normatividad estandarizada.

Palabras clave

Automatización; logística; puerto; tecnología; terminal

Abstract

Automation began strongly in automotive industrial processes and later spread to ports and maritime terminals. This article aims to review its impact on maritime ports and the challenges it presents for ports and port terminals. It was done through a review of articles, making it hermeneutical in nature, while also examining its impact on surrounding communities, making it equally qualitative and quantitative. It concludes that automation has allowed ports to continue growing in the logistics performance of their terminals, while observing the impact on the workforce and contributing to the growth in the volume of goods moved. It also reviews cybersecurity and standardized regulations.

Palabras clave

Automation; logistics; port; technology; terminal

Introducción

Existen operaciones portuarias de acuerdo a la modalidad del medio en donde se apliquen, debido a la diversificación de medios terminales, aéreos, marítimos, fluviales y terrestres, en consecuencia, para el perfeccionamiento de este artículo se revisará el puerto marítimo desde diferentes naciones, así como cómo el tratamiento de los procesos de automatización.

A medida que se desarrollan las tecnologías aparece con más fuerza la inteligencia artificial, la logística de las mercancías se optimiza, y junto a ellos los puertos marítimos. Se hace necesario entonces saber cómo se ha dado el crecimiento de las operaciones portuarias y si la automatización ha dado aportes significativos y si ha generado otras dinámicas que han permitido el avance o retroceso de los puertos, teniendo en cuenta que el transporte marítimo, es el más utilizado puesto que mueve alrededor del 90% de las mercancías en el mundo, porque su comprensión resulta fundamental.

De igual manera el propósito de este artículo es conocer cómo se está trabajando en materia de equipos y grúas en los puertos marítimos del mundo, así mismo, se considera necesario corroborar si están o no entrando en la automatización, en materia de vehículos y los equipos de seguridad además del monitoreo de la carga en las instalaciones portuarias, discernir si existe una relación entre los sistemas digitales en cuanto al tráfico portuario y a la misma gestión portuaria; así mismo como se da la gestión de la carga junto al monitoreo de las maniobras en el puerto, el manejo de la sistematización de la información y el uso de la inteligencia artificial. Hay externalidades que han hecho o han generado las operaciones portuarias y se hace necesario identificarlas, de igual manera describir su efecto en los países que tengan puertos marítimos; se revisará en América, Europa y Asia.

Entre las externalidades que se necesita comprender es si la automatización ha traído efectos positivos o negativos en los puertos marítimos, si ha habido una incidencia en el reciente crecimiento de los mercados, cómo ha influido la automatización en la ampliación de nuevas rutas marítimas y si el crecimiento de la población que jalona los mercados, hace rediseñar rutas permitiendo la construcción de las mismas, además los efectos que ha tenido en los procesos logísticos y dentro de ello la automatización, al tiempo que las empresas navie-

ras crecen y disminuyen la destrucción de buques portacontenedores.

En ese perfeccionamiento de las tecnologías en los puertos marítimos, se pone de manifiesto la automatización, con ello en otros escenarios se han ido suprimiendo puestos de trabajo en los otros subsectores de servicios y al mismo tiempo ha generado un reto social.

A manera de antecedentes desde inicios del Siglo XX Europa y Estados Unidos tuvieron muchas penurias en materia de empleo, ya que la producción en serie arrasó con la mano de obra, pero trajo mayor oferta de productos, en el caso del tema central que son los puertos marítimos, cuya aparición data desde X y V a.c se viene perfeccionando los procesos logísticos portuarios y está en Inglaterra la cuna de los grandes astilleros que necesitaron ser dinámicos en el transcurrir del tiempo. Se necesitaba más volumen de producción y menos accidentes o problemas laborales. Hobsbawm (1988) en donde sostuvo que la Revolución Industrial tuvo incidencia en la metalurgia y por ende en los astilleros en Inglaterra.

De igual forma, el crecimiento de las ciudades-estado produjo que el comercio necesitara más volumen de producción y con el tiempo el imperativismo de la expansión comercial en búsqueda de bienes en otras esferas, eso implicó utilizar el medio de transporte marítimo y dada su masificación abarató los costos de su servicio, por ende fue necesario las instalaciones portuarias, a medida que crecían los mercados, es decir, aumentaban los Tratados de Libre Comercio, la necesidad de perfeccionar los procesos logísticos, no pudo limitarse sólo a la infraestructura portuaria, sino a tecnologías que permitieran mayor volumen de suministro, en este punto surgió el direccionamiento a la automatización.

Metodología

Mediante un análisis cuali-cuantitativo se estructuró este artículo y en él se aplica el método inductivo a partir de información o datos relacionados con la automatización de los puertos en el mundo, tomando los más relevantes dadas sus características y basados en las fuentes de revistas actualizadas, investigadores reconocidos, artículos tomados de la base de datos de Google Scholar. Su diseño es exploratorio y descriptivo, a partir de las características que permiten saber la automatización de los puertos, basado en datos cualitativos y con li-

neamientos enmarcados en la ética y veracidad de la información.

Análisis y Resultados

La terminal de Yangshan en el Puerto de Shanghai, lidera la automatización a nivel mundial y desde el año 2010 rebasó a Singapur en tecnologías,

movimientos de contenedores, mientras que el de Rotterdam se le considera el más inteligente al monitorear la profundidad de sus aguas, el movimiento de embarcaciones y atención en servicios meteorológicos. Los puertos automatizados también se les llama puertos inteligentes o Smartports.

Tabla 1. Listado de principales puertos automatizados en el mundo

Nombre del Puerto	Terminal	Características
Shanghai	Puerto de Aguas profundas Yangshan	El mayor y más sistematizado
Shenzhen	Chiwan, Dachan Bay, Shekou y Yantian	Llamado el Silicon Valley de China por su alta tecnología en Asia.
Singapur	Singapur	Mayor puerto de transbordo a nivel mundial
Hamburgo	Hamburgo	Eficiencia logística y sostenibilidad
Rotterdam	Rotterdam	Sistematización de grúas autónomas
Amberes-Brujas	Amberes-Brujas	Gemelo digital con Dhive drones para seguridad
Valencia	Valencia	Valencia ports para pronóstico de camiones en puerto. Logístico
Barcelona	Barcelona	Gemelo digital, Puerto inteligente. Smartport
Melbourne*	Terminal Victoria International Container Terminal	Automatizada para el control de teus
Brisbane	Terminal DP	Con grúas apiladoras automatizadas es semiautomatizada
Newzeland	Puerto de Auckland	Con remolcador eléctrico y reducción de la huella de carbono
Long Beach	Long Beach Container	Férrea oposición de sindicatos
Los Ángeles	Trans Pacific Container Service Corporation	Considerado el más automatizado en muelle y patios en EEUU
New York	New York	Gran oposición a la modernización y automatización
Puerto de Seattle	Nokia Digital Automation Cloud	Automatizado
Abu Dhabi	Puerto de Khalifa	Greenport con plataformas offshore

Fuente: Tomado de Syed Rakin Rahman. (2023) y de Vogler, J. (2023)

Referentes encontrados relacionados con la automatización portuaria marítima

Llama la atención de acuerdo a la Tabla como los Puertos del Golfo, están renuentes a la automatización por parte de los estibadores de los puertos de New York, mientras los demás puertos del mundo están interesados y están avanzando en la automatización. La automatización ya no sólo es propia del terminal, sino que abarca los patios e incluso el

mismo puerto desde el enfoque holístico, es decir, como un todo en un sistema que se engrana para que el flujo de mercancías sea el ideal minimice inconvenientes, el puerto de Melbourne* se señala debido a que es el más sistematizado de Australia, tal como se indica en la Tabla, arriba.

De igual forma como lo señalan Arjona, E. M. G. et al. (2022) y Vilorio-Vilarete (2022) que a su vez sostiene que la tecnología llamada blockchain

ha apoyado la trazabilidad y por ende el flujo de mercancías en tiempo sincrónico o real, al tiempo que permite ahorrar costos, así como minimizar el impacto ambiental al evitar la impresión y hacerlo de manera digital.

Medina y Sáiz (2024) señalan que la Inteligencia Artificial IA presenta retos como la infraestructura adecuada en materia de tecnología y la preparación de su talento humano que a su vez dará como resultado un mejor servicio a los usuarios de las instalaciones portuarias, al igual que dará eficiencia en las operaciones y por ende disminuirá costos, al tiempo que fortalecerá la seguridad y hace sostenibles tanto las instalaciones portuarias como al puerto en general.

Menoya Zayas, S. (2024) sostiene que la digitalización está más centrada en la innovación y aporte a la eficiencia de la organización que al cuidado de los empleos en los puertos marítimos al igual que con la llamada gente de mar, los cuales son todas las personas que trabajan en este medio y con puertos marítimos.

Boyano-Fram y Mestra-Sierra (2023) revisan la conectividad marítima a partir de los accidentes geográficos naturales del mundo y como China con la Franja de la Ruta y el Collar de las 12 perlas, generarán nuevas rutas marítimas y pondrán a las terminales marítimas a modernizarse e interconectarse.

Laguna, E. A. (2024) sostiene que las exigencias del mercado han hecho que la alianza de Brasil, Rusia, India, China y Suráfrica se conecten y entren en la idea de sistematizar la información para mejorar la interconectividad de sus puertos y hacer contrapeso a los otros puertos sistematizados, especialmente China con conductores robots, ya que seguirá siendo la mayor fabricante del mundo.

Por su parte, Durán, J. (2021) señalan que para que los puertos sean eficientes necesitan de: digitalizar procesos, facilitar procesos y mayor cobertura de la información. Un sistema de información portuaria, unido a la consolidación de un smartport y estandarización de riesgos. Fram (2019) señala que los puertos de 4 y 5 Generación son cada vez más automatizados y simplifican procesos.

Ramírez y Vacca (2023) y Velásquez-Monroy et al. (2021) revisan cómo la blockchain como tendencia tecnológica ha influido en la mejor prestación de servicios logísticos portuarios, al integrar el internet

de las cosas, la big data y los procesos de automatización.

Desde Asia, Alzogaray, S et al. (2024) señalan que los puertos de Brunei, Filipinas, Malasia, Singapur y Taiwán, son considerados los más importantes, sus grúas pórtico, sus patios sistematizados y el crecimiento poblacional motiva al crecimiento en la modernización de sus instalaciones para cubrir la demanda de los usuarios.

Atencio Ortiz et al. (2024) señalan que los puertos en Europa se han modernizado no sólo por las exigencias del aumento de la demanda de los consumidores, sino también por el incremento del transporte de sustancias ilícitas, por lo que se han visto en la necesidad de utilizar drones, aportando a la modernización tecnológica para la vigilancia en patios y embarcaciones. Quiroz Briceño (2021) sostiene que cuando se automatiza la APTM de Valencia contribuyen a la sostenibilidad, reduciendo la huella de carbono, mitigan accidentes, ahorran combustible y evitan desastres ambientales, al tiempo que agiliza el tráfico de su puerto.

Vázquez et al. (2024) hace un estudio comparativo entre el Puerto de Busan en Corea y el Puerto de Manzanillo en México, en donde resalta el gran compromiso de automatización en el Puerto de Busan y en la actualidad es un smartport, ayudando al movimiento de contenedores y el dinamismo del mercado.

Molina et al. (2024) sostienen que el manejo de las tecnologías de la información y las telecomunicaciones en los puertos de 4 G en América Latina, es decir en los puertos de Cartagena, Colón y Santos; consideran que se harán nuevas aplicaciones en Puerto de cuarta generación y además de la aplicación de las nuevas tecnologías y las energías limpias tras la huella de carbono y la búsqueda de fuentes que financien la digitalización portuaria.

Estudio relacionado con puertos en el cual señala Landívar et al. (2025) y Uruchima Campoverde (2019) sostienen que en Ecuador, al digitalizar los puertos marítimos facilitará acceso a la información y los hará más eficientes los procesos, Quintero Luna et al. (2024) hacen un estudio de la automatización de los puertos en México que han contribuido al desarrollo sostenible con su automatización y eficiencia tecnológica prestando mejor servicio e interconectándose con los demás puertos ante la exigencia de sus mercados.

LozaDa, B et al. (2021) sostiene que los puertos del Caribe están entrando en la era digital desde hace varios años y los Puertos de Jamaica, Kingston y el de Buenos Aires están en pos de mejorar su sostenibilidad, mediante la institucionalización y la sistematización digital de la información. Meriño Vega (2022) sostiene que, mediante una mesa de ayuda, los puertos pueden satisfacer las solicitudes de servicios de ayuda en Puerto Bahía, de tal manera que el avance tecnológico le facilitará el proceso. Sánchez (2021) revisa cómo desde el Puerto marítimo del Callao ha tenido una variable interviniente en la automatización y su necesidad en los puertos del Perú, ante el apareamiento de la pandemia.

Las grúas en el puerto o en muelles pueden ser maniobradas autónomamente o por vía remota, ya sea móviles o propias del muelle. Los vehículos operan sin conductor y contribuyen al desarrollo sostenible.

La automatización se presenta en patios y muelles, con grúas y vehículos que no necesitan ser maniobrados o manipulados por las personas sino con dispositivos electrónicos, lo que minimiza errores y da eficiencia en la gestión logística de las mercancías.

Conclusiones

Entre los principales desafíos que tiene la automatización portuaria marítimas están los altos costos que se incurren al momento de implementarla y

más aún implantarla en puertos por primera vez. Se revisa con recelo el desplazamiento de la mano de obra y la resistencia al cambio como es el caso de los estibadores en las terminales del Golfo en América del Norte,

Aunque los puertos cuenten dentro de sus rubros el mantenimiento de sus adecuaciones tecnológicas automatizadas, no deja de ser un reto los altos costos en los que se incurrirá en su mantenimiento.

No hay una normatividad que permita estandarizar el crecimiento de la automatización en puertos internacionales.

Los retos ante un fallo en las tecnologías aplicadas a la automatización podrán colocar a los puertos de 4 generación en aprietos para continuar sus operaciones logísticas. Por lo que los riesgos en materia de ciberseguridad serán y son otro gran reto. Los retos no solamente será la automatización y con ello los softwares y las tecnologías que subyacen, la infraestructura será también grande en materia de inversión.

La automatización agiliza la logística portuaria, mitiga en gran manera accidentes laborales y hace funcionales las terminales portuarias, incluyendo sus patios. Se necesita indagar sobre los pilotos prácticos y otras actividades conexas al puerto o terminal marítimo portuario.

Referencias

- Alzogaray, S., Batista, A., Firpo, S., & Leggerini, M. (2024). *Principales puertos de ultramar de Malasia, Singapur, Brunéi, Filipinas y Taiwán* (Doctoral dissertation, Universidad de Concepción del Uruguay--CRG).
- Arjona, E. M. G., Cervantes, J. M. L., Avendaño, R. A. A., & Tatis, A. G. V. (2022). Blockchain como soporte tecnológico de las cadenas de suministro marítimas. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, 4(2).
- Atencio Ortiz, L. S., Paipa Sanabria, E. G., Bacca Rodríguez, V. G., Suarez Nieves, J. A., & Castro de la Rosa, Y. D. (2024). Modalidades de transporte y detección de drogas ilícitas en puertos europeos: revisión sistemática de literatura. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 16(2), 118-133.
- Boyano-Fram, T. O., & Mestra-Sierra, D. C. (2023). Conectividad marítima de los estrechos y puertos relevantes. Retos y oportunidades. *Revista de Investigación Ciencia Estudios y Saberes*, 1(1), 70-82.
- Durán, J. (2021). Un sistema portuario eficiente: algunos componentes clave. In *XV Congreso Marítimo Portuario*. <https://portalcip.org/wp-content/uploads/2021/12/compPPT-XV-Congreso-Guate-Componentes-de-sistema-portuario-eficiente.pdf>.

- Fram, T. O. B. (2019). Retos logísticos de puertos de cuarta generación diagnóstico y modernización en países emergentes. *Revista científica anfibios*, 2(1), 72-82.
- Hobsbawm, E. J. (1988). *En torno a los orígenes de la revolución industrial*. Siglo XXI de España Editores.
- Laguna, E. A. (2024). Los BRICS, el Sur Global y el rol de China en el nuevo orden internacional. *Tradición, segunda época*, (24), 115-121
- Landivar, A. A. J., Vega, N. D. C., & Espinoza, J. E. A. (2025). Impacto de la implementación de tecnologías emergentes en el área de transporte marítimo de Ecuador mediante la revisión de documentos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(1), 6256-6256.
- LozaDa, B. D. L. F., PeyreLongue, C. M., & Gastón Cedillo-Campos, M. (2021). Trazabilidad de los flujos de mercancías y desarrollo de la comunidad portuaria de Veracruz, México. *Dinámicas portuarias*, 381.
- Medina, P. A., & Sáiz, R. S. (2024). Soluciones basadas en inteligencia artificial para el desarrollo de negocios en entornos portuarios. *Revista de Ordenación del Sector Marítimo*, 2(1), 35-51.
- Menoya Zayas, S. (2024). La protección social de los trabajadores del mar frente a la digitalización: ¿oportunidad o amenaza? *Revista de Derecho de la Seguridad Social, Laborum*, (38).
- Meriño Vega, M. I. (2022). Una Revisión de la Mesa de Ayuda TI de Sociedad Portuaria Puerto Bahía: Un Paso para la Automatización. *CESTA*, 3(2). <https://doi.org/10.17981/cesta.03.02.2022.06>
- Molina, M. I. G., Suárez, Y. A. V., & Mosquera, D. M. V. (2024). Aplicabilidad de la tecnología en la operación logística en los puertos de Latinoamérica. *Nacional de Investigación*, 36.
- Quintero Luna, L. F., Uribe, M. A. y Pardo Cely, J. R. (2024). Puertos inteligentes en México: liderando la automatización para un comercio global competitivo [Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio Institucional Universidad Cooperativa de Colombia. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/58086>
- Quiroz Briceño, V. (2021). Estudio para la automatización de la APMT Valencia: terminal portuaria inteligente e impacto ambiental. Universitat Politècnica de València. <https://riunet.upv.es/handle/10251/169160>
- Ramírez, A., & Vacca, C. (2023). Importancia de la tendencia Blockchain en la logística 4.0 del transporte marítimo internacional. *Visión Internacional (Cúcuta)*, 1-25.
- Sánchez, N. (2021). COVID-19 como factor en la aceleración de la automatización de los procesos de la logística portuaria en el puerto del Callao - Perú. Tesis para optar el título profesional de Licenciada en Administración y Negocios Internacionales, Escuela Académico Profesional de Administración y Negocios Internacionales, Universidad Continental, Huancayo, Perú. <https://doi.org/10.52808/bmsa.7e5.61e2.010>
- Syed Rakin Rahman. (2023). Top 5 Automated Port in Europe. <https://www.porttechnology.org/news/top-5-automated-ports-in-europe/>
- Uruchima Campoverde, C. O. (2019). *Automatización del proceso de captura, integración y control de datos de operaciones portuarias y movimiento de cargas realizadas por vía marítima y fluvial en el Ecuador y su implementación en un sistema de gestión de procesos de negocio (BPM)* (Master's thesis).
- Vázquez, E. A. N., Rodríguez, R. O., Real, O. B. R., Sánchez, P. A. M., & de la Mora Cuevas, J. M. (2024). Comparación de la Gobernanza Portuaria: Un Análisis de los Factores que influyen en el Desempeño de los puertos de Busan y Manzanillo. *Estudios y Perspectivas Revista Científica y Académica*, 4(4), 375-399.

- Velásquez-Monroy, X. D., & Eslava-Sarmiento, L. A. (2021). Blockchain digitaliza el transporte marítimo global de mercancías. *LOGINN Investigación Científica y Tecnológica*, 5(1).
- Viloria-Vilarete, E. E. (2022). Integración del Big Data en la Logística Portuaria como potencializador de la competitividad y la productividad. *Revista científica anfibios*, 5(1), 66-83.
- Vogler, J. (2023). INSPENET. Puertos del futuro: Automatización de terminales marítimos. <https://inspenet.com/articulo/terminales-maritimos-automatizacion>