Tecnología Blockchain & su implementación en la digitalización documental: Incidencia en la competitividad del Canal de Panamá

Elaborado por: Nicolas Martinez Triana

Dirigido por: Olga Lucia Grisales

RESUMEN

Este ensayo explora cómo la digitalización de documentos, con el apoyo de la tecnología blockchain, podría brindar a Panamá la oportunidad de mejorar su posición en el sistema logístico internacional, particularmente en el entorno del Canal. Basándose en diversas fuentes académicas, se analiza cómo la transformación digital está cambiando la forma en que operan los puertos y por qué la velocidad y la confiabilidad de la gestión documental se han vuelto tan importantes. También se busca explicar de forma sencilla qué es blockchain y por qué ha despertado interés en las cadenas de suministro que requieren información clara y compartida. El análisis detallado y la aplicación práctica de los beneficios de incluir esta tecnología al procesamiento documental también permiten comprender los desafíos de Panamá y realizar ajustes realistas con respecto a la competitividad que existe hoy a nivel global. Por lo tanto, este ensayo nos da una perspectiva equilibrada que ayuda a entender tanto su potencial como las condiciones necesarias de aprovecharlo.

Palabras clave digitales: Blockchain, documentos, logística, competitividad, Canal de Panamá

INTRODUCCIÓN

El debate sobre la competitividad portuaria suele comenzar con factores visibles: capacidad operativa, infraestructura física, rutas disponibles o niveles de conectividad regional. Sin embargo, en los últimos años se ha hecho evidente que la verdadera diferencia entre un puerto eficiente y uno rezagado reside en sus procesos digitales (García. 2020). En este escenario, Panamá ocupa una posición particularmente sensible, no solo por albergar uno de los centros logísticos más importantes del mundo, sino también porque el Canal, debido a su importancia estratégica, exige niveles de eficiencia que pocas infraestructuras pueden ignorar. Según la CEPAL (2021), muchos puertos de la región aún dependen de procedimientos de documentación en papel, lo que genera retrasos y limita la transparencia operativa.

La adopción de la tecnología blockchain surge así como una alternativa que no solo moderniza los flujos de trabajo documentales, sino que también introduce una capa adicional de confianza y trazabilidad en un entorno donde las operaciones deben ser impecables(Pérez, 2018). Investigaciones recientes destacan que la digitalización es un factor clave en el rendimiento logístico de los puertos modernos (Notteboom & Rodrigue, 2022). Este ensayo analiza cómo la digitalización de documentos basada en blockchain podría fortalecer la competitividad del Canal de Panamá, especialmente en un contexto donde los principales puertos ya están en transición hacia modelos de interoperabilidad y automatización avanzada. El propósito de este análisis no es proponer soluciones absolutas, sino comprender la viabilidad de esta transición, los beneficios potenciales que podría ofrecer y las barreras que aún dificultan su implementación. Esta delimitación nos permite centrar nuestra reflexión en los elementos esenciales del problema y fomentar un debate fundamentado sobre el papel de estas tecnologías en la competitividad del sistema marítimo panameño.

1.1 DIGITALIZACIÓN PORTUARIA (BLOCKCHAIN)

En las últimas dos décadas, la digitalización es claramente un componente estructural de los sistemas logísticos internacionales. Los puertos han evolucionado de simples puntos

de transferencia de carga a centros inteligentes donde convergen tecnologías, plataformas de información y procesos automatizados (Woo et al., 2021). En este contexto global, la presión para adoptar métodos digitales se intensifica debido a que los flujos marítimos actuales requieren velocidad, trazabilidad y un nivel de coordinación que difícilmente se alcanza con métodos tradicionales. Diversos estudios indican que la integración tecnológica es uno de los principales factores que determinan el rendimiento logístico, independientemente de la infraestructura física en cualquier contexto portuario (Notteboom y Rodrigue, 2022).

A medida que las terminales adoptan soluciones como el Internet de las Cosas (IoT), los sistemas de gestión portuaria, la inteligencia artificial, las plataformas de interoperabilidad y las líneas vitales, pueden reducir los tiempos de actividad, minimizar los errores y operar con niveles de precisión que anteriormente no se concebían. La CEPAL (2021) observa que varios puertos de América Latina continúan ralentizando la digitalización de documentos y procesos, lo que limita la competitividad regional en comparación con terminales de alto rendimiento como Rotterdam o Singapur. Esta brecha tecnológica es particularmente evidente en la gestión documental, donde la dependencia del papel perjudica la trazabilidad y aumenta la vulnerabilidad a errores humanos e inconsistencias en la información. Estudios como los de Molina y Torres (2019) o Ruiz (2020) indican que las brechas digitales regionales se deben tanto a problemas de inversión como a limitaciones institucionales.

En este contexto, es necesario aclarar primero qué es blockchain y por qué se ha convertido en una tecnología relevante para los procesos logísticos. Blockchain es un sistema de registro distribuido que almacena información en bloques vinculados criptográficamente, de modo que, una vez almacenada, no puede modificarse sin dejar rastro. Sus orígenes se remontan a 2008, cuando fue propuesta por Satoshi Nakamoto como la base tecnológica de Bitcoin, aunque con el tiempo su uso se ha expandido más allá de las criptomonedas gracias a su capacidad para garantizar la trazabilidad y la confianza entre múltiples actores sin necesidad de una autoridad central (Nakamoto,2008). Esta propiedad la convierte en una herramienta útil para entornos con flujos de información críticos y

múltiples intermediarios y pronto se extendió a sectores donde la confianza y la trazabilidad son cruciales para la operación (Ortega & Vargas, 2020).

Blockchain surge como un componente del ecosistema digital que conforma la industria marítima. Su capacidad para publicar y compartir información de forma segura, inmutable y verificable la posiciona como una herramienta especialmente útil en un entorno donde la confianza entre los actores logísticos es esencial. Actualmente, ante su adopción global, se están realizando diversos estudios que se aplican a la documentación de flujos de trabajo y a la identificación de brechas para mejorar la eficiencia y la transparencia en los puertos (Saberi et al., 2019). La literatura muestra que su potencial es aún mayor cuando se integra en estrategias de digitalización portuaria, como analizan Heilig et al. (2017) y Acciaro et al. (2020). Esta tendencia abre espacio a un punto de reflexión del papel fundamental que puede llegar a desempeñar en infraestructuras estratégicas como el Canal de Panamá, cuyas demandas operativas requieren recursos tecnológicos que puedan integrarse a escala para mantener la competitividad en un entorno logístico más digital.

1.2 DIGITALIZACIÓN ACTUALMENTE Y LOS PROCESOS DOCUMENTALES EN LOS PUERTOS DE PANAMÁ

Aunque Panamá es reconocido como un centro logístico global, el ritmo de digitalización de sus puertos no siempre se mantiene en gran medida acorde con las necesidades reales de la competencia internacional. La infraestructura física del país es muy elogiada por su ubicación estratégica y por la magnitud del Canal, pero sus procesos de gestión documental tampoco han logrado seguir el ritmo de la modernización. Según la CEPAL (2021), gran parte de América Latina continúa operando con procedimientos manuales basados en documentos físicos, lo que evita retrasos operativos y altera el procesamiento de la información. Panamá no es ajeno a esta realidad.

En la práctica, muchos de los documentos utilizados durante el tránsito marítimo (facturas electrónicas, certificados de origen, autorizaciones portuarias, intercambio de información aduanera o manifiestos) aún se gestionan mediante plataformas que no siempre

se comunican entre sí. La coexistencia de sistemas aislados provoca la duplicación o verificarse en repetidas ocasiones, lo que aumenta el riesgo de errores humanos y retrasa el flujo logístico. Si bien existen iniciativas de modernización, su alcance ha sido desigual, ya que dependen tanto de la inversión pública como de la disposición de los operadores privados a adoptar herramientas tecnológicas más avanzadas.

Esta brecha digital se hace aún más evidente al comparar Panamá con puertos que ya han integrado soluciones automatizadas de trazabilidad documental, algunas basadas en blockchain y otras en plataformas de gestión portuaria interconectadas. La falta de interoperabilidad y la persistencia de procesos manuales generan costos indirectos que afectan la velocidad de las operaciones y la percepción de eficiencia de los actores internacionales. Por lo tanto, el debate en torno a las nuevas tecnologías no es una tendencia futurista, sino una necesidad concreta para mantener la competitividad de un país cuyo sistema logístico es esencial para el comercio global.

1.3 BLOCKCHAIN: HERRAMIENTA PARA LA DIGITALIZACIÓN DOCUMENTAL EN EL MARCO LOGÍSTICO

El interés en aplicar blockchain a las cadenas de suministro surge no solo de la novedad tecnológica, sino también de la necesidad concreta de documentos confiables y verificables que puedan ser separados y compartidos entre los diferentes participes. En las operaciones marítimas participan compañías navieras, puertos, tránsito, aduanas y aseguradoras cada solicitud requiere información precisa y oportuna para evitar demoras o inconsistencias (Sánchez & Wilmsmeier, 2021). La falta de sincronización entre estos participantes es una de las áreas en las que la digitalización suele presentar mayores limitaciones, especialmente cuando existen procedimientos que dependen netamente del papel para validar su contenido. En este sentido, la propuesta de distribución gratuita es atractiva porque crea un entorno en el que se accede a la versión exacta del documento y todos identifican el mismo contenido, sin ninguna alteración no identificable (Hackius & Petersen, 2017; Chong, 2020) .

Diversos estudios sugieren que la tecnología blockchain contribuye a mejorar el procesamiento de documentos y reduce los costos asociados con la verificación de información, ya que elimina procesos repetitivos y genera un registro transparente de cada transacción (Saberi et al., 2019). En las plataformas logísticas internacionales, los sistemas se prueban con documentos como información de envío, declaraciones de productos y certificados sanitarios, y sus eslabones se registran en cadenas de bloques para garantizar integridad y la velocidad de transmisión. Esta integración demuestra que la tecnología puede servir como medida de seguridad adicional, especialmente para transacciones que requieren la validación de múltiples entidades y niveles de responsabilidad.

Además de la trazabilidad que nos brinda y la seguridad que nos garantiza, el blockchain también ofrece eficiencia operativa. Munim & Schramm (2020) argumentan que automatizar los flujos de trabajo mediante contratos inteligentes, reduce la operatividad que requiere un proceso manual y los tiempos de respuesta se bajan considerablemente, algo esencial en un entorno donde los retrasos generan costos significativos. Aunque este proceso no reemplace por completo los sistemas existentes, puede integrarse con algunos determinados vacíos con el fin de abordar problemas que afecten con la interoperabilidad, la integridad de los datos y la fiabilidad de los documentos como lo analiza Jovic et al.0020(2019). El texto coincide en que su adopción es más efectiva cuando se combina con otros elementos de transformación digital, como plataformas portuarias integradas, inteligencia artificial o sistemas de intercambio electrónico de datos (Hackius y Petersen, 2017).

Para un país como Panamá, el sector marítimo depende de la coordinación entre diversos entidades nacionales e internacionales, y este tipo de herramientas pueden servir como un vínculo para los modelos logísticos con algún interés común e interconexiones. La tecnología tiene objetivo también agilizar los procesos y posicionar al sistema portuario como un referente regional en transparencia y eficiencia. Sin embargo, analizar la viabilidad del contexto del Canal de Panamá es crucial, especialmente considerando que la competitividad futura dependerá cada vez más de la calidad y la velocidad de la información compartida a lo largo de la cadena logística.

1.4 IMPACTO POTENCIAL DEL BLOCKCHAIN: COMPETITIVIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ

La competitividad del Canal de Panamá, como lo manifiesta Ruiz (2020) y Fernández (2019) en este tipo de infraestructura estratégica, la agilidad documental es tan crucial como la infraestructura física. En conjunto, su capacidad para seguir siendo un corredor logístico de referencia está relacionado con la eficiencia con la que gestiona la información que circula alrededor de cada tránsito. Los buques transportan una cantidad considerable de documentos técnicos, operativos, aduaneros y comerciales que son verificados por entidades similares. Cuando este flujo es lento o fragmentado, la operación pierde dinamismo y el costo de la electricidad aumenta, incluso si la infraestructura del canal funciona con normalidad.

En este escenario, blockchain se ha convertido en una herramienta para abordar la brecha de coordinación que aún afecta a las operaciones regionales. La inmutabilidad del registro reduce la posibilidad de discrepancias o revisiones cuantitativas de la lista de documentos, mientras que la trazabilidad facilita la identificación de registros y simplifica las auditorías internas (UNCTAD, 2022). Estudios recientes indican que la integración de la tecnología de registro y la distribución a gran escala ha reducido significativamente el tiempo requerido para el proceso de verificación de documentos, aumentando la confiabilidad operativa percibida en la ejecución de la navegación de los operadores logísticos (Hackius & Petersen, 2017). Esta confiabilidad percibida se denomina: la empresa, desde la prioridad hasta las rutas, induce a los procesos a fluir sin interferencias, especialmente en tiempos en que las cadenas de suministro globales enfrentan tensiones recurrentes.

Otro aspecto es que la digitalización basada en blockchain promueve la interoperabilidad entre los diversos actores que interactúan con el Canal. Si bien Panamá cuenta con plataformas tecnológicas digitales para el procesamiento, la integración plena entre entidades públicas, operadores privados, agencias marítimas y el sistema aduanero aún presenta limitaciones. Un entorno compartido basado en el registro distribuido podría facilitar la conexión entre los sistemas que actualmente existen de forma aislada y, en casi

todos los casos, requieren la duplicación de datos. Esta interoperabilidad se traduce no solo en eficiencia operativa, sino también en una operación mucho más simplificada para la navegación, lo que puede aplicarse a la reducción de procedimientos repetitivos o inconsistentes.

En definitiva, el uso de blockchain para mejorar la reputación del Canal como centro logístico basado en la transparencia y la innovación, lo que contribuye a la competitividad internacional. Al mismo tiempo, es necesario incorporar herramientas avanzadas de digitalización; la expectativa global es que la cadena de documentos sea rápida, verificable y resistente al fraude. En este sentido, la incorporación del registro distribuido ofrece beneficios operativos inmediatos para posicionar el sistema marítimo panameño a la altura de las tendencias tecnológicas del modelo industrial.

1.5 OBSTÁCULOS Y DESAFÍOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN EN PANAMÁ

La integración de blockchain en los procesos documentales del sistema portuario panameño enfrenta una serie de obstáculos que no solo se deben a la propia tecnología, sino también a las condiciones institucionales, operativas y culturales del entorno logístico nacional. Uno de los desafíos más evidentes es la falta de interoperabilidad entre las plataformas utilizadas por las autoridades, los operadores privados y las navieras. Como señala la CEPAL (2021), muchos sistemas en la región se han desarrollado de forma aislada, por lo que su integración bajo un marco común requiere adaptaciones técnicas y acuerdos entre entidades que no siempre avanzan al mismo ritmo.

Otro obstáculo proviene de la inversión necesaria para transformar la infraestructura digital. Si bien blockchain ofrece una gran cantidad de modificaciones físicas, también ofrece gran capacidad de procesamiento, protocolos de seguridad robustos y datos personales. La literatura indica que los proyectos digitales alcanzan el éxito cuando la implementación de la gestión diaria —que no implica la transformación— se basa en una gobernanza nacional adecuada (Hack Petersen, 2017). En Panamá, el ecosistema logístico

incluye los sectores públicos y privados con diferentes niveles de madurez tecnológica, lo cual ha sido crucial.

También existe el reto de armonizar los marcos regulatorios que determinan la validez legal de los documentos digitales. Para la implementación de blockchain y su compatibilidad con los documentos físicos, se requiere un marco regulatorio que lo regule y registre con sus equivalentes legales. Si bien Panamá ha avanzado en la regulación de la identidad digital y la información electrónica, aún se requieren directrices específicas para las categorías logísticas que involucran a las jurisdicciones.

Finalmente, la resistencia al cambio sigue siendo un factor determinante. La transición de los procesos tradicionales en papel a modelos digitales implica cambiar hábitos, responsabilidades y flujos de trabajo operativos que han funcionado durante décadas. Según Saberi et al. (2019), la adopción de blockchain suele encontrar resistencia cuando las partes interesadas perciben que la tecnología puede alterar su control sobre la información o generar una mayor supervisión.

Estas barreras no imposibilitan la adopción, pero plantean la necesidad de un proceso gradual y articulado acompañado de políticas que faciliten la transición sin afectar las operaciones actuales.

CONCLUSION

El análisis reveló que la digitalización de documentos con blockchain representa una oportunidad real para que Panamá fortalezca su posición en el sistema logístico internacional. Una revisión de diferentes perspectivas mostró que, más allá de la innovación tecnológica, este tipo de solución puede contribuir a que los procesos operativos del Canal sean más confiables, ágiles y transparentes. Al mismo tiempo, se evidenció que su potencial depende no solo de la tecnología en sí, sino también de la capacidad del país para coordinar a los principales actores, modernizar los marcos regulatorios y desarrollar las habilidades necesarias para apoyar esta transformación.

La conclusión general es que Panamá cuenta con ventajas estratégicas que podrían potenciarse mediante la transición a modelos documentales más integrados, si bien persisten desafíos que no pueden ignorarse. Esto da cabida a interrogantes que vale la pena explorar con mayor profundidad, especialmente sobre cómo construir las condiciones institucionales y logísticas que permitan aprovechar herramientas como blockchain para beneficiar la competitividad futura del Canal.

REFERENCIAS

Acciaro, M., Sys, C., Ferrulli, M., & Rodríguez, J. (2020). Digital innovations in ports: Adoption patterns and impacts. Research in Transportation Business & Management, 37, 100558.

CEPAL. (2021). Digitalización de los puertos y la logística en América Latina y el Caribe: Avances, desafíos y oportunidades para la competitividad regional. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Chong, W. (2020). Ecosistemas logísticos y digitalización regional. Centro de Estudios Marítimos.

Fernández, A. (2019). Modernización logística en la región del Canal de Panamá. Instituto Latinoamericano de Logística.

García, J. (2020). Transformación digital en puertos latinoamericanos. Editorial Portuaria del Caribe.

Hackius, N., & Petersen, M. (2017). Blockchain in logistics and supply chain: Trick or treat? Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL), 23, 3–18.

Heilig, L., Schwarze, S., & Voss, S. (2017). An analysis of digital transformation in the maritime industry. Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences, 1341–1350.

Jović, M., Veža, I., & Banduka, N. (2019). Smart port as a key factor of port competitiveness. Proceedings of DAAAM International Symposium, 30, 488–495.

Kouhizadeh, M., Saberi, S., & Sarkis, J. (2021). Blockchain technology and the sustainable supply chain: Theoretically exploring adoption barriers. International Journal of Production Economics, 231, 107831.

López, C. (2022). Automatización portuaria y desafíos regulatorios. Universidad Marítima Iberoamericana.

Martínez, S. (2021). Puertos inteligentes y transformación operativa. Editorial Logística Integral.

Molina, P., & Torres, L. (2019). Digitalización logística en América Latina: Desafíos y oportunidades. Observatorio Regional de Comercio y Transporte.

Munim, Z. H., & Schramm, H. J. (2020). Digitalization in maritime logistics: What comes after cloud computing? Maritime Economics & Logistics, 22(3), 336–361.

Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system.

Notteboom, T., & Rodrigue, J.-P. (2022). Digital transformation in the port and maritime industry: Implications for logistics and supply chain performance. Maritime Economics & Logistics, 24(3), 345–366.

Ortega, H., & Vargas, M. (2020). Interoperabilidad digital en cadenas de suministro. Centro de Innovación Logística Andina.

Pérez, D. (2018). Gestión documental en entornos marítimos. Editorial de Puertos y Comercio Exterior.

Ruiz, M. (2020). Tecnologías emergentes y competitividad portuaria. Universidad de Logística Internacional.

Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., & Shen, L. (2019). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. International Journal of Production Research, 57(7), 2117–2135.

Sánchez, R., & Wilmsmeier, G. (2021). Innovación tecnológica en sistemas portuarios regionales. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

UNCTAD. (2022). Review of Maritime Transport: Digital readiness in global maritime logistics. United Nations Conference on Trade and Development.

Woo, S.-H., Pettit, S., Kwak, D.-W., & Beresford, A. (2021). Port digitalization: Drivers, technologies, and impacts. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 150, 389–404.