



BOLETÍN 387 /

FACILITACIÓN,
COMERCIO Y LOGÍSTICA
EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Oportunidades y desafíos para la implementación de *blockchain* en el ámbito logístico de América Latina y el Caribe

Introducción

El COVID-19 ha supuesto un conjunto importante de restricciones a las cadenas de valor, configurando un escenario complejo en muchos ámbitos del comercio internacional, y en particular, en la logística de distribución. Sin embargo,



Introducción	1
I. Antecedentes generales sobre <i>blockchain</i>	3
II. <i>Blockchain</i> y sus oportunidades para el comercio internacional	6
III. Desafíos técnicos y organizacionales que plantea el <i>blockchain</i>	7
IV. Aplicaciones del <i>blockchain</i> en el ámbito logístico	8
V. ¿Es <i>blockchain</i> la tecnología adecuada para mi empresa?	11
VI. Recomendaciones	13
VII. Bibliografía	15
VIII. Publicaciones de interés	17

El presente *Boletín FAL* se inscribe dentro de las Reflexiones sobre Tecnologías Disruptivas en el Transporte que la CEPAL suele realizar en estas entregas. Esta edición analiza las oportunidades y desafíos que la implementación de *blockchain* puede tener en la competitividad de la región.

El documento pone de manifiesto la importancia del *blockchain*, o la cadena de bloques como también se le conoce en español, como una de las tecnologías claves de la cuarta revolución industrial, debido al potencial que presenta para redefinir las cadenas logísticas y el funcionamiento de la industria del transporte y las actividades logísticas.

El documento fue realizado por los consultores Rodrigo Mariano Díaz y Luis Valdés Figueroa, y por Gabriel Pérez, Oficial de Asuntos Económicos de la Unidad de Servicios de Infraestructura de CEPAL. Para mayores antecedentes sobre esta temática contactar gabriel.perez@cepal.org.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización.



NACIONES UNIDAS

CEPAL



este período también ha servido como un verdadero catalizador digital, acelerando una tendencia que ya venía en desarrollo y que no se detendrá con el término de las restricciones impuestas por la pandemia, sino más bien configurará una nueva realidad logística. La adopción de nuevas tecnologías y la innovación que ello comúnmente trae aparejado, puede ser además una buena alternativa para la recuperación de esta crisis, creando empleos de mejor calidad, servicios más seguros y eficientes.

La humanidad se encuentra además inmersa en la cuarta revolución industrial, caracterizada por una gama de nuevas tecnologías que están fusionando lo físico con lo digital, generando cambios paradigmáticos en todas las disciplinas, economías e industrias con impactos incluso más vertiginosos que las revoluciones anteriores. En este nuevo escenario, la información es el mayor activo de las organizaciones, la cual junto con desarrollos como el *big data* o el *machine learning*, no solamente pueden mejorar significativamente su eficiencia de, generar servicios de valor agregado y diferenciadores de la competencia, sino incluso, pueden coadyuvar a regenerar el daño causado al medio ambiente por las revoluciones industriales anteriores (Schwab, 2017).

En el caso particular del comercio y la logística, la transformación digital está provocando cambios trascendentales en los modelos de negocios, donde las fronteras tanto entre actores como entre países son cada vez más difusas y la competitividad pone cada vez más en valor la calidad de los servicios por sobre los precios de estos mismos (Barleta, Pérez y Sánchez, 2019). Tal como se analizó en el *FAL 381*, para enfrentar este proceso es fundamental integrar dentro de la gobernanza logística, acciones coordinadas en fomento de la transformación digital y favorecer esquemas colaborativos entre los diferentes actores de la industria logística, tanto públicos como privados, así como la creación de organismos técnico-políticos que acompañen y asesoren este proceso de transformación (Pérez y Valdés, 2020).

La tecnología de cadenas de bloques, libro contable distribuido (*Distributed Ledger Technology*, DLT) o simplemente *blockchain* es, de acuerdo con el Foro Económico Mundial (WEF, por sus siglas en inglés), una de las tecnologías más promisorias dentro del conjunto que componen la cuarta revolución industrial. Esto es debido a que, sin importar el tamaño del actor logístico o su ubicación dentro de la cadena de valor, existe una alta probabilidad de que sus procesos o los datos generados, utilicen muy prontamente esta tecnología ya sea directamente o mediante aplicaciones que utilicen *blockchain* parcialmente (WEF, 2019).

El uso de *blockchain* en las actividades logísticas promete reducir el manejo de la información en papel, mejorar los controles, reducir las tasas de falla en los despachos y permitir contratos inteligentes que se autoejecuten cuando las condiciones establecidas por las partes sean alcanzadas. Junto con ello, se espera que una adecuada implementación

de esta tecnología pueda reducir sustancialmente las fricciones comerciales relacionadas con los controles transfronterizos, simplificando y abaratando las operaciones de logística comercial (WEF, 2018).

No obstante, es preciso mencionar que existen también desafíos tecnológicos y retos significativos en la implementación de las cadenas de bloques que podrían impactar no solamente los beneficios potenciales de esta tecnología (Pedersen et al., 2019) sino también acrecentar problemas ya existentes como el libre acceso a los mercados, la integración de actores y las asimetrías de trato con las pequeñas y medianas empresas (PYMES).

Entre los aspectos que preocupan en la implementación de esta tecnología, destacan principalmente la complejidad de la misma implementación, falta de profesionales capacitados, tiempo de procesamiento y consideraciones de seguridad (Knight, 2017). Un tema para tener presente es que, dada la heterogeneidad de sistemas de información existentes, así como las importantes diferencias existentes entre implementaciones de *blockchain* abiertas o cerradas a un proveedor en particular, pudiesen generarse costos extras para lograr la interoperabilidad entre sistemas, esto podría afectar especialmente a las PYMES. La masificación del *blockchain* asociado a un único proveedor tecnológico, podría también generar barreras de entrada a determinados mercados o incluso potenciar la concentración del sector con los consiguientes desafíos que eso representa para la libre competencia.

El presente boletín analiza el potencial del *blockchain*, tanto sus potenciales beneficios como los desafíos que representa para los países de América Latina y el Caribe. El documento se divide en seis secciones. La primera presenta una recopilación de antecedentes conceptuales y teóricos sobre el desarrollo del *blockchain*. La segunda sección está orientada a la exposición de soluciones específicas que el *blockchain* podría proveer al sector del comercio exterior. La tercera sección, complementa la anterior analizando los desafíos tecnológicos, organizacionales y regulatorios que presenta actualmente esta tecnología. La cuarta se focaliza en analizar las principales experiencias del *blockchain* en el sector logístico. La quinta, presenta un conjunto de antecedentes para apoyar la toma de decisión a actores de la industria logística portuaria con consideraciones técnicas y funcionales a tener presente antes de hacer uso de esta tecnología de *blockchain*. El documento finaliza en la sexta sección con un conjunto de recomendaciones tanto para actores públicos como privados respecto al *blockchain*.

I. Antecedentes generales sobre *blockchain*

Desde un punto de vista puramente técnico, el término *blockchain* (cadena de bloques en español) es una estructura de datos que almacena la información de forma concatenada con la información de los bloques anteriores. El término fue acuñado el 31 de octubre de 2008, por Satoshi Nakamoto en su documento “*Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*”, donde el también creador de la criptomoneda *bitcoin*, explicaba la esencia de la tecnología de *blockchain* para generar una versión digital del efectivo capaz de ser transferida entre dos entidades sin la necesidad de la participación de un tercero que actuara como intermediario y ministro de fe de la transacción (Nakamoto, 2008). Lo anterior supuso un cambio radical al modelo transaccional todavía imperante en la actualidad, donde la existencia de un tercer actor de confianza (típicamente entidades bancarias) es fundamental para validar la legitimidad de una transacción y la propiedad del activo intercambiado.

Para llevar adelante este proceso, *blockchain* propone un modelo transaccional de confianza entre los propios participantes sin intermediarios, mediante el uso del conocimiento colectivo, en el cual, todos los participantes tienen a la vista la información existente y tienen, por tanto, la capacidad de dar legitimidad a una transacción y al mismo tiempo, validar y luego registrar un historial de las transacciones realizadas.

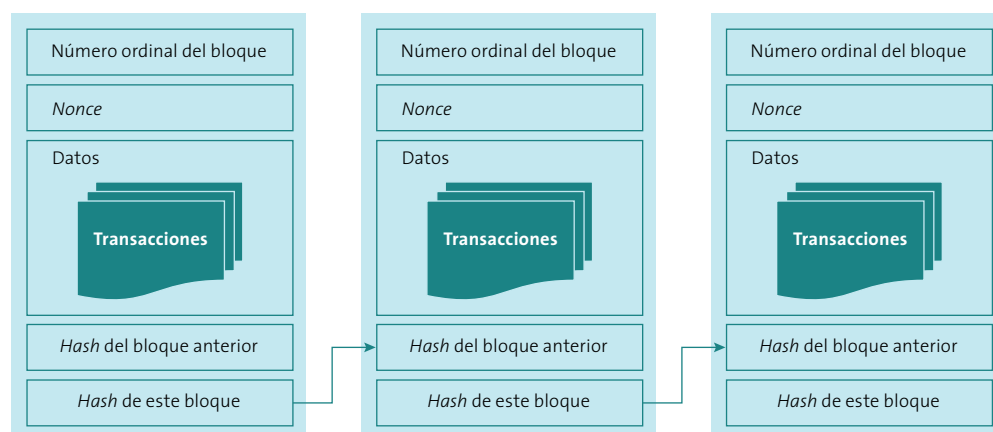
Cada bloque se firma digitalmente por el propietario y se incluye dentro de su contenido los datos de interés de la transacción, una marca de tiempo (*timestamp*) y el *hash* del bloque

anterior, para concatenar todos los bloques que componen la cadena (Nakamoto, 2008). Un aspecto importante de comprender es el funcionamiento del algoritmo mediante el cual se obtiene el *hash*¹ de cada bloque.

Este algoritmo lo que hace es que sin importar el contenido de datos (puede ser una palabra o una enciclopedia) le aplica una función matemática que transforma ese contenido en un *hash* de una longitud de 256 bits. Este *hash* tiene dos características muy importantes como son la no repetición (existe una muy baja probabilidad de encontrar la misma huella para diferentes datos), y en segundo lugar la unicidad de la huella, es decir el resultado de aplicar el algoritmo será siempre el mismo cada vez que se aplique el mismo conjunto de datos. Si alguno de los datos cambia, cambiará entonces también el resultado de la salida del algoritmo y por tanto la huella será distinta, tal como muestra el diagrama 1.

Diagrama 1

Esquema de construcción del *blockchain*



Fuente: Elaboración propia sobre la base de A. Brownworth, "Blockchain 101: Una demostración visual" MIT, Boston, Massachusetts, USA noviembre [en línea] <http://blockchain.mit.edu/how-blockchain-works>.

Por lo anterior y considerando que a cada bloque de datos se agrega, antes del cálculo, el *hash* del bloque precedente, entonces tampoco el *hash* del bloque anterior puede cambiar, ya que cambiaría el resultado del *hash* que se está calculando, quedando de esta manera enlazados cada bloque con su precedente. Al ejecutar esta iteración de manera sistemática a lo largo de un tiempo, se obtienen muchos bloques enlazados consecutivamente identificados por su número ordinal. Para establecer el control de la propiedad de un activo digital y prevenir el riesgo de que un activo pueda gastarse dos veces, se registra además en cada bloque la fecha cuando se realizó la transacción de modo de establecer cuál fue la primera ante una posibilidad de doble gasto.

El modelo de funcionamiento de una cadena de bloques permite la participación de muchos integrantes, donde cada uno es capaz de almacenar y compartir información de los bloques de la red y se les denomina nodos. Estos pueden trabajar todos al mismo tiempo con poca coordinación y no necesitan ser identificados, dado que los mensajes no son enrutados a ningún lugar en particular, generando de este modo una red distribuida y sin intermediarios que la controlen lo cual le da robustez al modelo. Ahora bien, como estos bloques se replican en los diferentes nodos, en teoría modificar un bloque concluido requeriría realizar el cambio en todas las partes interesadas a lo largo de la red, por lo que usualmente se dice que los datos de *blockchain* son seguros e inmutables (Brownworth, 2016).

¹ Resultado, salida o huella identificatoria de un conjunto de datos al cual se le aplica una función determinada.



BLOCKCHAIN



1.1983457



Si bien el uso de algoritmos tipo *hash* hace altamente complejo que un atacante pueda cambiar la información, dado que sería necesario controlar la mayoría del poder de procesamiento de la red para así superar la capacidad acumulada de los nodos considerados honestos, lo anterior resulta factible cuando el número de nodos son reducidos o extremadamente vulnerables, lo que se conoce técnicamente en ciberseguridad como un Ataque de Sybil (Binance Academy, 2020).

Cuando cada nodo de la cadena puede tener acceso a visualizar la información libremente, entonces a esta cadena de bloques se la denomina abierta. En el caso que los nodos deban recibir una autorización para acceder a leer los bloques, se trataría de una cadena cerrada. Las acciones que los nodos participantes pueden ejecutar en una cadena son leer, escribir y confirmar las transacciones, dependiendo de cómo se asignan los permisos para estas acciones, las cadenas de bloques pueden catalogarse según el cuadro 1 (Hileman y Rauchs, 2017).

Cuadro 1

Tipos de cadenas de bloques de acuerdo con la configuración de sus permisos

	Tipo de permisos	Lectura	Escritura	Confirmación
Abierta	Pública no permissionada	Todos	Todos	Todos (se requiere un gran poder de cómputo)
	Pública permissionada	Todos	Participantes autorizados	Todos o un grupo autorizado
Cerrada	Consortio	Participantes autorizados	Participantes autorizados	Todos o un grupo autorizado
	Privada permissionada	Participantes privados	Solo propietario	Solo propietario

Fuente: Elaboración propia sobre la base del modelo de G. Hileman and M. Rauchs, "Global Blockchain Benchmarking Study", Cambridge Center for Alternative Finance, University of Cambridge, 2017 [en línea] <https://j2-capital.com/wp-content/uploads/2017/11/GLOBAL-BLOCKCHAIN.pdf>.

Finalmente, un algoritmo de consenso es un proceso mediante el cual cada integrante de un grupo construye y apoya una decisión que favorece a todos. El consenso es necesario para lograr equidad e igualdad en las cadenas de bloques. El primer algoritmo utilizado por la red de *bitcoin* se llama Prueba de Trabajo (PoW, del inglés Proof of Work) y se trata de resolver un rompecabezas matemático de alta complejidad, que una vez resuelto, es muy fácil reproducirlo en el resto de los nodos. Si bien PoW es un algoritmo de consenso muy útil, requiere de un poder de cómputo importante (*hardware*) para poder ejecutarlo en un tiempo razonable, lo cual hace que sea inconveniente en cadenas con altas tasas de transacciones y tiempo de confirmación de la transacción cortos. Por esta razón, se han desarrollado una variedad de algoritmos de consenso que resuelven estos inconvenientes, usando principalmente redes privadas, para reducir la complejidad y con ello el poder de cómputo y tiempo requerido (Ismail y Materwala, 2019).

II. Blockchain y sus oportunidades para el comercio internacional

En cada operación de comercio internacional se generan cientos de operaciones que conforme se van realizando, se registran en los sistemas de cada interviniente. A lo largo de toda la cadena logística, estos datos se van replicando en los sistemas de cada participante, donde muchas veces incluso se redigita la información para ingresarlo en un nuevo sistema. En el caso de América Latina y el Caribe se estima que el 75% de los exportadores reingresan los datos en sus sistemas para luego presentar los documentos impresos en papel ante las autoridades comerciales respectivas (BID, 2020). Al tener múltiples registros es frecuente que se produzcan errores, desfases temporales de información, demoras e ineficiencias e incluso posibles fraudes.

Dado que *blockchain*, contiene una sola versión compartida y verificada del dato, una adecuada implementación de esta tecnología puede proveer la misma información a todos los participantes, eliminando la necesidad de una autoridad centralizada, reduciendo el volumen de papel (*paperless trade*), tiempo, costos y las complejidades que derivan de las comunicaciones bilaterales comerciales. Además, si junto con una comunicación electrónica cifrada entre las partes, el almacenamiento de la información en *blockchain* también utiliza técnicas criptográficas avanzadas (*blockchain* nativamente no encripta la información), se puede brindar servicios mucho más seguros, permitiendo la trazabilidad y análisis de la dinámica de la información (Perboli, Musso, Rosano, 2018).

El Foro Económico Mundial desarrolló un estudio sobre *blockchain* y su potencial impacto en las cadenas de suministros, el cual contó con la participación de más de 60 actores de 40 países diferentes. Este análisis permitió identificar cinco casos de uso genéricos del *blockchain* y su potencial impacto en el comercio internacional, como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2
Casos de uso asociados al comercio internacional la cadena de suministro

Casos de Uso	Impacto potencial del <i>blockchain</i>
Procedencia y origen de los productos	Presentaría ventajas y mayor precisión para la gestión de los certificados de los productos, reduciendo los riesgos de fraude y adulteración.
Optimización de las operaciones comerciales	Favorecería un intercambio seguro de información, promoviendo un comercio seguro y sin papeles. La trazabilidad mediante esta tecnología favorecería una mejor planificación dentro de los procesos.
Automatización de procesos y contratos inteligentes	Aumentaría la eficiencia de las transacciones, con procesos más rápidos y menores costos administrativos. Podrían automatizar ciertas condiciones comerciales que se auto ejecuten cuando sean válidas.
Pagos comerciales	Podría facilitar y hacer más transparente el financiamiento comercial especialmente en cuanto a eficiencia y seguridad de los procesos.
Facilitar la detección de medidas discriminatorias	Favorecería la auditoría de los procesos y con ello promover comportamientos comerciales más transparentes y éticos.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del Foro Económico Mundial, 2019.

De estos casos, quizás la facilitación de los pagos pudiese tener un impacto más cuantificable y visible para los exportadores regionales, especialmente para las PYMES que deben enfrentar los altos costos que representa este ítem, tanto por la operación financiera propiamente tal, como por el tiempo y posibles retrasos en el proceso bancario internacional.

Por lo expuesto, una adecuada implementación del *blockchain* podría favorecer al comercio internacional hacia una mayor eficiencia y seguridad. Para ello, algunas de las áreas donde esta tecnología podría generar cambios importantes en el intercambio comercial son: generar consensos y estándares internacionales que permitan la interoperabilidad de sistemas asociados a la certificación de origen, la trazabilidad de los datos comerciales sensibles a través de los bloques desde su origen asegurando la inmutabilidad del dato y su finalidad, mediante el uso de un solo libro mayor compartido para determinar la propiedad de un activo o la finalización de una transacción determinada (Ahuja et al, 2020).

A partir de estas características, es esperable que prontamente el modelo de negocio del sector logístico también modifique su accionar, incorporando nuevas aplicaciones, tecnologías y servicios de valor agregado, que les permita satisfacer una demanda que es mucho más exigente en cuanto a seguridad y trazabilidad, así como en cuanto a servicios con menores tiempos y costos de despacho.

III. Desafíos técnicos y organizacionales que plantea el *blockchain*

Como toda nueva tecnología, *blockchain* ha pasado por distintas etapas durante su evolución. Desde las iniciales donde se exploran las posibilidades, luego continúa con otras que le dan forma y contenido, hasta llegar a un estado de madurez donde el mercado ayuda a definir su utilidad práctica. Actualmente esta tecnología se encuentra madura tecnológicamente hablando y por tanto las empresas desarrolladoras están comenzando a fortalecer las intenciones de utilización de *blockchain* enfrentándose a nuevos retos técnicos y organizacionales. Dentro los primeros tenemos, por ejemplo, la tendencia al exceso en la aplicabilidad de la tecnología (todos quieren utilizar o decir que utilizan *blockchain*, aunque realmente no lo necesiten); existe una escasez de profesionales técnicos especializados en esta tecnología² mucho más si buscamos profesionales que además conozcan el negocio logístico; y por último, aunque no por eso menor, el alto costo de implementación de las soluciones, incluyendo no solamente el *hardware* y la capacidad de almacenaje, sino por sobre todo, el de servicios de consultoría para generar y dar soporte posterior a las aplicaciones que utilizan *blockchain*.

Como una forma de dimensionar la cantidad de recursos informáticos que el *blockchain* demanda, utilizaremos la analogía con el *bitcoin* como un ejemplo válido por su volumen transaccional, su tiempo de desarrollo y experiencia de uso. En este caso, la criptomoneda *bitcoin* no solamente ha tenido un gran desarrollo, sino que el tamaño de la cadena completa del *blockchain* de *bitcoin* ha tenido un crecimiento exponencial, alcanzando en agosto de 2020 un tamaño de 288GB, cifra que se eleva a 335 GB a finales de marzo 2021, lo que quiere decir que cada bloque completo de *bitcoin* requiere dicho espacio de almacenamiento como mínimo en cada nodo, los cuales a junio de 2020 eran alrededor de 45.000 nodos (Blockchain.com, 2020).

Otro factor que permite dimensionar la demanda de equipamiento es el tiempo de procesamiento informático para generar nuevos bloques de *blockchain*. Por ejemplo, otra criptomoneda que utiliza *blockchain* es *ethereum*, la que duplicó en el año 2020, el tamaño de un nodo archivador que almacena la cadena completa, el estado de transacciones y bloques durante toda su línea de tiempo, alcanzando los 5 Terabytes³.

En el ámbito organizacional, *blockchain* al eliminar intermediarios genera cambios paradigmáticos en algunas reglas de negocio y contextos culturales organizacionales tradicionales (Pawczuk, 2020) mediante la descentralización y democratización de la información (Baldet, 2019). El uso de modelos multipartitos, donde las comunicaciones punto a punto (*peer-to-peer*, *P2P*) son poco frecuentes en el ámbito de las organizaciones, puede suponer provocar grandes cambios paradigmáticos, desde la propiedad y privacidad de los datos internos, hasta analizar el impacto de estos cambios frente a eventuales responsabilidades civiles o penales (Pawczuk, 2020), elementos que ya están siendo analizados por entidades como el Foro Económico Mundial y el Servicio de Información Comunitario sobre Investigación y Desarrollo (CORDIS) de la Unión Europea, entre otros.

² Solo el 50% de las universidades más importantes del mundo, cuentan con algún curso sobre *blockchain* (Coinbase, 2019).

³ Un *terabyte* (TB) equivale a un millón de megabytes (MB) o 1000 gigabytes (GB), valores equivalentes a la capacidad de almacenamiento en disco de aproximadamente 4 computadoras portátiles modernas (256 GB).

Conforme las organizaciones vayan adaptando sus modelos al nuevo esquema, los gobiernos y normativas internacionales deberán también ir adecuando sus normativas y regulaciones técnicas al nuevo contexto digital. Uno de ellos y quizás sin duda uno de los más importantes es el tema de la seguridad de la información.

En el ámbito de la seguridad se conoce a la tríada de Confidencialidad, Integridad y Disponibilidad (tríada CIA, del inglés “confidentiality, integrity, availability”) como los principios básicos de la seguridad de la información (Prensa CambioDigital, 2020). Si bien *blockchain* considera desde su diseño, elementos asociados a la integridad y disponibilidad de los datos, tal como vimos al inicio del documento, la confidencialidad (no divulgación) de ellos no está cubierta de forma nativa, pese al mito erróneo que dice que la información de *blockchain* es segura dada que está encriptada. Respecto a este punto, es importante tener presente que la información en *blockchain* no está encriptada de manera nativa, sino que incluso está disponible para todos los participantes, la criptografía se utiliza solo para la generación de los registros de manera inmutable en el tiempo o en aplicaciones particulares. Por esta razón, la recomendación es considerar *blockchain* como una tecnología que requiere abordar la tríada de seguridad como parte de los requerimientos funcionales específicos a considerar tanto en la toma de decisión como en la implementación de una solución.

IV. Aplicaciones del *blockchain* en el ámbito logístico

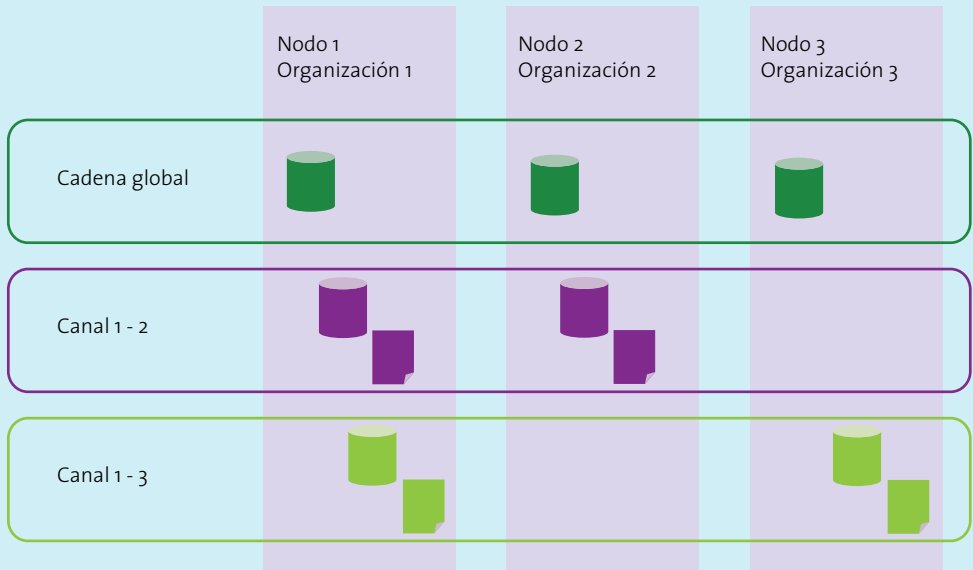
Como se ha analizado en las secciones anteriores, algunas características particulares del *blockchain* lo hacen una tecnología interesante para mejorar la confidencialidad, integridad, y disponibilidad de la información comercial y de los procesos logísticos, favoreciendo la cooperación entre actores dispersos. Además, al prescindir de una autoridad central, y siempre que la información se encuentre cifrada y replicada en los nodos de los integrantes, *blockchain* podría favorecer soluciones técnicas que promuevan la transparencia, auditabilidad y equidad funcional de las transacciones (Tsiulin et al, 2020).

Estas potencialidades han impulsado la aparición de desarrollos e iniciativas vinculadas a *blockchain* especialmente orientadas al sector logístico como son CargoX, Tradelens, CargoSmart, dexFreight, Cadena y otros, que buscan generar soluciones digitales para la gestión de la documentación de la carga, la trazabilidad de los certificados de origen de los productos, facilitar los intercambios financieros, aprovechar las ventajas del Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés), la automatización de contratos, entre otras múltiples aplicaciones que están siendo desarrolladas y que verán la luz próximamente.

En el año 2016 la Fundación Linux estableció Hyperledger, una comunidad de código abierto centrada en el desarrollo de un conjunto de marcos, herramientas y bibliotecas estables para despliegues de cadenas de bloques en las organizaciones. Hyperledger.org es una colaboración global, donde participan los sectores de finanzas, banca, cadenas de suministro, manufactura y tecnología. Bajo este esquema, auspiciado por el sistema operativo Linux, se han desarrollado una serie de herramientas y metodologías para gestionar la confidencialidad de la información almacenada en la cadena de bloques. Destaca especialmente el enfoque de canales que han desarrollado, el cual comparte información solo con aquellos nodos que forman parte del canal o han sido autorizados para acceder a esa información. En el diagrama 2 se muestra conceptualmente esta arquitectura, en la cual se puede apreciar la distribución de los bloques solo en los nodos participantes del mismo canal, preservando de esta manera la confidencialidad de la información con los otros nodos ajenos al canal.

Diagrama 2

Esquema de funcionamiento de canales en Hyperledger



Fuente: Elaboración propia sobre la base del modelo Hyperledger Fabric.

Bajo la plataforma Hyperledger, Walmart en el año 2016 desarrolló una prueba de concepto para analizar la ventaja de la tecnología para la trazabilidad de los alimentos en caso de un eventual brote de enfermedades asociada a alimentos contaminados. Como resultado se observó que la manera “tradicional” de realizar el proceso de detección y separación de los lotes potencialmente contaminados lleva semanas hasta encontrar el origen, mientras que el uso de *blockchain* permitía una trazabilidad en cuestión de minutos dependiendo de la cantidad de nodos y que tan compleja en términos de intermediarios fuera la cadena de valor de los productos (Hyperledger.org, 2020). De igual forma, en diciembre de 2019, KPMG, Merck, Walmart e IBM realizaron un piloto de interoperabilidad entre sistemas bajo tecnología *blockchain* para establecer la trazabilidad de la cadena de suministro en algunos medicamentos con prescripción médica bajo control de la FDA (US Food and Drug Administration). El piloto cumplió con los requisitos de información y trazabilidad esperados y redujo el tiempo requerido para la trazabilidad de 16 semanas a 2 segundos (Treshock, 2020).

En el cuadro 3 se detallan las principales soluciones de *blockchain* asociadas a la logística y transporte internacional actualmente en uso y el tipo de *blockchain* que utilizan.

Cuadro 3

Características de soluciones de *blockchain* relacionadas con la actividad logística marítima y portuaria

Solución	Registro de la carga	Trazabilidad	Finanzas comerciales	Internet de las cosas y apoyo en la automatización	Tipo de <i>blockchain</i>
Tradelens	X	X		X	Consortio
CargoSmart	X	X		X	Privada
DataPorts		X		X	Pública permisionada
Dexfreight		X	X		
Cadena				X	Pública permisionada
CargoX	X				Pública permisionada
Wave	X				Pública permisionada
Cargochain	X				Pública permisionada

Cuadro 3 (conclusión)

Solución	Registro de la carga	Trazabilidad	Finanzas comerciales	Internet de las cosas y apoyo en la automatización	Tipo de <i>blockchain</i>
Chain of Things				X	Pública
Gatechain	X		X	X	Pública
Open Trade Docs	X				Pública permissionada
Provenance		X			Pública
SKUChain	X		X		Pública

Fuente: Elaboración propia.

En las secciones siguientes se analizarán tres iniciativas relevantes tanto por su masificación como por el enfoque regional con que son concebidas.

A. Tradelens

Uno de los proyectos que actualmente se encuentra con mayor avance en su estado de madurez es Tradelens, solución impulsada por A. P. Moller-Maersk e IBM en el año 2018. Se trata de una plataforma operativa dentro del grupo de las *Global Shipping Networks*, que emplea un enfoque nativo de servicios de nube con una capa superior de *Application Programming Interface* (API) que posibilita el intercambio de documentos electrónicos en el formato estándar definido por el Centro de las Naciones Unidas para la Facilitación del Comercio y los Negocios Electrónicos (UN/CEFACT). La plataforma utiliza microservicios, que a su vez consumen y envían datos a una capa inferior de almacenamiento, compuesta de diferentes tecnologías de persistencia, tales como, almacenamiento de objetos, bases de datos documentales, bases de datos relacionales y algunos datos almacenados como *blockchain*. Es importante entonces entender que aun cuando se habla de Tradelens se relaciona a la solución directamente con *blockchain*, la plataforma sólo almacena una parte de los datos en esta tecnología. El resto es guardado con diferentes tecnologías inherentes a la naturaleza de la información que se necesita preservar y podría no contar con las características propias de una cadena de bloques.

La información que efectivamente se almacena como *blockchain*, se estructura en una cadena por cada línea de transporte marítimo, y se le da el nombre de *canal* respetando el estándar de Hyperledger Fabric, de manera que los datos no son visibles entre los diferentes canales (Tradelens, 2020). Es decir que cada compañía naviera construye verticalmente su canal en la capa de almacenamiento de datos como una *blockchain* individual.

Un detalle importante para tener presente es que, si bien el estándar utilizado por Tradelens es de código abierto, los nodos participantes deben establecerse dentro de *IBM Blockchain Platform*, una plataforma de *blockchain* privada de servicios de nube ofrecida por la compañía IBM con permisos para el acceso a la información. Lo expuesto implica la obligatoriedad de montar todos los nodos pertenecientes a un canal, o más aún, de todo el ecosistema comercial y logístico involucrado, en una plataforma de servicios de una sola compañía privada, lo que implica que el concepto teórico de confianza no se cumple contando con un solo operador de la red de *blockchain*.

B. DataPorts

DataPorts es un sistema desarrollado al amparo de la Unión Europea y busca brindar servicios de datos avanzados mediante el uso de técnicas de inteligencia artificial para la próxima generación de puertos cognitivos. En ella participan instituciones públicas y académicas de Alemania, España, Francia, Grecia e Israel, bajo el amparo del proyecto Horizonte 2020 de la iniciativa “Agenda Digital para Europa” (CORDIS, 2020). El desarrollo busca cambiar el paradigma de colaboración buscando especialmente focalizarse en un trabajo coordinado en el marco regulatorio y normativo.

El consorcio establecido promete interconectar información de múltiples fuentes de datos como Global Shipping Networks, PCSs, operadores logísticos, entre otros. Contempla el uso de Hyperledger Fabric como la arquitectura de la plataforma de almacenamiento distribuido sobre *blockchain* por considerar que esta opción es la que mejor se adapta al contexto de la comunidad portuaria (DataPorts 2020). En este caso, a diferencia del anterior, se contempla utilizar un *blockchain* público pero con acceso restringido para compartir información global, específicamente inherente a los puertos. Además, se trabaja en establecer las políticas para un intercambio y comercio de datos de manera certera, segura y confiable. En la prueba piloto de este proyecto, participan el Puerto de Valencia con su PCS y la Autoridad Portuaria de Tesalónica (THPA) para las operaciones de tránsito de personas en su terminal de cruceros y de carga contenerizada.

En particular, lo que se busca es ver el desempeño de *blockchain* para definir reglas seguras para el intercambio de datos que garanticen la privacidad y la seguridad, y en la mejora y eficiencia de servicios que se ofrecerán en el ámbito de la cadena de suministros y movimiento de pasajeros (Safety4Sea, 2020).

C. LACChain - CADENA

Es una iniciativa que busca desarrollar un ecosistema abierto para el desarrollo de soluciones de *blockchain* en América Latina y el Caribe, que sea independiente de la tecnología utilizada, promover una mayor interoperabilidad regional y favorecer la colaboración pública-privada en el intercambio de datos transfronterizos.

Dentro de este marco, desde febrero de 2018 se está desarrollando una prueba de concepto llamada CADENA, que busca facilitar el intercambio de datos entre varias aduanas de América Latina sobre empresas que forman parte del Programa de Operador Económico Autorizado (OEA) de uso regional. La prueba está siendo impulsada por el BID y Microsoft, con la participación del Servicio Nacional de Aduanas de Chile, la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia, la Dirección General de Aduanas de Costa Rica, el Servicio de Administración Tributario de México y la Superintendencia Nacional de Administración Aduanera y Tributaria de Perú. Bajo este esquema el año 2018, las cuatro aduanas que forman parte de la Alianza del Pacífico (Chile, Colombia, México y Perú) firmaron un Acuerdo de Reconocimiento Mutuo y se espera hacer lo mismo próximamente entre los países de Centroamérica, de la Comunidad Andina y del MERCOSUR (BID, 2020).

Dentro de los beneficios esperados del proyecto se encuentran la automatización del intercambio de datos entre las Aduanas de una forma segura y confiable, con integridad de datos y control de acceso a los mismos a través de perfiles con roles y autorizaciones específicas, lo cual facilita la trazabilidad y la transparencia de toda la cadena logística. Si bien los canales y casos de uso que están montados en el proyecto corresponden a Operadores Económicos Autorizados, la arquitectura sobre la cual está basada es Hyperledger Besu, lo que permitiría establecer canales de acceso permissionado, con la posibilidad de extender estos desarrollos a otros ámbitos de la cadena logística manteniendo la lógica de desarrollo (LACChain, 2020).

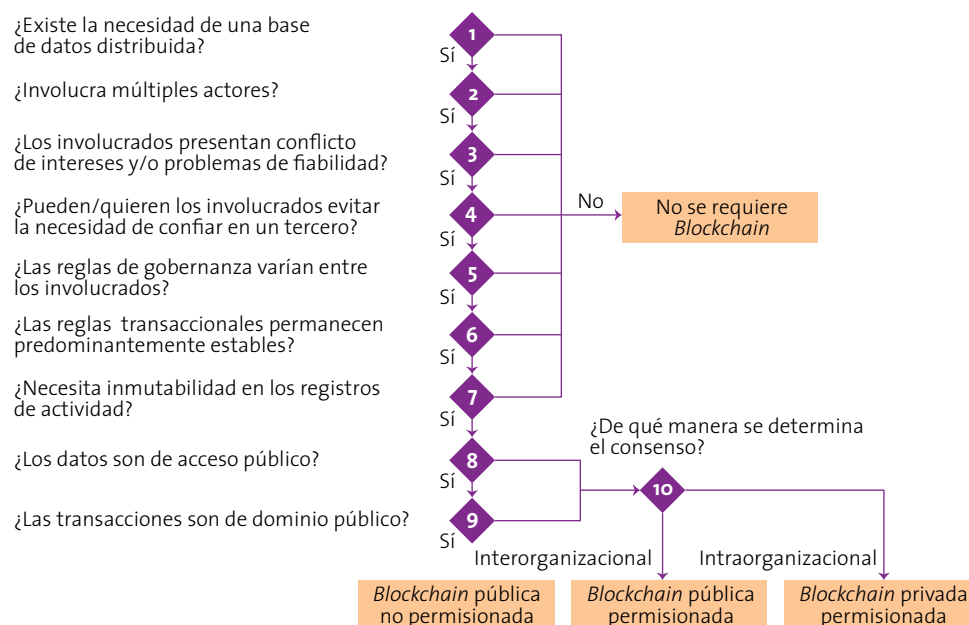
V. ¿Es *blockchain* la tecnología adecuada para mi empresa?

Como hemos analizado en secciones previas, *blockchain* presenta características que lo hacen una tecnología atractiva para la eliminación de intermediarios y habilitar una serie de servicios de registro público de información. Sin embargo, como en toda decisión tecnológica, es importante analizar cuál es la tecnología que mejor se adapta a los requerimientos actuales y posibles escenarios futuros del negocio.

En el caso de *blockchain*, el diagrama de decisión que se muestra en la ilustración siguiente, permite analizar en 10 pasos si *blockchain* es la tecnología más adecuada para mis requerimientos⁴.

Diagrama 3

Árbol de decisión para el uso de *blockchain*



Fuente: Elaboración propia sobre la base de A. B., Pedersen, M. Risius and R. Beck, "A Ten-Step Decision Path to Determine When to Use Blockchain Technologies," MIS Quarterly Executive: Vol. 18: Iss. 2, Article 3 [en línea] <https://aisel.aisnet.org/misqe/vol18/iss2/3>.

Si producto del análisis anterior se determina que *blockchain* es la tecnología apropiada para un proceso a digitalizar o eficientizar, de todos modos, es necesario analizar el marco regulatorio y la demanda de infraestructura de cómputo a utilizar, antes de tomar una decisión definitiva.

No se puede obviar que aún existe confusión acerca del uso de la tecnología de *blockchain* y que gran parte de la información que el mercado maneja proviene de las empresas proveedoras de tecnología, las cuales muchas veces promueven sus propias soluciones por sobre estándares internacionales que favorecerían una mayor interoperabilidad. Esta desinformación hace que se le atribuyan características a *blockchain* que no son nativas o que pueden alcanzarse por otros medios tecnológicos a un costo mucho menor. Por ejemplo, seguridad de la información, facilidad para la integración, automatización de contratos, entre otros aspectos.

Sin tratar de sesgar la posibilidad de que cada organización analice sus propios procesos para determinar la aplicabilidad de *blockchain*, se presentan algunas interrogantes generales que deben ser resueltas para una implementación exitosa.

Consideraciones para la decisión

- ¿Cuántos nodos compondrán la red?
- ¿La red es lo suficientemente grande en cantidad de nodos y procesamiento para ser segura?
- ¿Debe mi organización tener capacidad de procesamiento y almacenamiento para las transacciones de toda la red?
- ¿Existen restricciones y/o regulaciones relacionadas con la protección de datos?, ¿hay información que debe ser compartida? y ¿cuál de ella puede ser compartida con toda la red?

⁴ Para más información véase Pedersen, Risius y Beck (2019).

- ¿Quién ostenta la propiedad de la información original y la generada por la red?
- ¿Existen restricciones acerca de la persistencia y almacenamiento de los datos?

Consideraciones de Implementación

- ¿Los casos que están siendo implementados en *blockchain* se focalizan en la transformación de los procesos operativos?
- ¿Es mi solución abierta y neutral?, ¿qué implica esto para mi negocio?
- ¿Utiliza metodologías de desarrollo ágiles que permitan una implementación incremental para ir analizando el éxito del desarrollo y los eventuales impactos que genera en otras áreas y sistemas?
- En caso de problemas, ¿tengo la posibilidad de volver atrás?, ¿puedo tener la capacidad de corregir rápido y barato, sin afectar mis operaciones diarias?

Consideraciones de desempeño

- ¿Cuánto es la inversión necesaria para proveer el nivel de almacenamiento y procesamiento requeridos para satisfacer las necesidades de *blockchain*?, ¿esta inversión generará ganancias al negocio?
- ¿Los tiempos de respuesta proyectados por la solución están acordes a la naturaleza de mi negocio? Lo anterior es especialmente importante cuando las transacciones son sensibles a fluctuaciones de valores en cortos periodos de tiempo, como *commodities*, monedas y otros valores transables internacionalmente.

Consideraciones vinculadas a las reglas del negocio logístico

- ¿Cuál es el costo real y el retorno sobre la inversión (ROI) de un desarrollo en *blockchain*?
- ¿Las expectativas en *blockchain* pueden ser satisfechas por otra alternativa tecnológica? Por ejemplo, los contratos inteligentes (*Smart contracts*) no son una aplicación exclusiva de *blockchain*, también es posible con otras tecnologías maduras que permiten lo mismo a un menor costo.
- ¿Cuándo es demasiado temprano/tarde para desarrollar soluciones *blockchain*?

Consideraciones vinculadas al manejo de datos y seguridad de la información

- ¿Representa algún riesgo para la empresa compartir la información comercial?
- ¿Quién es el propietario de los datos registrados y almacenados por *blockchain*, especialmente cuando estos son abiertos y públicos o híbridos?
- ¿Quién tiene derecho a recopilar, acceder, modificar, eliminar o comercializar estos datos?
- Cuando los datos son “propiedad” del sistema, ¿quién es responsable?
- ¿Cómo se modifican los datos incorrectos («eliminar datos») en *blockchain*?, ¿qué implicancias contables o para las reglas del negocio tiene esto?

Consideraciones vinculadas a las regulaciones del mercado por parte de la autoridad

- ¿El gobierno puede promover un estándar nacional/regional entre los diferentes actores logísticos?, ¿mi desarrollo cumple con esos estándares?
- ¿Cómo evitar que *blockchain* se convierta en una barrera de entrada a determinados mercados?, ¿cómo protegemos y promovemos la participación de las PYMES en este tipo de desarrollos?
- ¿Qué incentivos puede brindar la autoridad para favorecer este tipo de desarrollos informáticos?

VI. Recomendaciones

Dentro del estudio realizado, para el ámbito logístico no se observa un uso masivo de la tecnología *blockchain* en América Latina y el Caribe. Las experiencias documentadas se limitan a pruebas de conceptos o implementaciones que consideran solo una muestra muy reducida del real volumen de operación de las empresas involucradas. Pese a ello, sí se observa mucho interés en el tema y en ciertos casos, una urgencia en entrar al tema sin

mayor análisis por un aspecto meramente diferenciador de la competencia (*marketing*). La falta de un análisis exhaustivo de las características y requerimientos asociados al uso del *blockchain*, puede inducir a conclusiones equivocadas si no se considera el crecimiento exponencial del consumo de recursos que tiene la tecnología *blockchain* en el tiempo.

Un factor que ha desincentivado el uso de la tecnología *blockchain* es la necesidad de que exista una serie de condiciones especiales e ideales que hagan realmente factibles los casos de uso, condiciones muchas veces que la propia normativa o regulación del sector no favorece por motivos de transparencia, competencia y disputabilidad del mercado. Por ejemplo, la tecnología no se hace cargo por sí misma de las medidas de autenticación de los participantes, esto llevado a un ámbito empresarial hace necesaria la existencia previa de un método de aseguramiento de la identidad digital de los participantes de la cadena. En este caso, si se usa la plataforma de un tercero, el modelo seguiría siendo centralizado en discordancia de lo que promueve *blockchain*.

En relación con la adopción de la tecnología por parte de las empresas, en la actualidad existen plataformas comerciales que declaran ser “basadas en *blockchain*”, esto se refiere a que usan la tecnología para el procesamiento y almacenamiento de una parte de sus procesos. Pese a lo anterior no se debe perder de vista que la fortaleza del modelo distribuido planteado por la tecnología de *blockchain* está basado en la cantidad de actores que participan de la red, esta ventaja se pierde cuando todo el procesamiento e información se concentra en un único *vendor* tecnológico.

De los casos analizados, su aplicación actual y adhesión de parte de las organizaciones a estos sistemas, se deduce que existe una gran evolución en los retos tecnológicos que las plataformas de *blockchain* presentaban algunos años atrás. El estándar establecido por Hyperledger, posibilita hoy una red de *blockchain* que puede resolver muchas de estas problemáticas a través de nuevos esquemas de permisos de acceso, algoritmos de consenso apropiados y arquitecturas de canales para lograr la distribución de información en los nodos que han sido autorizados previamente para tener acceso a ella. Sin embargo, hasta la actualidad, los ecosistemas no han escalado en la dirección que naturalmente se espera a través de la tecnología de libro distribuido; como es la conexión de nodos con la absoluta libertad de elección, es decir pertenecer a la cadena aportando nodos desde un proveedor de servicios *cloud* o construyendo y colocando nodos sobre infraestructura propia, especialmente para instituciones públicas o gubernamentales que tienen una alta participación en el ámbito logístico portuario. Si bien las soluciones actuales pueden resolver gran cantidad de los retos relacionados con el manejo de la documentación de la carga, no se evidencia un grado de madurez y aprovechamiento de las características principales de *blockchain* que diferencie a los sistemas basados en esta tecnología, de los sistemas de PCS basados en tecnologías preexistentes.

Se puede observar que la mayoría de las soluciones de la industria marítima y portuaria que utilizan la tecnología de *blockchain* y se encuentran en funcionamiento, fueron impulsadas por las grandes líneas de transporte marítimo, y el resto de los integrantes del ecosistema se han sumado como clientes con un costo de configuración inicial, más un canon de mantenimiento anual del modelo *Software-as-a-Service*. Todas estas soluciones sin embargo, se han encontrado con un ámbito ejecutivo donde las políticas y normativas no favorecen necesariamente la colaboración en competencia, por lo cual muchos de estos desarrollos, han reproducido tecnológicamente los mismos silos operativos y documentales que existían en la actividad, lo cual deriva en que cada institución deba hacer un gran esfuerzo para mantener múltiples interfaces, con su consecuente complejidad tecnológica, monitoreo y mantenimiento, además de ser una fuente potencial de brecha de ciberseguridad.

Dada la escala de las soluciones existentes y de los nuevos proyectos que se vislumbran en el sector logístico y aduanero, es pertinente que las normativas aduaneras, así como las regulaciones comerciales y de transporte, vayan incorporando estos nuevos contextos en su quehacer regulatorio para favorecer nuevas formas de operación, reducir costos y fomentar una sana competencia.

Es fundamental generar acciones para apoyar a las PYMES, así como para capacitar a los trabajadores del sector, en primer lugar, para dimensionar y comprender este nuevo escenario logístico, como también para dotarles de las competencias necesarias para participar activamente de la economía digital. Esto implica no solamente resolver temas de acceso, costo y velocidad de la banda ancha, sino también de conocimientos digitales y de ciberseguridad que les permita hacer pleno uso de las potencialidades que representa la transformación digital de la logística, donde *blockchain* es uno de muchos elementos que están cambiando la forma de hacer negocios.

En función a todo lo indicado anteriormente es necesario tener en consideración que, al igual que con cualquier tecnología, *blockchain* por sí mismo no significa un beneficio directo a las empresas. Por lo cual, la recomendación es primero analizar la problemática desde la necesidad del negocio y no desde los beneficios propios de la tecnología teniendo en claro que *blockchain* es una tecnología con características particulares dentro de un conjunto de soluciones tecnológicas.

VII. Bibliografía

- Ahuja, Mohit Vijay, Gharehgozli Amir y Li Kunpeng (2020), "Blockchain and the supply chain", David Nazarian College of Business and Economics, CSUN, 7 de abril 2020, California, USA [en línea] <https://www.porttechnology.org/technical-papers/blockchain-and-the-supply-chain/>.
- Baldet, Amber (2019), "The world needs blockchains that blend idealism with pragmatism", MIT Technology Review, Reilly, Michael, 23 de abril de 2018, MIT, Boston, Massachusetts, USA [en línea] <https://www.technologyreview.com/2018/04/23/143690/the-world-needs-blockchains-that-blend-idealism-with-pragmatism/>.
- Barleta, E., Pérez-Salas, G. y Sánchez, R. (2019), La revolución industrial 4.0 y el advenimiento de una logística 4.0, Boletín FAL 375, Número 7, CEPAL, Naciones Unidas, Julio.
- BID (2020), Blockchain y comercio internacional: Nuevas tecnologías para una mayor y mejor inserción internacional de América Latina. Integración y Comercio #46, INTAL, Banco Interamericano de Desarrollo.
- Binance Academy (2020), Ataques de Sybil [en línea] <https://academy.binance.com/es/articles/sybil-attacks-explained>.
- Blockchain.com (2020), *Gráficos de Blockchain* [en línea] <https://www.blockchain.com/charts>.
- Brownworth, Anders (2016), "Blockchain 101: Una demostración visual" MIT, Boston, Massachusetts, USA noviembre [en línea] <http://blockchain.mit.edu/how-blockchain-works>.
- Coinbase (2019), "The 2019 Leaders in Crypto Education", 19 de agosto de 2019 [en línea] <https://blog.coinbase.com/highereducation-c4fb40ecbcoe>.
- CORDIS (2020), "A Data Platform for the Cognitive Ports of the Future", enero 2020 [en línea] <https://cordis.europa.eu/project/id/871493/es>.
- DataPorts (2020), "D2.3-Blockchain design specification Mog", septiembre [en línea] https://dataports-project.eu/wp-content/uploads/2020/10/DataPorts_D2_3_Blockchain_design_specifications_Mog_pu_v1_1.pdf.
- Hileman, Garric y Rauchs, Michel (2017), "Global Blockchain Benchmarking Study", Cambridge Center for Alternative Finance, University of Cambridge, 2017 [en línea] <https://j2-capital.com/wp-content/uploads/2017/11/GLOBAL-BLOCKCHAIN.pdf>.
- Hyperledger.org. (2020), *How Walmart brought unprecedented transparency to the food supply chain with Hyperledger Fabric* [en línea] <https://www.hyperledger.org/learn/publications/walmart-case-study>.
- Ismail, Leila y Materwala, Hunedl (2019), "A Review of Blockchain Architecture and Consensus Protocols: Use Cases, Challenges, and Solutions", Department of Computer Science and Software Engineering, College of IT, United Arab Emirates University, Al Maqam 15551, Al Ain, UAE [en línea] <https://www.mdpi.com/2073-8994/11/10/1198/htm>.

- Knight, Will (2017), “The Technology Behind Bitcoin Is Shaking Up Much More Than Money”, MIT Technology Review, 18 de abril de 2017, MIT, Boston, Massachusetts, USA [en línea] <https://www.technologyreview.com/2017/04/18/152503/the-technology-behind-bitcoin-is-shaking-up-much-more-than-money/>.
- LACChain (2020), “Proyecto Cadena”, enero de 2020 [en línea] <https://www.lacchain.net/cadena>.
- Nakamoto, Satoshi (2008), “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System”, octubre [en línea] <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- Pawczuk, Linda (2020), “Blockchain’s next frontier: Shaping the business model”, MIT Technology Review en conjunto con Deloitte Consulting LLP, 14 de mayo de 2020, MIT, Boston, Massachusetts, USA [en línea] <https://www.technologyreview.com/2020/05/14/1001443/blockchains-next-frontier-shaping-the-business-model/>.
- Pedersen, Asger B.; Risius, Marten; and Beck, Roman (2019), “A Ten-Step Decision Path to Determine When to Use Blockchain Technologies,” MIS Quarterly Executive: Vol. 18: Iss. 2, Article 3 [en línea] <https://aisel.aisnet.org/misqe/vol18/iss2/3>.
- Perboli G., Musso S. y Rosano M. (2018), “Blockchain in Logistics and Supply Chain: A Lean Approach for Designing Real-World Use Cases” in IEEE Access, vol. 6, pp. 62018-62028, 2018 doi: 10.1109/ACCESS.2018.2875782.
- Prensa CambioDigital (2020). *La triada CIA: Definición, componentes y ejemplos* [en línea] <https://cambiodigital-ol.com/2020/03/la-triada-cia-definicion-componentes-y-ejemplos/>.
- Valdés Figueroa, Luis; Pérez Salas, Gabriel (2020), Transformación digital en la logística de América Latina y el Caribe, Boletín FAL 381, Número 5, CEPAL, Naciones Unidas, septiembre.
- Safety4Sea (2020), “Europe launches DataPorts project for digital ports of the future”, 6 de marzo de 2020 [en línea] <https://safety4sea.com/europe-launches-dataports-project-for-digital-ports-of-the-future/>.
- Schwab, Klaus (2017), The fourth Industrial Revolution, January 2017, ISBN-13: 978-1524758868.
- Tradelens (2020), “Solution Architecture” [en línea] https://docs.tradelens.com/learn/solution_architecture/.
- Treshock, M. (2020), *How the FDA is piloting blockchain for the pharmaceutical supply chain* [en línea] <https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2020/05/how-the-fda-is-piloting-blockchain-for-the-pharmaceutical-supply-chain/>.
- Tsiulin, S., Reinau, K.H., Hilmola, O.-P., Goryaev, N. and Karam, A. (2020), “Blockchain-based applications in shipping and port management: a literature review towards defining key conceptual frameworks”, Review of International Business and Strategy, Vol. 30 No. 2, pp. 201-224 [en línea] <https://doi.org/10.1108/RIBS-04-2019-0051>.
- WEF, (2019), “Inclusive Deployment of Blockchain for Supply Chains - Part 1”, World Economic Forum, Switzerland, March.
- (2018), “Trade Tech – A new age for trade and supply chain finance, white paper”, World Economic Forum, Switzerland, September.

VIII. Publicaciones de interés



Serie Comercio Internacional N° 161

Multiplicadores de los servicios de transporte y almacenamiento en América Latina: un análisis comparativo

Jeannette Lardé

Este documento busca contribuir a la determinación de las relaciones existentes entre los servicios brindados por el transporte y almacenamiento y el resto de las actividades de la economía. Específicamente, se propone estimar y analizar los multiplicadores y encadenamientos del producto, y los impactos de los servicios de transporte y almacenamiento, poniendo especial interés en el uso de hidrocarburos. Utilizando las matrices insumo producto, se hace un análisis comparativo con dos grupos de países, para los años 2005 y 2015.

Disponible en:



Serie Comercio Internacional N° 162

Logística internacional pospandemia: Análisis de las industrias aérea y de transporte marítimo de contenedores

Fabio Weikert
Ricardo Sánchez

Este estudio busca reflejar la situación de la logística internacional originada en el brote del COVID-19 desde prácticamente el inicio del año 2020, poniendo énfasis en los tráficos aéreo y marítimo. Para el primer caso se analiza la evolución de los pasajeros transportados por avión, mientras que para el segundo el análisis reside en el movimiento de contenedores. Aunque el estudio esté enfocado en la región de América Latina y el Caribe, en el análisis de contexto de ambos sectores se adopta una perspectiva global. Asimismo, se resaltan algunas preocupaciones emergentes del periodo actual que podrían tener repercusiones en la pospandemia, en especial las vinculadas a la concentración de los mercados, al rol de los gobiernos en el apoyo a las compañías de ambos sectores, y, en última instancia, a los impactos del actual contexto sobre el acceso y la asequibilidad de los servicios prestados.

Disponible en: