

Universidad Internacional de las Américas

Carrera de Comercio Internacional

Implementación del blockchain en la trazabilidad de las importaciones de baterías de litio desde China hacia Costa Rica, durante el 2024 al primer semestre del 2025.

Modalidad de tesina para optar por el grado de
Bachillerato en Comercio Internacional

Autora:

Jazmín Valeria Benavides González

Tutor:

Fernelli Fallas Cerdas

San José, diciembre, 2025

Tabla de contenido

Agradecimientos	9
Dedicatoria	10
Resumen Ejecutivo	11
CAPÍTULO I: PROBLEMA	13
Justificación	14
Objetivos	16
Objetivo General	16
Objetivos específicos	16
Antecedentes	17
Tesis internacionales	17
Tesis nacionales	22
Proyecciones	27
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	29
Comercio Internacional	29
Comercio entre China y Costa Rica	30
Tratado de libre comercio	31
Baterías de litio	32
Tipos de baterías de litio	34
Problemas en las baterías de litio	35
Mercancías peligrosas	36
Clase 9	37
Proceso de importación baterías de litio	38
Organismos reguladores del transporte de mercancías peligrosas	38
Partida arancelaria	39
Marcado y etiquetado	40

<i>Marca de las baterías de litio</i>	40
<i>Etiquetado</i>	41
Tipos de embalaje	42
Proceso de control aduanero en Costa Rica	44
Canal de revisión	45
Documentación	46
Importancia de la trazabilidad en mercancías peligrosas	47
Felicity Ace – febrero 2022	47
Genius Star XI – diciembre 2023 (Alaska)	48
Morning Midas – junio 2025 (Pacífico)	48
La tecnología blockchain	48
Historia del blockchain	49
Aplicación blockchain en la trazabilidad	50
Aplicaciones del blockchain	52
TradeLens	52
<i>TradeLens en Costa Rica</i>	53
Secure Container Release (SCR)	54
HanseBloc	56
Beneficios del blockchain en la gestión aduanera	57
Limitaciones del blockchain en la gestión aduanera	58
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	60
Enfoque cualitativo	60
Diseño cualitativo	61
Fenomenología Empírica	62
Población y muestra	62
Población	62
Muestra	63

<i>Muestra cualitativa</i>	63
<i>Tipo de muestra por conveniencia</i>	64
Unidad de análisis	66
Instrumento	68
<i>Entrevistas</i>	68
<i>Estructuradas</i>	69
<i>Semiestructuradas</i>	69
Fuentes de información	70
Fuente Primaria	70
Fuente Secundaria	71
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS, ¡Error! Marcador no definido.	
Unidad de análisis 1: Regulaciones Aduaneras	74
Categoría 1: Restrictivo	75
<i>Descripción</i>	75
<i>Análisis</i>	77
Categoría 2: Verificación	78
<i>Descripción</i>	78
<i>Análisis</i>	79
Categoría 3: Positivo	80
<i>Descripción</i>	80
<i>Análisis</i>	82
Categoría 4: Documentación	83
<i>Descripción</i>	83
<i>Análisis</i>	85
Categoría 5: Viabilidad	85

<i>Descripción</i>	85
<i>Análisis</i>	87
Unidad de análisis 2: Beneficios	88
Categoría 1: Eficiencia	88
<i>Descripción</i>	88
<i>Análisis</i>	90
Categoría 2: Transparencia	91
<i>Descripción</i>	91
Categoría 3: Trazabilidad	93
<i>Descripción</i>	93
<i>Análisis</i>	95
Categoría 4: Automatización	96
<i>Descripción</i>	96
<i>Análisis</i>	98
Categoría 5: Competitividad	98
<i>Descripción</i>	98
<i>Análisis</i>	101
Unidad de análisis 3: Limitaciones	101
Categoría 1: Costos	102
<i>Descripción</i>	102
<i>Análisis</i>	104
Categoría 2: Desigualdad	104
<i>Descripción</i>	104
<i>Análisis</i>	106
Categoría 3: Burocracia	107

<i>Descripción</i>	107
<i>Análisis</i>	109
Categoría 4: Resistencia	110
<i>Descripción</i>	110
<i>Análisis</i>	112
Categoría 5: Interoperabilidad	113
<i>Descripción</i>	113
<i>Análisis</i>	115
Interpretación de datos	115
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	117
Conclusiones	117
Recomendaciones	120
Referencias Bibliográficas	124
ANEXOS	129

Contenido de tablas

Tabla 1 Muestra	65
Tabla 2 Cuadro de variables.....	66
Tabla 3 Unidades y categorías de análisis.....	74

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1 Importaciones CIF de China	30
Ilustración 2 Especificaciones Técnicas de la Batería LIR2032	34
Ilustración 3 Comparación de los 7 principales tipos de baterías de litio	35
Ilustración 4 Marca para las baterías de litio	41
Ilustración 5 Etiqueta clase 9	42
Ilustración 6 Aumento de la transparencia y la trazabilidad	52
Ilustración 7 Secure Container Release (SCR)	55

Agradecimientos

Primeramente, a Dios por brindarme la fortaleza, la salud y la sabiduría necesarias para llegar hasta este momento. Por acompañarme en cada paso, en cada proyecto y en cada decisión. A mi madre, por su acompañamiento constante, por creer en mí. incluso en los momentos más difíciles; por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia.

A la memoria de mi abuela, cuya presencia permanece en mi corazón. Sus enseñanzas, cariño y valores siguen guiando mi vida; este logro, también es para ella, porque fue mi compañera en cada sueño, y meta alcanzada, porque su legado vive en mis pasos.

A mi tutor Fernelli, por su orientación, paciencia y compromiso durante el desarrollo de esta investigación. Su guía fue fundamental para fortalecer mi análisis y avanzar con claridad y confianza.

A todas las personas que, de alguna forma, aportaron a este proceso, gracias por acompañarme en este camino académico y personal.

Dedicatoria

A mi abuela Clemencia Madrigal Chacón, porque siempre ha creído en mis capacidades, alentarme en cada proyecto que me proponía y ser uno de mis mayores pilares. Por darme la fortaleza desde pequeña y animarme a hablar en público, por enseñarme el valor de la perseverancia y esfuerzo. Aunque ya no esté físicamente, su presencia vive en mis recuerdos y en cada uno de mis pasos. Este logro se lo dedico a ella, por todo lo que sembró en mí y por ser una inspiración constante para seguir adelante con humildad, gratitud y amor.

Resumen Ejecutivo

El estudio parte de la premisa de que los procesos aduaneros en Costa Rica, aunque rigurosos y estructurados, tienen limitaciones relacionadas con la duplicación de funciones, la deficiente coordinación interinstitucional y la gestión manual de documentos, factores que afectan la eficiencia y la trazabilidad de la cadena logística. Dado que las baterías de litio son mercancías muy susceptibles y peligrosas; su control requiere un seguimiento preciso y fiable para garantizar, tanto la seguridad como el cumplimiento de la normativa.

La investigación se llevó a cabo utilizando un enfoque cualitativo, que incluyó entrevistas con expertos de los sectores de la logística, las aduanas y la tecnología, con el objetivo de comprender sus percepciones sobre la adopción de tecnologías nuevas y, en particular, el potencial de la cadena de bloques en los procesos de comercio exterior. A través de este análisis, se identificaron puntos en común en cuanto a la necesidad de modernizar los sistemas actuales y reforzar la transparencia, la comunicación y la eficiencia operativa.

Los resultados muestran que la implementación del blockchain optimizaría la trazabilidad documental y física de las importaciones al grabar cada movimiento de mercancías en una red segura e inalterable, accesible a los distintos actores de la cadena. El propósito es disminuir los errores humanos, los atrasos y los sobrecostos asociados a la falta de sincronización entre las entidades públicas y privadas. Del mismo modo, la tecnología contribuiría a aumentar la confianza entre los integrantes al ofrecer un flujo de información transparente y en tiempo real.

Sin embargo, el estudio también destaca importantes obstáculos para la adopción, como los elevados costes iniciales, la falta de infraestructura tecnológica, la resistencia al cambio y la desigualdad entre las grandes y pequeñas empresas en términos de recursos y capacidades digitales. Estas limitaciones hacen necesario implementar una estrategia de transición gradual, acompañada de políticas públicas, incentivos financieros y programas de formación que promuevan la adopción equitativa y sostenible de la tecnología.

En conclusión, la investigación evidencia que la implementación de la tecnología blockchain es factible y altamente beneficiosa para el seguimiento de las importaciones de baterías de litio de China a Costa Rica, siempre y cuando se aborden estratégicamente los desafíos técnicos, financieros y humanos que implica. Su adopción podría posicionar al país como referente regional en innovación aduanera y comercio inteligente, fortaleciendo su competitividad en el contexto global y asegurando una cadena logística más firme, eficiente y transparente.

CAPÍTULO I: PROBLEMA

En el marco del comercio internacional, la trazabilidad de las baterías de litio representa un componente clave, puesto que representan un alto porcentaje de las importaciones costarricenses de dispositivos tecnológicos y energéticos. Estas presentan desafíos debido a la diversidad de participantes implicados, la sensibilidad medioambiental del producto y la exigencia de acatar las regulaciones tanto en el país de exportación como en el de importación. Además, una trazabilidad efectiva facilita la detección de irregularidades y mejora la transparencia en toda la cadena logística.

Actualmente, el procedimiento de importación de baterías de litio de China a Costa Rica está sujeto a una serie de restricciones que repercuten en la eficiencia, transparencia y seguridad de la cadena logística. Entre las principales dificultades se encuentran la falta de visibilidad en tiempo real de los envíos, la obstaculización al verificar la autenticidad de los documentos, los peligros de alteración o tergiversación de los datos y la escasa interoperabilidad entre los sistemas aduaneros, logísticos y medioambientales. Estas limitaciones generan retrasos, aumentan los costos operativos y reducen la confianza.

Estas deficiencias son especialmente alarmantes, si se tiene en cuenta que las baterías de litio están clasificadas como cargas peligrosas y están sujetas a estrictas normativas de transporte, gestión y comercialización final. Además, su creciente demanda en ámbitos como electromovilidad y el almacenamiento de energía, convierte su supervisión en una prioridad estratégica tanto para la sostenibilidad como para la seguridad nacional, por lo que el apoyo en tecnologías para su correcta declaración se vuelve una imperativa necesidad.

En este contexto de la importación de baterías de litio, la tecnología blockchain se presenta como una alternativa al posibilitar el registro descentralizado, inalterable y auditable de todas las transacciones y acontecimientos relacionados con la importación de estas mercancías. No obstante, la puesta en marcha de esta herramienta se encuentra con retos técnicos, normativos y operativos

que necesitan ser reconocidos y solventados; esto implica una colaboración estrecha entre actores públicos, privados y tecnológicos con el fin de garantizar su adopción efectiva y segura.

La automatización de procesos es una realidad, además, la aplicabilidad de estos ha sido considerada en diversos procesos, puesto que, la ausencia de visibilidad en tiempo real acerca del traslado de los envíos obstaculiza una administración proactiva y adaptable de la cadena de suministro. Esta falta restringe la habilidad para prever demoras, coordinar recursos y mejorar los tiempos de tránsito, creando obstáculos e incrementos en los costos operativos, como lo indica Andoni (2022):

Actualmente, el procedimiento de importación de baterías de litio de China a Costa Rica está sujeto a una serie de restricciones que repercuten en la eficiencia, transparencia y seguridad de la cadena logística. Entre las principales dificultades se encuentran la falta de visibilidad en tiempo real de los envíos, el reto de verificar la autenticidad de los documentos, los peligros de alteración o tergiversación de los datos y la escasa interoperabilidad entre los sistemas aduaneros, logísticos y medioambientales. (p.4)

El uso de registros manuales limita la capacidad de reacción ante incidentes en la cadena de suministro, como retrasos, daños o pérdidas. Esta circunstancia también impacta la competitividad de los importadores costarricenses, debido a que, enfrentan mayores costos y dificultades para cumplir exigencias internacionales. Por ello, es fundamental investigar y establecer tecnologías como bloques, por lo que nace la incógnita: ¿Cómo podría implementarse el blockchain en la trazabilidad de las importaciones de baterías de litio desde China hacia Costa Rica, durante el 2024 al primer semestre del 2025?

Justificación

La adopción de una solución basada en blockchain para el seguimiento de las importaciones de baterías de litio, se basa en la necesidad de mejorar la transparencia, la seguridad,

la eficiencia y la sostenibilidad de las cadenas de suministro mundiales. Las baterías de litio, al ser consideradas cargas peligrosas, requieren un riguroso control documental, supervisión logística y cumplimiento normativo a lo largo de su cadena de transporte, desde el origen hasta su destino.

Actualmente, los métodos tradicionales de seguimiento se basan en sistemas fragmentados propensos a fallos, alteraciones o pérdida de datos, lo que supone un riesgo para el medio ambiente, la salud pública y el cumplimiento de las normativas nacionales e internacionales; por esa razón, acudir a una nueva alternativa se vuelve cada vez más necesario. En este contexto, la tecnología blockchain surge como una solución innovadora que puede garantizar mayor transparencia, seguridad y trazabilidad en todo el proceso de importación. Andoni (2022), lo comenta de la siguiente forma:

La tecnología blockchain permite que varios intermediarios de la cadena logística puedan operar e intercambiar información manteniendo un histórico inalterable, al mismo tiempo que puede operar de una forma global, permanente y sin organismos centrales, lo cual permite que la información de la cadena logística funcione con mayor eficiencia. (p.3)

Desde una perspectiva profesional, la investigación aporta conocimiento con respecto a la seguridad y nitidez que brinda el blockchain dentro de la trazabilidad en la importación de baterías de litio, ya que la limitada relación entre los sistemas de aduanas, logística y medioambiental sugiere una fragmentación institucional y tecnológica significativa. Esta circunstancia dificulta el flujo continuo de información y la coordinación entre organismos esenciales, lo que resulta particularmente problemático, en relación con productos que necesitan normativas ambientales rigurosas y supervisión especializada.

Considerando el aumento de las importaciones de baterías, motivado por la transición hacia una economía baja en carbono, especialmente en el sector del transporte eléctrico, y teniendo en cuenta los compromisos internacionales que Costa Rica ha adquirido en materia de medio ambiente y digitalización de la administración pública, este proyecto no solo es factible

técnicamente, sino, también estratégicamente esencial. En este escenario, la implementación de blockchain establecería a Costa Rica como un país líder en la adopción de tecnologías emergentes para el comercio internacional responsable y sostenible.

En el ámbito educativo, el uso de la tecnología blockchain para rastrear las importaciones de baterías de litio de China en Costa Rica, es una oportunidad significativa para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en sectores como la logística, el comercio internacional, la ingeniería, las tecnologías emergentes y la sostenibilidad. Esta práctica brinda a estudiantes y profesionales en formación la oportunidad de comprender de manera cercana cómo las innovaciones tecnológicas pueden resolver problemas complejos del mundo actual, fusionando conocimientos técnicos, normativos y éticos.

Asimismo, promueve el fortalecimiento de habilidades digitales avanzadas, pensamiento crítico y perspectiva sistémica, fundamentales para los retos de la economía del siglo XXI. Incluir estas experiencias en los programas educativos, también fortalece la relación entre el ámbito pedagógico y las demandas del mercado laboral, con lo cual se promueve una formación más pertinente, actualizada y centrada en la innovación a todos los estudiantes. De esta manera, se fomenta una ciudadanía más preparada para desenvolverse en entornos tecnológicos complejos y en constante transformación.

Objetivos

Objetivo General

Analizar la implementación del blockchain en la trazabilidad de las importaciones de baterías de litio desde China hacia Costa Rica, durante el 2024 al primer semestre del 2025.

Objetivos específicos

Investigar de qué manera la implementación del blockchain contribuye al cumplimiento de las regulaciones aduaneras en la importación de baterías de litio desde China hacia Costa Rica.

Determinar los beneficios potenciales de la implementación del blockchain en los procesos de importación de baterías de litio.

Estudiar las limitaciones asociadas a la implementación del blockchain en la trazabilidad de baterías de litio importadas desde China hacia Costa Rica.

Antecedentes

Tesis internacionales

La primera tesis internacional consultada es la de Andoni (2022), con el tema el blockchain en la logística del Comercio Internacional Marítimo, la realiza para la Universidad Europea de Valencia, con el propósito de optar por el grado académico de Máster Universitario de Gestión del Negocio Marítimo y del Derecho Marítimo.

De esta investigación se desprende el siguiente objetivo general: características de la tecnología blockchain y comprobar la posible aplicabilidad, o no, en el comercio internacional, y los siguientes objetivos específicos: 1) Recopilar información sobre la situación actual del blockchain y su aplicabilidad, en general y en la logística portuaria en particular; 2) Analizar los diferentes proyectos logísticos del transporte marítimo que existen o están en desarrollo y 3) Identificar los procesos o necesidades de la cadena logística que sean susceptibles de mejorarse con la tecnología blockchain.

La metodología que se emplea es la cualitativa, la cual, mediante el uso de los siguientes instrumentos: el análisis de casos existentes y la revisión de literatura sobre la implementación de blockchain en la logística marítima. Se discuten ejemplos como los acuerdos de Aliexpress, CargoSmart con Oracle, y la iniciativa TradeLens de IBM, para ilustrar los beneficios y desafíos de adoptar esta tecnología en el sector; procura encontrar respuesta al problema de investigación.

La investigación concluye dando respuesta al objeto de estudio, cuando el autor indica que la adopción de la tecnología blockchain en el sector marítimo, tiene el potencial de cambiar significativamente la logística internacional. Mediante la incorporación de esta tecnología, pueden mejorarse elementos clave como la trazabilidad de los productos, la protección de las transacciones y la eficiencia operativa en las cadenas de suministro.

Para lo anterior se recomienda a las empresas del sector marítimo que implanten la tecnología blockchain gradualmente, empezando con proyectos piloto en áreas puntuales como la gestión de documentos, el control de contenedores y la trazabilidad de productos, antes de implantarla a gran escala.

Esta investigación es relevante, puesto que, en las actualizaciones del comercio mundial, existen sesgos logísticos a la hora de identificar cargas peligrosas, por lo que, este estudio proporciona una visión completa de las aplicaciones prácticas de blockchain en la logística marítima y su capacidad para aumentar la eficiencia y la confianza en las transacciones comerciales.

La segunda tesis internacional consultada es la de Cabezas, Pérez (2023) con el tema “Blockchain E Inteligencia Artificial: Modelo Para La Trazabilidad De Productos En La Cadena De Suministro”; la realiza para la Universidad del Desarrollo, con la finalidad de optar por el grado académico de Magíster en Ingeniería Industrial y de Sistemas, Magister en Gestión de la Sustentabilidad, Magister en Dirección de Proyectos

De esta investigación se desprende el siguiente objetivo general: Proponer un modelo conceptual para la implementación de una red segura que permita la autenticación del origen de una unidad de fabricación, su trazabilidad y automatización en la cadena de suministro hasta el cliente final, y los siguientes objetivos específicos: 1) Examinar los tipos de redes blockchain, la integración con los clientes y automatización de análisis de datos; 2) Analizar factibilidad que articule un modelo de programación lineal emplazado en Chile, cuyos resultados sean considerados desde la mirada de variables basadas en experiencia y 3) Formular las etapas necesarias para la trazabilidad de los productos dentro de la cadena de suministro.

Emplea la metodología mixta, y utiliza un enfoque cualitativo; mediante el uso de los instrumentos como las entrevistas semiestructuradas a 12 expertos del sector; además, el uso de un enfoque cuantitativo y mediante la creación de un prototipo, busca validar las variables fundamentales y evidenciar la factibilidad técnica del modelo sugerido, con lo cual procura encontrar respuesta al problema de investigación.

Se obtiene la siguiente conclusión dando respuesta al objeto de estudio de la investigación, cuando el autor indica que: la implementación de tecnologías como blockchain e Inteligencia Artificial en el seguimiento de la cadena de suministro, facilita la resolución de problemas fundamentales vinculados con la transparencia, la integridad de los datos y la eficacia en las operaciones. Esta declaración confirma la hipótesis propuesta y evidencia que, a través de un modelo tecnológico adecuadamente estructurado, se pueden perfeccionar los procesos logísticos,

La investigación, finalmente, recomienda apoyar a los trabajadores en la puesta en marcha de nuevos sistemas. Sugerir un modelo que facilite la creación de una marca de origen inalterable. Elaborar una aplicación móvil o web que recolecte datos. Examinar de manera más detallada el uso de otros instrumentos como encuestas o técnicas matemáticas/estadísticas para la realidad contemporánea.

En cuanto a la relevancia de esta investigación es que, a pesar de que la investigación se enfoca en los canales de distribución en Chile, las conclusiones y el modelo sugerido poseen la capacidad de ser modificados y utilizados en otras regiones, incluyendo países como Costa Rica, donde el incremento en la trazabilidad de productos importados, como las baterías de litio, es de gran importancia.

La tercera tesis internacional consultada es de Manobanda (2021), con el tema “Implementación De un Modelo Piloto Para La Gestión De La Cadena De Suministros Utilizando blockchain”; realizada para la Universidad Técnica de Cotopaxi y optar por el grado académico de Ingeniería Industrial.

De esta investigación se desprende el siguiente objetivo general: Implementar un modelo piloto para la gestión de la cadena de suministros utilizando blockchain, y los siguientes objetivos específicos: 1) Describir el funcionamiento de la tecnología blockchain realizando transacciones en una plataforma comercial para identificar cada una de sus etapas; 2) Analizar casos de estudio donde se puede implementar la tecnología blockchain dentro de la cadena de suministros y 3) Comparar las características de una tecnología blockchain comercial con la aplicación piloto asociada a la cadena de suministros en la industria alimenticia, con el fin de identificar los criterios principales asociados.

La metodología que se emplea es la mixta, y por medio de los siguientes instrumentos: observación directa, entrevistas semiestructurales y encuestas, procura encontrar respuesta al problema de investigación.

Se obtiene la siguiente conclusión dando respuesta al objeto de estudio de la investigación, cuando el autor indica que la integración del modelo piloto basado en la tecnología blockchain incrementa notablemente la rastreabilidad, transparencia y seguridad en la administración de la cadena de suministro, posibilitando la mejora de los procesos logísticos y logrando disminuir los riesgos vinculados a la manipulación y pérdida de datos. Este progreso constituye una contribución significativa a la actualización de los sistemas de administración y para la incorporación tecnológica en contextos corporativos complejos.

Con el propósito de hallar respuesta al tema de investigación, se recomienda continuar con la implementación y escalamiento del modelo piloto de gestión de la cadena de suministro utilizando blockchain en diferentes sectores productivos, con el fin de validar su efectividad en contextos variados. Además, es fundamental capacitar a los actores involucrados en el manejo de esta tecnología para asegurar una adopción exitosa y sostenible. Se sugiere también fortalecer la infraestructura tecnológica y establecer marcos normativos que respalden la integración de blockchain en los procesos logísticos, garantizando así la transparencia, seguridad y trazabilidad en toda la cadena de suministro.

El estudio trata específicamente sobre la aplicación de la tecnología blockchain en la administración de la cadena de suministro, particularmente en el sector de la alimentación. Por medio de la creación de un modelo piloto, se evidencia cómo blockchain puede potenciar la rastreabilidad, transparencia e inalterabilidad de los registros en los procedimientos logísticos. Este método pragmático facilita la validación teórica de las ventajas de la tecnología en un contexto real.

La cuarta tesis internacional consultada es de Babilonia, Carretero (2022), con el tema “El uso de la tecnología blockchain para desarrollar una cadena logística sostenible en el transporte marítimo internacional: caso peruano”; realizada para la Universidad de Lima y optar por el grado académico de Licenciado en Negocios Internacionales.

De esta investigación se desprende el siguiente objetivo general: Analizar el impacto del uso de la tecnología blockchain en el desarrollo de una cadena logística sostenible en el transporte marítimo peruano, y los siguientes objetivos específicos: 1) Analizar el impacto del sistema de almacenamiento de información en la plataforma blockchain para el desarrollo de la seguridad de la cadena logística sostenible del transporte marítimo peruano; 2) Analizar la relación entre la automatización de procesos y la competitividad en costos en la cadena logística sostenible del transporte marítimo peruano y 3) Analizar el impacto de la trazabilidad en la transparencia de información para desarrollar una cadena logística sostenible en el transporte marítimo peruano.

La metodología es cuantitativa, y mediante instrumentos como encuestas a profesionales y especialistas en logística y comercio internacional, procura recabar información significativa sobre la percepción y el uso de la tecnología blockchain en el sector, con lo cual pretende encontrar respuesta al problema de investigación.

Se obtiene la siguiente conclusión dando respuesta al objeto de estudio de la investigación, cuando el autor indica que la aplicación de la tecnología blockchain en el transporte marítimo internacional facilita la creación de una cadena logística más sostenible, eficiente y clara. Según

el estudio, blockchain contribuye significativamente a aumentar la trazabilidad, reducir los errores humanos, evitar el fraude y mejorar la gestión documental en los procedimientos logísticos.

Al final, se recomienda promover colaboraciones entre entidades públicas y privadas, como navieras, agentes de aduanas, operadores logísticos y autoridades portuarias para poner en marcha proyectos piloto que incorporen blockchain en la cadena de suministro.

La relevancia de esta investigación radica, precisamente en divulgar estas tecnologías más recientes, centrándose en blockchain, detallando sus ventajas y retos, así como el efecto que ha generado en otras naciones, con el objetivo de entender cómo podría ayudar a establecer una cadena logística sostenible en el sector del transporte marítimo internacional.

Tesis nacionales

La primera tesis nacional consultada es de Vallejos (2023) con el tema “Transformación Digital Como Facilitación Aduanera De Costa Rica Para El Año 2022: Caso blockchain”; realizada para la Universidad Internacional de las Américas y optar por el grado académico de Licenciatura En Comercio Internacional.

De esta investigación se desprende el siguiente objetivo general: Estudiar la transformación digital para la facilitación aduanera en Costa Rica mediante la tecnología de blockchain para el año 2022, y los siguientes objetivos específicos: 1) Estudiar la transformación digital para la facilitación aduanera en Costa Rica mediante la tecnología de blockchain para el año 2022; 2) Determinar los posibles beneficios de la implementación del blockchain en los procesos aduaneros de Costa Rica como respuesta a la estrategia de transformación digital del país; 3) Identificar las posibles áreas de mejora del Sistema Aduanero costarricense y demás entidades que intervienen en el comercio del país, así como los esfuerzos a realizar para digitalizar y facilitar el intercambio comercial y 4) Diseñar una hoja de ruta de la estrategia de transformación digital de Costa Rica para el periodo 2025-2035 que permita desarrollar una red robusta y confiable capaz facilitar las gestiones aduaneras en el país.

La metodología que se emplea es la cualitativa, la cual, mediante el uso de los siguientes instrumentos: entrevistas con las cuales, se busca conocer en profundidad las experiencias, puntos de vista y percepciones de los entrevistados sobre un tema en particular, en este caso: la digitalización en las aduanas costarricenses; por medio de blockchain procura encontrar respuesta al problema de investigación.

Se obtiene la siguiente conclusión cuando el autor da respuesta al objeto de estudio e indica que la aplicación de la tecnología blockchain en los procedimientos aduaneros de Costa Rica, constituye una importante oportunidad para aumentar la trazabilidad, claridad y eficiencia en la administración de las importaciones, especialmente en áreas estratégicas como en el manejo de baterías de litio.

La investigación, finalmente, recomienda formar al personal de aduanas y a los agentes logísticos en el uso y gestión de las tecnologías blockchain, garantizando un conocimiento práctico que simplifique su implantación y correcta aplicación.

Una de las ventajas del blockchain es la transparencia que ofrece a la hora de presentar la documentación pertinente de la mercancía, ya que, desde el origen se pueden ingresar los archivos en los cuales se declara la carga como peligrosa; por esta razón, la presente investigación considera que la herramienta blockchain puede agilizar los procesos aduaneros en Costa Rica, porque permite dar seguimiento a trámites, pedidos, pagos, cuentas, detalles de producción y muchos procesos más.

La segunda tesis nacional consultada es de Navarro (2022), con el tema “Opciones de manejo para las baterías de ion-litio de vehículos eléctricos en Costa Rica”; realizada para el Instituto Tecnológico De Costa Rica y optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Ambiental.

De esta investigación se desprende el siguiente objetivo general: Generar una propuesta de

partida que incorpore los elementos esenciales para la gestión integral de las baterías de ion-litio de vehículos eléctricos en Costa Rica, y los siguientes objetivos específicos: 1) Definir el alcance del Plan Nacional de Transporte Eléctrico 2018-2030 con respecto a la gestión de los residuos de las baterías de ion-litio de los vehículos eléctricos; 2) Evaluar el potencial de gestión de las baterías de iones de litio de vehículos eléctricos en Costa Rica generadas por el cambio en la matriz de transporte eléctrico; 3) Evaluar la posibilidad de reúso y reciclaje como parte de la gestión de los residuos de las baterías de iones de litio de los vehículos eléctricos para Costa Rica.

La metodología que se emplea es cualitativa, y, mediante la consulta de los siguientes instrumentos: se examinaron fuentes secundarias, leyes, decretos, planes nacionales y bibliografía científica, para contextualizar la situación de las baterías de ión-litio y su gestión en el país. Se aplicaron técnicas como entrevistas a especialistas y agentes clave en el ámbito de la gestión de residuos y la movilidad eléctrica, con el objetivo de adquirir datos exhaustivos y diferentes puntos de vista sobre el tema. Se realizaron análisis de modelos de gestión de baterías de iones de litio en otros países, con el objetivo de detectar buenas prácticas que pudieran ajustarse al contexto español, y con estas herramientas se procura encontrar respuesta al problema de investigación.

Llega a la siguiente conclusión dando el investigador da respuesta al objeto de estudio de la investigación: Costa Rica carece de una estrategia completa y de la infraestructura requerida para el manejo adecuado de las baterías de iones de litio derivadas de los vehículos eléctricos, lo que representa un gran reto ante el rápido desarrollo de esta tecnología en la nación.

La investigación anterior recomienda desarrollar normativas nacionales específicas para la gestión de las baterías de iones de litio, que contengan directrices precisas sobre su recolección, traslado, almacenamiento, reutilización, reciclaje y disposición final, en línea con los principios de sostenibilidad y economía circular.

Actualmente, los países se encuentran en una lucha por la conciencia y el apoyo ambiental, por lo que, esta investigación resulta relevante, porque da claridad sobre las cargas peligrosas que pueden llegar a tener impactos negativos, al no ser manipuladas de la manera correcta; razón

por la cual, la propuesta de la herramienta blockchain puede mejorar en diferentes ámbitos el manejo de estas mercancías.

La tercera tesis nacional consultada es la de Cubillo (2023), con el tema “Aplicaciones De La Tecnología blockchain En Las Cadenas De Suministro En La Industria Alimentaria Costarricense Durante El Período 2021-2022”; realizada para la Universidad Internacional De Las Américas y optar por el grado académico de Licenciatura en Comercio Internacional.

De esta investigación se desprende el siguiente objetivo general: Analizar las aplicaciones de la tecnología blockchain en las cadenas de suministro en la industria alimentaria costarricense, y los siguientes objetivos específicos: 1) Explicar la relación de la tecnología blockchain en la cadena de suministro; 2) Explicar la relación de la tecnología blockchain en la cadena de suministros y 3) Identificar las posibles áreas de aplicación y la funcionalidad de la tecnología blockchain en la cadena de suministro en la industria alimentaria.

La metodología es cualitativa, y, mediante el análisis documental y la observación participante con base en entrevistas. Estos métodos propiciaron una mejor comprensión del tema estudiado, facilitando la recopilación y el análisis de los datos pertinentes en su contexto natural, con el fin de encontrar respuesta al problema de investigación.

Llega a la siguiente conclusión dando respuesta al objeto de estudio de la investigación, cuando el autor indica que esta tecnología facilita el registro seguro y automatizado de cada fase de la cadena de suministro, desde el país de origen hasta su destino, con lo cual se reduce los fallos, riesgos de fraude y tiempos de administración. Por lo tanto, se confirma que la implementación de blockchain puede ser una herramienta esencial para modernizar y optimizar el comercio internacional.

La investigación anterior recomienda que los especialistas en tecnología blockchain deben mantener a los empleados al tanto de los objetivos y metas que se persiguen, con la cadena de bloques para garantizar una comunicación constante entre todos los implicados.

Esta investigación reviste importancia debido a que el blockchain ya ha sido incorporado en otras áreas de desarrollo costarricense, como en la industria alimenticia, a pesar de que el país no contaba con la información necesaria para implementar esta automatización; actualmente diferentes entidades como PROCOMER, han puesto en marcha su desarrollo, dando a conocer las ventajas del blockchain en diferentes operaciones.

La cuarta tesis nacional consultada es de Rojas (2020,) con el tema “Blockchain: la nueva economía, realizada para la Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología y optar por el grado académico de Maestría en Gerencia de Proyectos.

De esta investigación se desprende el siguiente objetivo general: Demostrar el impacto que puede llegar a tener la implementación de la blockchain en los países latinoamericanos, y los siguientes objetivos específicos: 1) Demostrar el impacto que puede llegar a tener la implementación de la blockchain en los países latinoamericanos; 2) Valorar las industrias que tienen mayor rendimiento y aprovechamiento de la blockchain, con el objetivo de darles prioridad en la implementación de esta tecnología y 3) Descubrir los posibles riesgos que puede implicar esta transformación disruptiva, con el fin de evaluar si es una opción viable.

La metodología es la cualitativa, y, mediante el uso de los siguientes instrumentos: revisión de la bibliografía existente, con el objetivo de emplear conceptos útiles que funcionen como soporte firme al enfoque de investigación; entrevistas a personas con conocimiento en el área, con el objetivo de obtener un aporte específico y confiable sobre el tema, con el propósito de encontrar respuesta al problema de investigación.

Se obtiene la siguiente conclusión dando respuesta al objeto de estudio de investigación, cuando el autor indica que el uso adecuado de la tecnología blockchain eventualmente incrementará su relevancia para el comercio internacional. Sin embargo, es importante considerar que su correcta aplicación permitirá la creación de estrategias altamente competitivas, la implementación de nuevas reformas institucionales, la puesta en marcha de infraestructura especializada y la mejora de la colaboración entre las naciones latinoamericanas ante los posibles

retos que puedan surgir en el futuro.

Las conclusiones de este proyecto recomiendan que para diseñar una estrategia de cooperación con la tecnología blockchain, es crucial que las empresas del mismo sector de interés se apoyen mutuamente para resolver problemas que afectan a la misma industria, con el fin de alcanzar éxito empresarial.

Esta investigación es relevante, puesto que, expone a la cadena de bloques como una nueva economía, lo que permite evidenciar como la implementación de esta puede beneficiar el comercio internacional, ya que, reduce los intermediarios, la validación humana y genera datos convenientes para la operación en tiempo real; optimiza los tiempos de respuesta, disminuye los errores y genera reportes necesarios para la validación correcta de la mercancía.

Proyecciones

- Se investigarán las regulaciones aduaneras y cómo la incorporación del blockchain en los sistemas aduaneros podría contribuir a mitigar la elusión de declaración de cargas peligrosas. Además, se vería un posible fortalecimiento en la transparencia de las importaciones, estableciendo las bases para una transformación digital sólida en la gestión del comercio costarricense; esto genera impactos positivos a la trazabilidad y revisiones de este tipo de mercancías.
- Al determinar las posibles ventajas de la aplicación del blockchain en la importación de baterías de litio, se supone que esta tecnología contribuiría a mejorar la eficiencia, permite dar seguimiento, transparencia y seguridad al proceso de comercio internacional. Es posible que su implementación facilite una gestión más ágil de la cadena logística y permita una trazabilidad más precisa de los productos desde su origen hasta su destino.
- Se considera que estudiar las limitaciones que son posibles causantes de retrasos innecesarios en el despacho de mercancías, aumenten los costos operativos debido a

reprocesos o falta de coordinación entre actores logísticos; e incluso que, expongan a las empresas importadoras a sanciones o multas por incumplimientos derivados de errores o falta de trazabilidad clara; se podría sentar las bases para el desarrollo de soluciones más adaptadas a las condiciones del comercio internacional desde China hacia Costa Rica.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Comercio Internacional

El comercio internacional se entiende como el intercambio de bienes y servicios entre países, constituyendo como una actividad esencial para el adecuado desarrollo y dinamismo de la economía global. Esta práctica brinda a los países la posibilidad de adquirir productos que no se encuentran a nivel local, capitalizar beneficios comparativos y promover una diversidad más amplia en los mercados. Mediante el comercio global, se promueve la vinculación entre las economías, fomentando la productividad, la innovación y el desarrollo económico. Aranibar (2023) et. at, al comentan lo siguiente:

En un mundo cada vez más interconectado, el intercambio de bienes, servicios, capital humano, económico y tecnológico, a través de las fronteras, se ha convertido en una fuerza impulsora de la prosperidad e integración internacional. Por ende, el entendimiento de las teorías y enfoques del comercio internacional y exterior resulta fundamental para quienes interactúan en el mercado. (p.2)

Con el paso del tiempo, el comercio internacional ha experimentado una evolución significativa, en particular con el progreso de la tecnología, la optimización de los medios de transporte y la ampliación de los mercados. Estos elementos han facilitado que las transacciones entre países sean más rápidas, seguras y eficaces, posibilitando una integración económica más prolongada. Este procedimiento ha originado nuevas dinámicas en la fabricación, distribución y consumo de productos a escala global. Aranibar et.al (2023), explican al respecto lo siguiente:

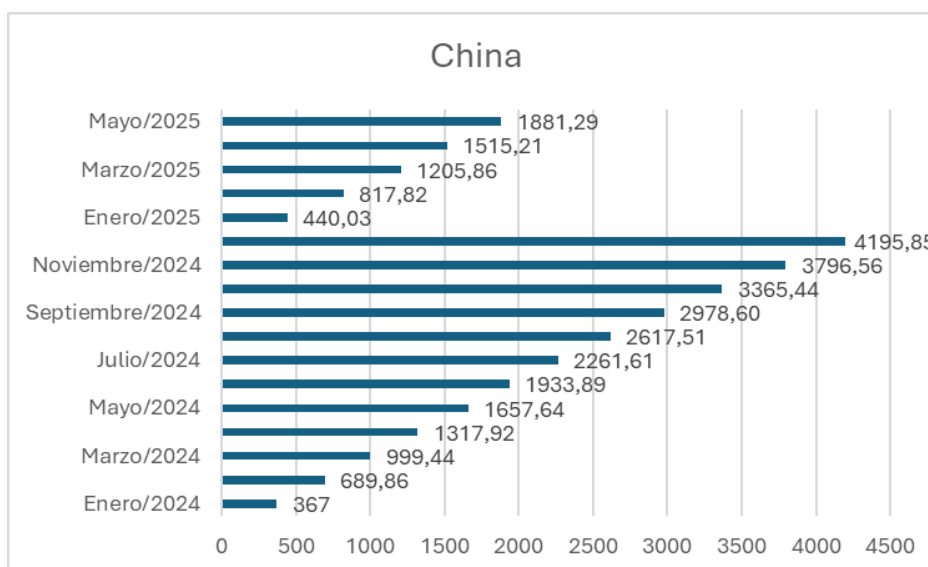
El comercio electrónico ha revolucionado la manera en que se realizan las transacciones comerciales a nivel mundial. La digitalización y el crecimiento de plataformas en línea han simplificado el acceso a los mercados internacionales, permitiendo a las empresas llegar a consumidores de todo el mundo de manera más eficiente. (p.10)

El comercio global es una actividad esencial para el crecimiento económico de los países, dado que facilita el acceso a productos estratégicos, impulsa la competitividad y estimula la integración en mercados internacionales. En este escenario, las importaciones surgen como un medio crucial para cubrir necesidades internas que no pueden ser cubiertas por la producción local. Se puede mencionar un caso significativo como el incremento en las importaciones de baterías de litio, recurso esencial para las industrias de tecnología, energía y transporte.

Comercio entre China y Costa Rica

China se ha establecido como una potencia mundial y su expansión ha sido significativa. El impacto económico de China en América Latina ha crecido considerablemente y la nación oriental es uno de los socios comerciales más importantes de la región. Por lo tanto, el vínculo comercial entre América Latina y China es estratégicamente importante. Este intercambio se caracteriza por un flujo constante de importaciones de productos industriales y tecnológicos desde China, como maquinaria, vehículos, teléfonos inteligentes y textiles, mientras que Costa Rica exporta bienes de alto valor agregado como dispositivos médicos, carne bovina y circuitos integrados.

Ilustración 1 Importaciones CIF de China



Nota: Cifras en millones de dólares por mes. Elaboración propia con datos del BCCR.

Estos valores reflejan el monto acumulado de importaciones en cada mes, mostrando un aumento progresivo en el comercio de bienes provenientes de China hacia Costa Rica desde el año 2024 hasta mayo 2025. China se posiciona como el segundo aliado comercial de Costa Rica, únicamente por detrás de Estados Unidos, y las importaciones incluyen principalmente vehículos, electrónica, maquinaria, textiles y productos de consumo masivo. Este dinamismo evidencia la creciente dependencia del mercado costarricense de la oferta china.

Tratado de libre comercio

El Tratado de Libre Comercio (TLC) entre China y Costa Rica, está en vigor desde el 1 de agosto de 2011; constituye un logro importante en la política de comercio exterior de Costa Rica, dado que es el primer acuerdo de este tipo firmado por un país centroamericano con la República Popular China. Este acuerdo emergió como reacción a la creciente magnitud del mercado asiático en el comercio mundial y al deseo de ambos países de robustecer sus vínculos económicos, políticos y diplomáticos. COMEX (2025), ha compartido la siguiente información:

La República Popular China es uno de los principales actores en el contexto económico internacional y es el segundo socio comercial de Costa Rica, a nivel individual, después de los Estados Unidos. Costa Rica y China han tenido intercambio comercial desde principios de los años 90; sin embargo, es a partir de la incorporación de China a la Organización Mundial de Comercio (OMC) en 2001, cuando esta relación comercial experimentó un crecimiento constante. (párr.2)

El Tratado de Libre Comercio ha favorecido el aumento del comercio bilateral, pero también ha presentado retos para los sectores de producción locales ante el ingreso de productos de alta competencia. Su estudio facilita entender no solo la dinámica del comercio bilateral, sino, también los efectos estructurales y las posibilidades de que surjan de la incorporación de Costa Rica en cadenas de valor a nivel mundial, con actores de gran

magnitud como China. Además, permite analizar cómo las decisiones de política comercial impactan el desarrollo económico nacional y la competitividad de sectores estratégicos.

Baterías de litio

Las baterías de litio son dispositivos de almacenaje de energía empleados en la electrónica de consumo, vehículos eléctricos, sistemas de energías renovables y dispositivos industriales. Su popularidad se atribuye a su elevada densidad de energía, su peso reducido y su extensa durabilidad, características que las convierten en una opción eficiente y confiable para diversas aplicaciones tecnológicas. Además, su capacidad para soportar múltiples ciclos de carga y descarga, con un bajo nivel de degradación les permite ofrecer un rendimiento sostenido a lo largo del tiempo. Quintero et al. (2021), explican lo siguiente:

Ellas han sido utilizadas en diferentes aplicaciones desde una simple calculadora científica hasta en vehículos eléctricos, robots y satélites. A través de los años diversos tipos de baterías han sido fabricados todos con la finalidad de mejorar su rendimiento. En la actualidad las baterías de iones de litio han sido usadas con mayor frecuencia debido a su alta densidad de energía, su alta eficiencia energética y a su prolongado tiempo de vida. (p.1)

Conforme las empresas y los clientes buscan opciones más limpias e independientes, estas baterías se transforman en un elemento esencial para promover la innovación, disminuir la dependencia de los combustibles fósiles y progresar hacia sistemas de producción más sostenibles. Adicionalmente, su adaptabilidad las sitúa como un componente clave en áreas del transporte, las telecomunicaciones, el almacenamiento doméstico e industrial y en las energías renovables. Quintero et al. (2021) argumentan lo siguiente al respecto:

La comercialización de las baterías de litio inicia en el año 1991 y desde entonces han tenido un rápido crecimiento en sus ventas. La creciente preferencia por vehículos híbridos y eléctricos libres de contaminación, junto con los rápidos

desarrollos tecnológicos, son algunos de los factores que han influido en la penetración en el mercado de este tipo de baterías. Esta situación se observa en las ventas de baterías en Japón para el año 2018, donde del 57% de baterías primarias vendidas, el 18% corresponde a baterías de litio. En el caso de las baterías secundarias del 43% de las ventas, el 31% corresponde a baterías de litio. (p.5)

Las notas técnicas de las baterías de litio son documentos que detallan de forma técnica y detallada las propiedades, especificaciones, condiciones de uso y sugerencias vinculadas con el funcionamiento y gestión de estas baterías. Son fundamentales tanto para productores, ingenieros, importadores, como para usuarios avanzados que necesitan entender profundamente el producto. Además, sirven como referencia para evaluar la compatibilidad de las baterías con diferentes aplicaciones, garantizar su correcta integración en sistemas electrónicos o energéticos, y asegurar el cumplimiento de normativas internacionales de seguridad y calidad. Quintero et al. (2021), lo especifican de la siguiente manera:

Las hojas técnicas de fabricantes proveen una serie de gráficos que permiten verificar el comportamiento y rendimiento de la batería para ciertas condiciones específicas. Por ejemplo, presentan gráficos con información sobre el comportamiento de la batería cuando es descargada a corriente constante. Además, incluyen datos sobre el efecto que tiene la temperatura sobre la batería. (p.4)

Ilustración 2 Especificaciones Técnicas de la Batería LIR2032

Voltaje Nominal		3.6 V
Capacidad Nominal	Típica	45mAh
	Mínima	40mAh
Método de Carga		CC/CV Corriente:0.5C Voltaje:4.2 V Corriente Final:0.02 C
Voltaje de Carga		4.20 V
Corriente Estándar de Carga		0.5 C
Máximas corrientes	Carga	1 C
	Descarga	2 C
Voltaje de Corte de Descarga		2.75 V
Impedancia Interna		$\leq 600\Omega$
Número de ciclos		500

Nota: Especificaciones técnicas del funcionamiento y características de la batería LIR2032 por Quintero et al. (2021)

Tipos de baterías de litio

Las baterías de litio han evolucionado significativamente desde su aparición en el mercado, dando origen a diversos tipos que responden a necesidades técnicas y aplicaciones específicas. Cada variante presenta diferencias en cuanto a composición química, densidad energética, seguridad, durabilidad y costo, lo que permite su adaptación a sectores tan diversos como la electrónica de consumo, el almacenamiento de energía renovable, la movilidad eléctrica y la industria pesada.

Esta diversidad tecnológica ha sido clave para ampliar su presencia en un mercado global, cada vez más dependiente de soluciones energéticas eficientes, ligeras y sostenibles. Conocer los distintos tipos de baterías de litio es esencial para entender su funcionalidad, sus ventajas comparativas y sus implicaciones en el desarrollo de sistemas energéticos modernos. Quintero et al. (2021), afirman: “En las secciones previas se mencionó que las baterías están compuestas por

cuatro elementos: el ánodo, el cátodo, el electrolito y el separador. Las características presentadas por estos cuatro elementos influyen en el rendimiento y comportamiento de la batería” (p.19)

Ilustración 3 Comparación de los 7 principales tipos de baterías de litio

Tipo	Densidad de energía	Ciclo de vida	Seguridad	Mejores aplicaciones	Nivel de costo
LCO (LiCoO ₂)	150-200 Wh/kg	500-1000	Medio	Teléfonos inteligentes, computadoras portátiles	\$\$\$
OVM (LiMn ₂ O ₄)	100-150 Wh/kg	300-700	Alto	Herramientas eléctricas, médicas	\$\$
NMC (LiNiMnCoO ₂)	150-220 Wh/kg	1000-2000	Medio	Vehículos eléctricos, almacenamiento de energía	\$\$
NCA (LiNiCoAlO ₂)	200-260 Wh/kg	más de 500	Bajo	Vehículos eléctricos	\$\$\$\$
LiFePO ₄	90-120 Wh/kg	2500+	Muy alto	Almacenamiento solar, UPS	\$\$
LTO (Li ₄ Ti ₅ O ₁₂)	50-80 Wh/kg	3000-7000	Extremo	Equipos industriales	\$\$\$\$

*Niveles de costo: \$=Más bajo, \$\$\$\$=Más alto

Nota: Tabla de comparación, por Ufine Battery blog 2024
<https://www.ufinebattery.com/blog/types-of-lithium-batteries/>

Problemas en las baterías de litio

Aunque son ampliamente utilizadas y proporcionan múltiples beneficios, las baterías de litio, también presentan algunos inconvenientes que pueden impactar su rendimiento, seguridad, sostenibilidad y ciclo de vida. Estos obstáculos, que pueden presentarse tanto en su producción como en su funcionamiento o disposición final, constituyen un desafío para su incorporación responsable en diversos sectores. Analizar estos aspectos resulta fundamental para mejorar su eficiencia, minimizar riesgos y avanzar hacia soluciones más sostenibles y seguras.

Las baterías de litio están expuestas a diversos factores que pueden afectar su rendimiento, reduciendo su capacidad e, incluso, pueden representar un peligro. Su estado puede verse alterado por impactos físicos como caídas, golpes o aplastamientos, un uso inadecuado por exposición a niveles de corriente, tensión o temperatura superiores a los recomendados en sus especificaciones técnicas. Estas condiciones pueden acelerar su degradación y comprometer su integridad estructural, especialmente en entornos en los que no está garantizada una manipulación adecuada. Quintero et al. (2021) explican lo siguiente:

Tres de las problemáticas más comunes presentadas por las baterías de litio, que pueden causar cortocircuitos y explosiones de estas, son la sobrecarga, la fuga térmica y el crecimiento de dendritas de litio. El proceso de sobrecarga se relaciona con el flujo de corriente inyectado a la celda aun cuando esta se encuentra en su máxima capacidad. El concepto de fuga térmica se refiere al aumento de temperatura producto de un uso incorrecto y el crecimiento de dendritas de litio se refiere al proceso a través del cual se perfora el separador y se conectan los electrodos de la batería. (p.19)

Las baterías de litio se consideran seguras para uso doméstico y personal, su funcionamiento es seguro siempre que no presenten defectos de fabricación o daños estructurales. Aunque este tipo de fallos no son frecuentes, se han dado casos en los que las baterías de iones de litio han provocado incendios. Estas situaciones suelen estar asociadas a sobrecalentamientos, cortocircuitos o condiciones extremas de uso. Gurudev señala lo siguiente: “Cuando la batería arde, se produce calor, presión y se liberan gases tóxicos por evaporación. Al mezclarse con el viento, esos gases pueden propagarse a las comunidades donde vive la gente” (párr.19)

Mercancías peligrosas

Cuando se trata del traslado de mercancías, es crucial tener en cuenta que no todos los productos tienen el mismo grado de riesgo. Hay algunos materiales que, debido a sus propiedades, necesitan una gestión especial por el peligro que representan para las personas, el ambiente y la

infraestructura. Estas son conocidas como cargas peligrosas, y es esencial su adecuada identificación y manejo, con la finalidad de asegurar toda la cadena de suministro. El desconocimiento o la manipulación inadecuada de estas cargas puede generar incidentes graves, tanto en el transporte como en el almacenamiento. Por ello, se debe regular, clasificar, prepara el embalaje y etiquetado.

Clase 9

En la clasificación internacional de productos peligrosos, la clase 9 comprende aquellos materiales que presentan varios riesgos y no se pueden categorizar con facilidad en otras clases; las baterías de litio es uno de los casos más destacados. La ONU (2023), indica que “Las sustancias y los objetos de la Clase 9 (*sustancias y objetos peligrosos varios*) son sustancias y objetos que, durante el transporte, presentan un riesgo distinto de los correspondientes a las demás clases” (p.177)

Este tipo de baterías, ampliamente utilizadas en dispositivos electrónicos, vehículos eléctricos y sistemas de almacenamiento de energía, se consideran peligrosas debido a su potencial sobrecalentamiento, fuga, incendio o explosión, si no se manejan adecuadamente. Por esta razón, su transporte internacional está sujeto a regulaciones estrictas que exigen condiciones específicas de embalaje, etiquetado y documentación. Dentro de lo que comprende la clase 9, la ONU (2023) indica que las baterías de litio se subdividen de la siguiente manera:

3090 BATERÍAS DE METAL LITIO (incluidas las baterías de aleación de litio)

3091 BATERÍAS DE METAL LITIO INSTALADAS EN UN EQUIPO (incluidas las baterías de aleación de litio) o

3091 BATERÍAS DE METAL LITIO EMBALADAS CON UN EQUIPO (incluidas las baterías de aleación de litio)

3480 BATERÍAS DE IÓN LITIO (incluidas las baterías poliméricas de ión litio)

3481 BATERÍAS DE IÓN LITIO INSTALADAS EN UN EQUIPO (incluidas las baterías poliméricas de ión litio) o

3481 BATERÍAS DE IÓN LITIO EMBALADAS CON UN EQUIPO (incluidas las baterías poliméricas de ión litio) (p.177)

Proceso de importación baterías de litio

La importación de baterías de litio necesita un manejo particular debido a sus propiedades químicas y a los posibles riesgos que representan durante su traslado. Estas baterías, categorizadas como mercancías peligrosas, deben adherirse a regulaciones internacionales que controlan su manejo, empaquetado, rotulación y documentación. Conforme se incrementa su empleo, también se incrementan las demandas para asegurar un proceso de importación seguro, eficaz y acorde con la legislación en vigor. Por esta razón, es esencial que los participantes conozcan las normativas pertinentes y administren correctamente cada fase de la cadena logística.

Organismos reguladores del transporte de mercancías peligrosas

El transporte de mercancías peligrosas está regulado por varias entidades nacionales e internacionales, las cuales definen las directrices técnicas y de seguridad para su correcta manipulación. Estas entidades tienen la labor de establecer las clasificaciones, requerimientos de empaquetado, rotulación, documentación y condiciones de transporte, de acuerdo con el tipo de material o sustancia. Su objetivo principal es reducir los peligros para la salud, el medio ambiente y la infraestructura, en el transporte terrestre, marítimo y aéreo. El Blog de la Barra de Comercio Exterior (2021), menciona algunas de estas entidades:

ONU Organización de las Naciones Unidas. Organismo que establece reglas obligatorias para transportar mercancías clasificadas como peligrosas. Naciones Unidas, en conjunto con los países desarrollados, han implementado una serie de barreras de acceso a sus países respecto a las cargas; es así que han dispuesto una serie de certificaciones que las empresas deben tener, para evitar complicaciones al momento de ingresar al país. Estas certificaciones son: PBIP, BIOTERRORISMO, BASC, NIMF-15.

IATA La Organización Internacional del Transporte Aéreo. emite la regulación de mercancías peligrosas aéreas.

OMI La Organización Marítima Internacional reglamenta el transporte por vía marítima a través del Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas. (párr.5)

El transporte por mar de mercancías peligrosas se rige por una serie de reglamentos internacionales que persiguen la seguridad y la preservación del medio ambiente. Estas normativas han sido definidas por acuerdos internacionales que guían la manera de realizar este tipo de actividades en embarcaciones de alta mar. Su implementación es esencial para minimizar los peligros vinculados a este tipo de carga y fomentar prácticas responsables en el comercio marítimo mundial. El Blog de la Barra de Comercio Exterior (2021), indica al respecto, lo siguiente:

El Transporte de mercancías peligrosas y contaminantes marinos en buques de alta mar está regulado en la Convención Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS) y la Convención Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (MARPOL), respectivamente. (párr.6)

Partida arancelaria

La partida arancelaria es un código numérico empleado a nivel internacional para categorizar productos en el comercio exterior, facilitando la identificación exacta del tipo de producto que se importa o exporta. Para las baterías de litio, esta categorización simplifica su supervisión en aduanas, la determinación de impuestos y la implementación de regulaciones específicas de transporte y seguridad. Es esencial su adecuada identificación dentro del sistema armonizado, con el propósito de garantizar el cumplimiento de las exigencias legales y prevenir demoras o penalizaciones durante el procedimiento de importación; por tanto, es fundamental.

Estas baterías están catalogadas bajo la partida arancelaria 8507.60.00.00 para Costa Rica; esto se refiere a "acumuladores de iones de litio", de acuerdo con el Sistema Arancelario Centroamericano (SAC). Esta codificación no solo posibilita la aplicación de los aranceles correctos, sino, también el cumplimiento de las normas de la documentación, seguridad y transporte establecidas para estos productos considerados delicados o potencialmente peligrosos.

Marcado y etiquetado

El marcado y etiquetado de las cargas IMO es un elemento crucial en el traslado de bienes peligrosos por vía marítima. Este sistema busca identificar de manera precisa el contenido de los envíos, alertar sobre los peligros relacionados y promover su manejo seguro a lo largo de toda la cadena logística. Las etiquetas, símbolos, marcas y rótulos particulares facilitan a transportistas, operadores portuarios y autoridades, el reconocimiento inmediato del tipo de riesgo que supone la carga.

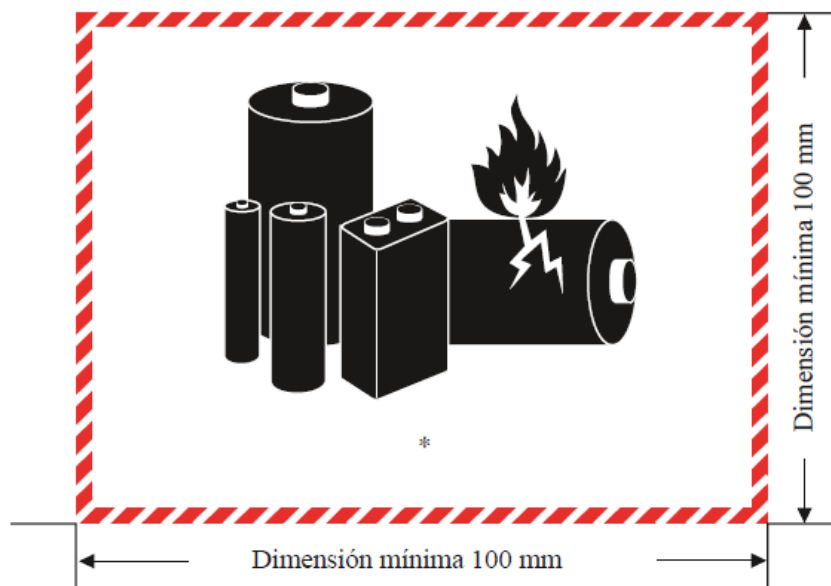
Marca de las baterías de litio

Las baterías de litio tienen que cumplir un conjunto de requisitos fijados por entidades reguladoras, incluyendo las Naciones Unidas (ONU), que las categorizan como mercancías peligrosas clase 9. Uno de estos requisitos es la aplicación obligatoria de una marca específica, creada para determinar de manera precisa y estandarizada que el paquete incluye baterías de litio. Esta marca tiene que satisfacer determinadas especificaciones en términos de diseño, dimensiones y contenido informativo, y su objetivo principal es alertar acerca de los peligros relacionados y promover el manejo seguro durante el transporte. Según la ONU (2023):

La marca indicará el número ONU precedido de las letras "UN", "UN 3090" para las pilas o baterías de metal litio, "UN 3480" para las pilas o baterías de ión litio o "UN 3551" para las pilas o baterías de ión sodio. Cuando las pilas o baterías estén instaladas en un equipo o embaladas/envasadas con él, se indicará el número ONU precedido de las letras "UN", "UN 3091", "UN 3481" o "UN 3552", según proceda.

Cuando un bulto contenga pilas o baterías asignadas a números ONU diferentes, se indicarán todos los números ONU aplicables en una o varias marcas. (p.179)

Ilustración 4 Marca para las baterías de litio



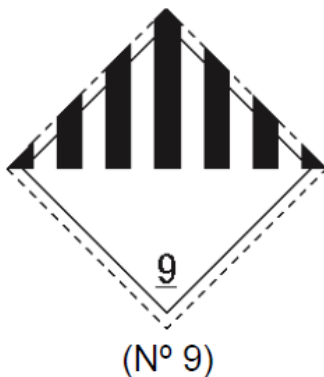
* Espacio para el número o los números ONU

Nota: Marca para la importación de baterías de litio, según la ONU (2023)

Etiquetado

En el sistema de transporte de mercancías peligrosas, la Clase 9 simboliza una variedad de categorías que abarcan productos con riesgos diversos y complicados de categorizar, como las baterías de litio y algunos contaminantes del medio ambiente. Con la finalidad de asegurar su identificación y gestión correcta, se requiere un rotulado específico que represente su singularidad. Esta etiqueta no solo respeta las regulaciones internacionales, sino que, también actúa como un instrumento visual esencial para disminuir los riesgos operativos y ambientales.

Ilustración 5 Etiqueta clase 9



Símbolo (siete franjas verticales en la mitad superior): negro. Fondo: blanco.
Cifra "9" subrayada en el ángulo inferior.

Nota: Etiqueta de identificación para las mercancías clase 9, ONU (2023)

Tipos de embalaje

El embalaje adecuado de las baterías de litio, es un elemento crucial en el proceso de transporte, particularmente por los peligros vinculados a su composición química y comportamiento bajo ciertas circunstancias. Estas baterías, catalogadas como mercancías peligrosas por entidades internacionales, deben ser manipuladas siguiendo estrictos protocolos que garanticen su integridad y la protección de aquellos que las transportan. Las normativas actuales dictan requisitos concretos sobre el tipo de empaquetado, la protección contra cortocircuitos, la separación entre unidades, además del empleo de etiquetas y marcas obligatorias.

Los embalajes para mercancías peligrosas se clasifican en tres categorías dependiendo del nivel de riesgo del contenido. El Grupo I se refiere a sustancias de alto riesgo, por lo que necesita embalajes de alta resistencia. El Grupo II incluye productos de riesgo medio, que todavía requieren una protección adecuada, pero con normas menos rigurosas. Finalmente, el Grupo III está

destinado a materiales de bajo riesgo, lo que permite la aceptación de embalajes con especificaciones técnicas más bajas.

Para el transporte seguro de baterías de litio, resulta crucial utilizar embalajes certificados por la ONU, que han sido sujetos a ensayos estrictos que garantizan su resistencia y capacidad para protegerse frente a impactos, fugas o circunstancias extremas. El uso de estos embalajes no solo es una demanda regulatoria en numerosas rutas internacionales, sino, también una salvaguarda contra los peligros que pueden surgir durante el manejo, almacenaje y traslado de este tipo de bienes. Según la ONU (2023), los embalajes autorizados son: “Bidones (1A2, 1B2, 1N1, 1H2, 1D, 1G). Cajas (4A, 4B, 4N, 4C1, 4C2, 4D, 4F, 4G, 4H1, 4H2). Jerricanes (3^a2, 3B2, 3H2) (p.96)

Las baterías o pilas deben colocarse dentro del embalaje de forma segura para evitar daños por movimiento durante el transporte. Se deben utilizar envases que cumplan con el Grupo de embalaje II, lo que garantiza una resistencia adecuada. En el caso de baterías que pesen 12 kg o más y cuenten con una carcasa externa resistente, se permiten embalajes alternativos como jaulas cerradas o bandejas, siempre que las baterías estén firmemente sujetas y sus terminales no soporten peso adicional.

Para baterías que se transportan junto con equipos, pueden usarse embalajes que primero envuelvan las baterías según los requisitos básicos y luego se coloquen junto con el equipo en un embalaje exterior resistente. Si las baterías están instaladas dentro del equipo, el embalaje exterior debe ser robusto, estar diseñado con materiales apropiados y prevenir cualquier activación accidental durante el traslado. Además, el diseño del embalaje debe permitir una manipulación segura y proteger tanto el equipo como la batería frente a posibles impactos o condiciones externas adversas.

Una vez que el bulto está preparado para su envío, es obligatorio incluir una declaración o certificación firmada que confirme que la carga ha sido correctamente clasificada, identificada, embalada, rotulada y etiquetada, conforme a lo estipulado en las normativas que regulan el transporte de mercancías peligrosas. Este documento respalda la conformidad del envío y es

esencial para su aceptación por parte de las autoridades y los operadores logísticos. Adicionalmente, El Blog de la Barra de Comercio Exterior (2021), menciona algunos de los documentos necesarios en caso de ser solicitados:

- Declaración de mercancías peligrosas del embarcador.
- Notificación al Capitán.
- Notificación a las Autoridades Competentes
- Documentos de licencia de conducir y certificados relacionados a ésta.
- Documentos de registro (tarjeta del tractor, permisos, etc.)
- Prueba de seguro.
- Permisos especiales para carga de tamaño o peso extragrande.
- Permiso de impuesto de combustible. (párr.44)

Además, se debe adjuntar el manifiesto de cargas peligrosas; este es un documento esencial que registra todas las mercancías clasificadas bajo la normativa IMO, transportadas a bordo de una embarcación. Este listado especifica claramente la categoría de riesgo de cada carga, para tomar las precauciones adecuadas durante su transporte, manipulación o almacenamiento. Es elaborado por el remitente y entregado a la agencia naviera y al equipo de estiba, para garantizar una correcta coordinación de las operaciones portuarias (Blog de la Barra de Comercio Exterior, 2021, párr.45).

Proceso de control aduanero en Costa Rica

El procedimiento de control aduanero en Costa Rica es una serie de prácticas que buscan inspeccionar, verificar y autorizar la entrada, el tránsito o la salida de mercancías dentro del país. Su objetivo es asegurar que se cumplan las leyes en vigor. La meta principal es garantizar que la importación se lleve a cabo, de acuerdo con las regulaciones de seguridad, ambientales, sanitarias y arancelarias, previniendo el contrabando, la infravaloración de bienes o la introducción de productos que impliquen peligros para la población y el medio ambiente.

El importador o su agente de aduanas comienza el proceso presentando la Declaración Única Aduanera (DUA) ante la Dirección General de Aduanas. Este documento constituye la base legal del despacho y contiene información clave sobre la mercancía, incluyendo su clasificación arancelaria según el Sistema Armonizado, el valor en aduana, el país de origen, el régimen aduanero solicitado y así como los permisos especiales requeridos por las autoridades competentes.

Después de ser transmitida electrónicamente, la declaración se incorpora en el sistema de gestión aduanera. Este aplica criterios selectivos fundamentados en análisis de riesgo para establecer el grado de control que se ejercerá sobre la operación. El sistema de aduanas aplica un método automatizado para evaluar el riesgo, que determina un canal de despacho en función de la documentación, el historial del importador y las características del producto. Esto define si se lleva a cabo el despacho inmediato, revisión de documentos o inspección física.

Canal de revisión

- Canal verde: levante automático si la información es correcta.
- Canal amarillo/naranja: requiere revisión documental o solicitud de certificados adicionales.
- Canal rojo: implica inspección física de la carga antes del levante. (Across logistics, 2024)

La posibilidad de que las mercancías peligrosas, por ejemplo, las baterías de litio sean asignadas a los canales amarillo o rojo se incrementa porque hay más riesgo y es necesario comprobar los permisos especiales otorgados por el Ministerio de Salud, el MINAE u otras entidades competentes. Los funcionarios de aduanas examinan, durante la inspección, no solo los documentos, sino, también la carga física para verificar que lo declarado coincida con el embalaje, la cantidad y la descripción.

Después de que los controles se hayan superado, se lleva a cabo la liquidación y el pago de impuestos aduaneros, que abarcan derechos arancelarios, el IVA (impuesto al valor agregado),

tasas relacionadas con servicios aduaneros y otros impuestos pertinentes al ingreso. La aduana concede el levante de las mercancías después de que se realiza el pago y se emite la autorización, lo cual posibilita que sean retiradas del aeropuerto o puerto para ser distribuidas en todo el país.

Luego de la nacionalización, las baterías se envían a almacenes del importador o a centros de distribución autorizados. Por su peligrosidad, deben guardarse en espacios con ventilación, que cuenten con sistemas de seguridad contra fuegos y sigan protocolos de manipulación segura. Además, se requiere un control estricto de inventario para garantizar la trazabilidad de cada unidad, y el personal debe estar capacitado en procedimientos de emergencia y manejo de materiales peligrosos.

Documentación

La importación de baterías de litio requiere el cumplimiento de una serie de requerimientos documentales que garanticen la legalidad, la seguridad y la rastreabilidad del proceso en cada fase de la cadena de suministro. Su llegada al país se rige por regulaciones específicas, tanto a nivel internacional como a nivel nacional. Estas normativas requieren la presentación de documentos que corroboren el origen, el transporte, el tipo de empaque, las características técnicas del producto y las condiciones de manejo seguro. A continuación, se presenta la documentación comúnmente exigida.

- Factura comercial.
- Lista de empaque.
- Conocimiento de embarque (Bill of Lading / Air Waybill).
- Certificado de origen.
- Declaración Única Aduanera (DUA).
- Ficha técnica o hoja de seguridad (MSDS/SDS).
- Certificación UN38.3.
- Etiquetado y marcado conforme a la Clase 9 (mercancías peligrosas).

Importancia de la trazabilidad en mercancías peligrosas

La trazabilidad en la gestión de mercancías peligrosas es un elemento esencial para garantizar la seguridad en toda la cadena logística. Facilita el registro y seguimiento de cada fase del transporte, desde el inicio hasta el lugar de destino, lo que permite una reacción rápida frente a cualquier suceso o desviación. Para productos de alto riesgo, como las baterías de litio, disponer de un sistema de seguimiento fiable no solo contribuye a acatar las regulaciones internacionales, sino que, también salvaguarda la salud de las personas, el entorno y la infraestructura.

En los últimos años, el incremento en el uso y transporte de baterías de litio ha generado una creciente preocupación en el sector marítimo internacional. Estas baterías, aunque eficientes y esenciales para múltiples industrias, están clasificadas como mercancías peligrosas debido a los riesgos que presentan bajo ciertas condiciones. Su manipulación inadecuada, embalaje deficiente o exposición a temperaturas extremas puede desencadenar reacciones peligrosas, incluyendo incendios a bordo. Existen casos representativos de emergencias ocasionados por cargas peligrosas; seguidamente, se menciona algunos envíos con cargas peligrosas.

Felicity Ace – febrero 2022

El barco llevaba casi 4 000 vehículos de lujo, incluyendo diversos vehículos eléctricos. Un fuego en el compartimento de carga provocó el derrumbe del barco casi dos semanas más tarde. Se considera que las baterías de iones de litio en ciertos vehículos fueron el principal origen del incendio, que resultó particularmente complicado de controlar debido a las elevadas temperaturas y la liberación de gases tóxicos. Toda la tripulación abandonó el barco y fue devuelta a tierra por la Armada portuguesa. Gallegos (2024), reporta lo siguiente para el Periódico Economista:

Las demandas afirman que un "vehículo eléctrico defectuoso fabricado por Porsche" provocó el incendio y que el Grupo Volkswagen, propietario de todas las marcas de automóviles mencionadas, no informó a Mitsui y Allianz sobre los

"peligros y medidas de precaución necesarias para transportar un vehículo eléctrico". (párr.5)

Genius Star XI – diciembre 2023 (Alaska)

El 25 de diciembre, un carguero que transportaba baterías de iones de litio desde Vietnam a San Diego, sufrió un incendio en la bodega de carga. El incendio se extendió por varios días y necesitó la intervención de la Guardia Costera de los Estados Unidos para frenarlo. El barco fue trasladado a Dutch Harbor y se mantuvo amarrado en un área de seguridad, mientras se administraba la extinción del fuego y se garantizaba que no se reactivara. No se registraron lesionados ni derrames contaminantes. (Thiessen, 2023, párr.1)

Morning Midas – junio 2025 (Pacífico)

El carguero transportaba más de 3 000 vehículos desde China a México. El 3 de junio, un incendio se desató, lo que finalmente condujo al barco a sumergirse en aguas profundas. A pesar de que no se registraron víctimas, el suceso provoca inquietud acerca de los peligros medioambientales y la complejidad de apagar incendios provocados por baterías de litio bajo condiciones marítimas extremas. Hand (2025) indica que: “El Morning Midas transporta 3.048 vehículos, de los cuales 70 son totalmente eléctricos y 861 híbridos. Un comunicado anterior de Zodiac indicó que el incendio se originó en una plataforma que transportaba vehículos eléctricos” (párr. 7)

La tecnología blockchain

En años recientes, diversas industrias han empezado a modificar sus procesos convencionales a través de soluciones tecnológicas que fomentan la transparencia, la seguridad y la eficacia. Dentro de estas innovaciones, ha emergido un instrumento que ha atraído la atención de áreas como las finanzas, la logística, la salud y el comercio internacional, debido a su habilidad

para mejorar la rastreabilidad, disminuir la dependencia de intermediarios y potenciar la confianza entre los involucrados.

Como su nombre lo indica, “blockchain” es una cadena de bloques, los cuales contienen información codificada de una transacción en la red. Y, al estar entrelazados (de ahí la palabra cadena), permiten la transferencia de datos (o valor) con una codificación bastante segura a través del uso de criptografía. Para ilustrar esta idea, sería conveniente imaginarnos un libro contable en donde se registran todas las entradas y salidas de dinero. (Banco Bilbao Vizcaya Argentaria (BBVA, s.f.) como se citó en Vallejos, 2023, p.42)

La implementación de tecnologías nuevas ha promovido cambios significativos en la administración de datos y las transacciones entre diversos participantes. En este contexto, ciertas soluciones han sobresalido por su habilidad para proporcionar un mayor nivel de seguridad, rastreabilidad y eficacia, particularmente en contextos donde la confianza y la comprobación son fundamentales. Varios sectores han empezado a incorporar estas herramientas en su cambio hacia modelos más digitales y descentralizados, reconociendo su capacidad para solucionar problemas estructurales y operativos. Como indica Bartolomeo et al. (2020):

Al utilizar claves criptográficas y estar distribuido en muchos ordenadores (nodos), se pueden apreciar ventajas en la seguridad frente a manipulaciones y fraudes. Una modificación en una de las copias sería inútil, ya que debería realizarse un cambio en todas las copias que posee cada nodo. El potencial de la cadena de bloques se sustenta en sus tres grandes cualidades: irrefutable, irrevocable y distribuida. (p.

Historia del blockchain

La trayectoria del blockchain se inicia en 2008, cuando Satoshi Nakamoto publicó un documento técnico que sugería un sistema de dinero electrónico descentralizado denominado Bitcoin. Para mantener esta criptomoneda, Nakamoto creó una tecnología que posibilitaba el registro seguro y sin intermediarios de transacciones: el blockchain. A pesar de que sus

fundamentos teóricos se trazan hasta investigaciones criptográficas de la década de los 90, fue con Bitcoin en 2009 cuando se puso en práctica por primera vez.

La idea detrás de la tecnología blockchain se describió en 1991, cuando los científicos de investigación Stuart Haber y W. Scott Stornetta introdujeron una solución computacionalmente práctica para los documentos digitales con sello de tiempo para que no pudieran ser modificados o manipulados. El sistema usó una cadena de bloques con seguridad criptográfica para almacenar los documentos con sello de tiempo y en 1992 se incorporaron al diseño los árboles Merkle, lo que lo hizo más eficiente al permitir que varios documentos se reunieran en un solo bloque. Sin embargo, esta tecnología no se utilizó y la patente caducó en 2004, cuatro años antes del inicio de Bitcoin. (Binance Academy, 2018 como se citó en Vallejos, 2023, p.43)

Con el paso del tiempo, esta tecnología ha progresado más allá del sector financiero, particularmente desde 2015 con la fundación de Ethereum, una plataforma que introdujo los contratos inteligentes y facilitó la creación de aplicaciones descentralizadas. Desde aquel momento, el blockchain ha atraído la atención de diversas industrias, debido a su habilidad para modificar procesos en áreas como la logística, la salud, el comercio y la gestión pública. Su potencial innovador continúa generando interés en sectores que buscan optimizar operaciones, reducir intermediarios y fortalecer la confianza en el manejo de la información.

Aplicación blockchain en la trazabilidad

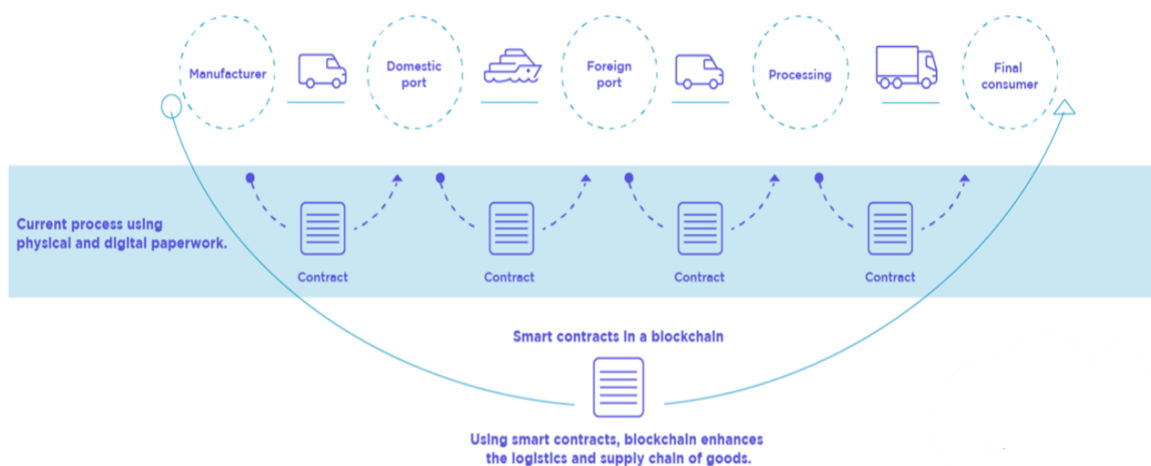
La trazabilidad conlleva el monitoreo detallado de un producto o insumo a través de toda la cadena de suministro, desde su lugar de origen hasta el destinatario final. Históricamente, este procedimiento se ha apoyado en registros manuales o sistemas centralizados, los cuales son susceptibles a fallos, manipulación o pérdida de datos. Bartolomeo (2020), define la trazabilidad de la siguiente forma: “Se entiende por trazabilidad a la capacidad para reconstruir el proceso histórico de un producto y de conocer su destino más inmediato” (p.8)

Una de las mayores ventajas de emplear blockchain en la trazabilidad es la inalterabilidad de la información una vez que se registra un dato, no puede ser modificado sin dejar pruebas. Esto posibilita comprobar con seguridad la procedencia, calidad, condiciones de transporte o certificaciones de los productos. Además, la descentralización suprime la necesidad de confiar en una única entidad, dado que todos los involucrados tienen la capacidad de verificar los datos en tiempo real, lo que incrementa la eficiencia y disminuye los gastos relacionados con auditorías o litigios. Bartolomeo (2022), lo explica de la siguiente forma:

La cadena de suministro involucra diferentes actores; cada uno debe entregar detalles completos sobre el origen de los productos. En la actualidad, la mayor parte de los datos de cumplimiento e información es auditada por terceros de confianza y se almacena en papel o en una base de datos centralizada, y se sabe que estos enfoques sufren o pueden sufrir muchos problemas. Los conflictos con el método actual son la poca integridad de los datos otorgados por cada actor, el alto costo e ineficiencia de los procesos en papel, los problemas debidos a errores humanos, manipulación de datos, etc. La solución más viable parece ser el uso de tecnologías blockchain debido a sus múltiples características que atenuarían los problemas señalados. (p.8)

La tecnología blockchain ha ganado popularidad en varias industrias gracias a su habilidad para proporcionar seguridad, transparencia y descentralización de la gestión de datos. En el ámbito financiero, posibilita operaciones veloces y seguras sin intermediarios. En el ámbito de la logística y el comercio internacional, simplifica el seguimiento de productos y disminuye la posibilidad de fraudes. En el sector de alimentos, asegura la procedencia y la calidad de los productos; mientras que en el sector sanitario contribuye a administrar registros médicos y verificar la autenticidad de los fármacos.

Ilustración 6. Aumento de la transparencia y la trazabilidad



Nota: Transformación de la cadena de suministros de EOS Costa Rica, con apoyo del blockchain. Fallas 2023 (p.41)

Aplicaciones del blockchain

En el panorama actual del comercio internacional, marcado por la creciente complejidad de las cadenas de suministro y la exigencia de asegurar procesos más eficaces y transparentes, han emergido nuevas tecnologías con la capacidad de cambiar de manera radical el modo en que se administran las transacciones transfronterizas. Su incorporación en sistemas de logística y comercio se percibe como una solución a los desafíos habituales de seguimiento, interoperabilidad de documentos y comprobación de procedencia, elementos esenciales para la competitividad y la sostenibilidad del comercio internacional.

TradeLens

TradeLens es una plataforma digital sustentada en la tecnología blockchain, creada conjuntamente por IBM y la naviera Maersk, con la finalidad de actualizar y digitalizar el comercio internacional, en particular en el sector de la logística y el traslado marítimo de contenedores. Su tarea principal consiste en facilitar que todos los participantes de la cadena de suministro, tales

como empresas navieras, aduanas, operadores portuarios, transportistas y empresas de importación/exportación, puedan intercambiar datos en tiempo real de forma segura, transparente y fiable.

TradeLens es una plataforma industrial abierta y neutral respaldada por la tecnología blockchain, respaldada por los principales actores de la industria del transporte marítimo mundial. La plataforma promueve el intercambio de información eficiente, transparente y seguro para fomentar una mayor colaboración y confianza en toda la cadena de suministro global. (Maersk, s.f. como se citó en Vallejos, 2023, p.48)

Esta alianza de dos grandes corporaciones con otras de las más importantes a nivel global en el sector naval, está facilitando un auténtico intercambio de información entre los distintos actores del comercio transfronterizo de bienes, además de fomentar la cooperación entre las distintas cadenas de suministro; por ende, incrementan la competitividad y la innovación en la industria, disminuyen la fricción comercial y contribuyen a un sistema mundial de comercio más interrelacionado.

TradeLens en Costa Rica

Costa Rica ha iniciado la búsqueda de tecnologías avanzadas para actualizar sus procedimientos aduaneros y logísticos, en respuesta a las exigencias crecientes del comercio internacional. En este escenario, la incorporación del país a la plataforma TradeLens simboliza un avance importante hacia la digitalización de su cadena de abastecimiento. Esta propuesta es un componente de los esfuerzos para incrementar la eficiencia, la transparencia y la coordinación entre los diferentes participantes implicados en el traslado de bienes. El periódico de Aduana News (2022), reporta lo siguiente:

TradeLens anunció el lunes (01.03.2022) que la Autoridad Aduanera de Costa Rica se integrará con su plataforma apuntalada por blockchain, para revisar los eventos

de envíos en contenedores y los documentos de transporte, incluidos los conocimientos de embarque. La información importante registrada en los campos de datos específicos de los documentos de transporte se utilizará en las pruebas de evaluación de riesgos con TradeLens, lo que facilitará el comercio para las empresas que hacen negocios en el país y ayudará a identificar las actividades fraudulentas. (párr.1)

Su tarea principal consiste en facilitar que todos los participantes de la cadena de suministro, tales como navieras, aduanas, operadores portuarios, transportistas y empresas de importación/exportación, puedan intercambiar datos en tiempo real de forma segura, transparente y fiable. La plataforma se ha implementado en más de 600 puertos y terminales a nivel global, y pese a que en el 2023 IBM y Maersk anunciaron el cierre gradual del proyecto debido a una baja adopción mundial, varias de sus funcionalidades y aprendizajes siguen incorporándose en otros desarrollos logísticos fundamentados en blockchain.

Secure Container Release (SCR)

Secure Container Release (SCR), es una solución digital fundamentada en tecnología blockchain, creada por la compañía T-Mining, cuyo objetivo es sustituir los códigos PIN convencionales en el procedimiento de liberación de contenedores importados en puertos. Utilizada por grandes empresas navieras como MSC, Hapag-Lloyd y CMA CGM, SCR facilita la transferencia de derechos de retiro, por medio de tokens digitales seguros, simplificando la administración desde una plataforma web, por integración o a través de API. La Naviera Hapag-Lloyd (2025) indica lo siguiente:

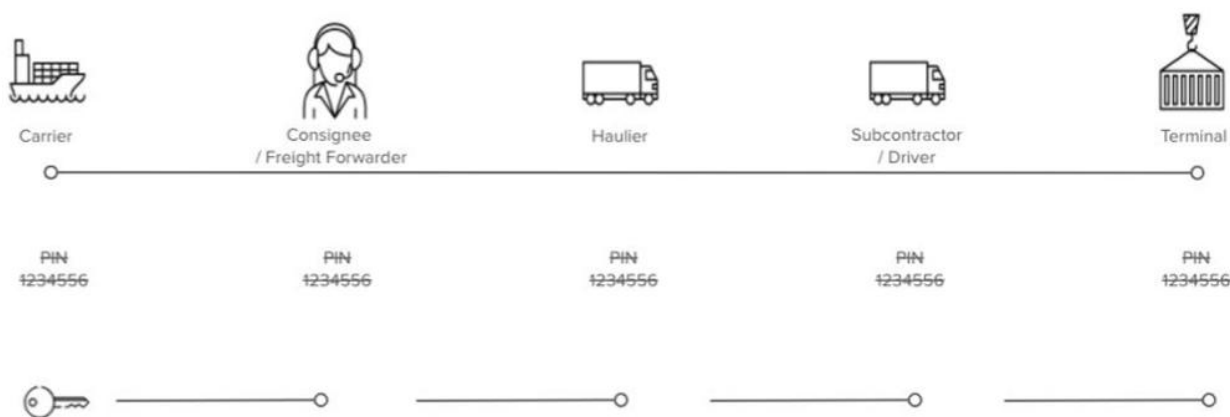
Secure Container Release (SCR) es una plataforma desarrollada por la empresa de tecnologías de la información T-Mining. Las liberaciones comerciales provenientes de la naviera se distribuyen de forma segura mediante blockchain y se entregan al primer agente de liberación (FRP). Este puede retransferir la liberación al siguiente

agente en la cadena logística. Este puede ser otro agente de transporte, pero en la mayoría de los casos será la empresa de transporte. (párr.5)

La aplicación de SCR en puertos internacionales ha mostrado un efecto notable en la disminución de riesgos relacionados con el robo de carga y la alteración fraudulenta de documentos. Al reemplazar los códigos PIN convencionales por tokens digitales exclusivos y cifrados, se evita la posibilidad de que sean interceptados o reutilizados sin permiso. Adicionalmente, el sistema asegura que cada cambio de derechos de retiro se registre de manera permanente en la cadena de bloques, asegurando la rastreabilidad y la responsabilidad de todos los participantes implicados. Vallejos (2023), lo explica de la siguiente manera:

Expertos en tecnología de la compañía T-Mining, han dedicado cinco años a desarrollar y probar las tecnologías de encadenamiento de bloques que emplea este programa, y ahora está en su fase final. Gracias a la tokenización, los códigos PIN son reemplazados por “bastones de relevo”, estos son transferidos a los distintos participantes en la cadena, cada bastón puede ser transferido sólo una vez, ya que, una vez transferido, el derecho se pierde. En otras palabras, el derecho de recojo se vuelve único y trazable, cada participante debe identificarse a sí mismo en el blockchain. (p.54)

Ilustración 7 Secure Container Release (SCR)



Nota: flujo digital entre todas las partes involucradas, por T-Mining (s.f.)

HanseBloc

HanseBloc es un proyecto de colaboración encabezado por la Iniciativa Logística de Hamburgo, que congregó a varias pequeñas y medianas empresas de logística, proveedores tecnológicos y universidades del norte de Alemania con la finalidad de implementar la tecnología blockchain en la documentación de procesos de transporte. Su objetivo principal era desarrollar una plataforma que pudiera documentar de forma incuestionable y en tiempo real, sucesos importantes del transporte. Vallejos (2023), indica:

El objetivo del proyecto HanseBloc es el de automatizar las cadenas logísticas y hacer que estas sean más transparentes mediante el uso de tecnologías blockchain y de contabilidad distribuida. De igual manera, el número de interrupciones de los medios debe reducirse al mínimo. Con esto se lograría reducir la susceptibilidad a la manipulación y garantizar la confiabilidad de la información. La información que surge en el curso posterior del transporte se integra por medio de los llamados oráculos inteligentes en el flujo de datos, como interfaces entre el mundo digital y el físico, de una manera segura, confiable y resistente a la manipulación. (p.55)

HanseBloc demostró que el uso de blockchain en la logística no solo es factible, sino que, también puede ajustarse eficazmente a las demandas de empresas de diversas dimensiones, en particular a las pequeñas y medianas empresas. Su método de colaboración y protección de datos estableció un precedente en la digitalización segura de procesos logísticos, favoreciendo una mayor transparencia y confianza entre los participantes de la cadena de suministro. Aunque su alcance inicial se centró en el norte de Alemania, sus resultados ofrecen un modelo replicable en otros contextos.

Hay numerosos proyectos que utilizan la tecnología blockchain en múltiples sectores, impulsados por su habilidad para registrar y validar información de manera segura y descentralizada. Desde proyectos orientados al comercio global y la rastreabilidad de productos, hasta plataformas enfocadas en la administración de identidad digital, certificación académica y gestión de la cadena de suministro, el blockchain se ha establecido como una herramienta adaptable. Vallejos (2023), comenta acerca de otros proyectos con blockchain:

Destacan compañías como CMA, CGM, COSCO, Evergreen Marine, OOCL, Yang Ming, Hutchinson Ports y Shanghai International Port, han hecho pruebas con esta nueva posibilidad, y han creado un consorcio y desarrollan una plataforma de negocios global basada en blockchain, su objetivo es incrementar la eficiencia y reducir los costos en sus transacciones siendo el B/L un documento que es común denominador de todas las partes involucradas dentro del comercio internacional, el cual puede ser un tipo de contrato de transporte, este sirve como evidencia del contrato de transporte entre el expedidor y la naviera, es un recibo de las mercancías embarcadas y certificado del estado en que se encuentran. (p.56)

Beneficios del blockchain en la gestión aduanera

La implementación de la tecnología blockchain en la administración aduanera brinda beneficios importantes al mejorar la transparencia, la seguridad y la eficacia en el intercambio de datos. Al facilitar la documentación inalterable y en tiempo real de documentos y sucesos vinculados a las importaciones y exportaciones, se disminuye la probabilidad de fraude, falsificación o pérdida de información. Esta tecnología simplifica la comprobación inmediata de certificados de origen, facturas y permisos, agilizando los procedimientos de despacho y reduciendo los periodos de espera en puertos y fronteras. Batolomeo, A., & Machin Urbay, G. (2020), argumenta sobre las ventajas de los contratos inteligentes, lo siguiente:

- Almacenamiento de datos distribuido: al estar replicados en distintos nodos, se reduce la pérdida de datos en caso de eventos inesperados.

- **Descentralización:** no requiere intervención de una autoridad o un tercero ajeno. En las transacciones intervienen únicamente las partes involucradas.
- **Transparencia:** las partes y terceros interesados pueden acceder a los datos relativos al contrato, su estado e historial, en cualquier momento.
- **Inmutabilidad:** una vez cargado el bloque a la cadena, los datos en él incluidos no podrán modificarse.
- **Automatización:** es posible ajustar las cláusulas del contrato para que éste se ejecute a sí mismo. (p.7)

Al mismo tiempo, la interoperabilidad entre sistemas aduaneros y entidades privadas potencia la coordinación, reduce la repetición de procedimientos y favorece un control más efectivo de bienes delicados o de gran valor. Esta capacidad de conectar plataformas y compartir información en tiempo real, no solo agiliza las inspecciones y verificaciones, sino que, también minimiza el riesgo de pérdidas, daños o alteraciones indebidas. En resumen, el blockchain potencia la confianza entre autoridades, responsables logísticos y compañías, fomentando un comercio internacional más eficiente, seguro y adaptado a las exigencias del mercado global.

Limitaciones del blockchain en la gestión aduanera

Pese a sus beneficios, la aplicación del blockchain en la gestión de aduanas se enfrenta con varias restricciones. Dentro de las más relevantes se destaca la ausencia de normalización internacional en los formatos y protocolos de datos, lo que complica la interoperabilidad entre diferentes sistemas de aduanas. Asimismo, los elevados costos iniciales de adopción, ya sea en infraestructura o en capacitación, constituyen un reto para países con recursos limitados. Además, hay resistencia al cambio de algunos actores que optan por procedimientos convencionales, además de incertidumbre regulatoria en ciertas jurisdicciones. Machado (2020), expresa lo siguiente:

Estos son los desafíos que se abordaran en los próximos años, con el fin de tener una implementación completa más allá de la simple prueba de concepto. Los principales obstáculos son los siguientes:

- Falta una gobernanza sólida, marco legal y cumplimiento,
- Falta de controles de datos,
- Necesidad de estandarización,
- Gestión de costos relacionados y modelos de negocios. (p.21)

La implementación del blockchain se enfrenta a una serie de obstáculos que no se pueden ignorar. Además, sobresalen elementos técnicos, financieros y regulatorios que pueden dificultar o incluso restringir su total incorporación en las actividades cotidianas. Estos elementos, unidos a los obstáculos culturales y a la exigencia de una sólida infraestructura tecnológica, exigen una estrategia de planificación y una colaboración estrecha entre entidades públicas y privadas para vencer las restricciones y asegurar su eficacia a largo plazo. Seguidamente, se mencionan algunas de las limitaciones para este tipo de tecnologías:

1. Falta de estandarización internacional,
2. Altos costos de implementación,
3. Resistencia al cambio organizacional,
4. Incertidumbre regulatoria,
5. Dependencia de conectividad e infraestructura tecnológica,
6. Integridad de datos de origen.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

Enfoque cualitativo

El enfoque cualitativo se basa en el análisis detallado de fenómenos sociales, culturales y humanos, enfocándose en el sentido que las personas otorgan a sus vivencias. Este tipo de estudio no tiene como objetivo medir ni cuantificar, sino entender las realidades desde un enfoque interpretativo, teniendo en cuenta el contexto, las emociones y las interacciones sociales. Mediante técnicas como entrevistas abiertas, grupos de discusión y observación activa. Hernández et. al (2018), comenta lo siguiente sobre la investigación cualitativa:

Fenómenos de manera sistémica. Sin embargo, en lugar de comenzar con una teoría y luego “voltar” al mundo empírico para confirmar si esta es apoyada por los datos y los resultados, el investigador comienza el proceso examinando los hechos en sí y revisando los estudios previos, ambas acciones de manera simultánea, a fin de generar una teoría que sea consistente con lo que está observando que ocurre. (p. 7)

Este método muestra una visión inductiva de la investigación, en la que el saber se forma a partir de la observación directa de los sucesos y del estudio contextual de investigaciones anteriores. En vez de establecer una teoría sobre la realidad, el investigador deja que los datos expresen su propio discurso. Incluso, Hernández et. al (2018), agregan: “se plantea un problema de investigación. Va enfocándose paulatinamente. La ruta se va descubriendo o construyendo de acuerdo al contexto y los eventos que ocurren conforme se desarrolla el estudio.” (p. 7)

Se destaca la naturaleza dinámica de la investigación cualitativa, en la que el procedimiento no sigue una ruta estricta y preestablecida, sino que se ajusta a lo que el investigador va explorando en el campo. Esta adaptabilidad facilita una mayor receptividad a lo imprevisto y promueve un entendimiento más detallado del fenómeno analizado. Al formular interrogantes en distintas etapas del análisis, se potencia la perspectiva analítica y se fomenta una interpretación más contextual y relevante. En relación con este tema, los autores Hernández et. al (2018), sostienen lo siguiente:

Las investigaciones cualitativas suelen producir preguntas antes, durante o después de la recolección y análisis de los datos. La acción indagatoria se mueve de manera dinámica entre los hechos y su interpretación, y resulta un proceso más bien “circular” en el que la secuencia no siempre es la misma; puede variar en cada estudio. (pp. 7-8)

Se menciona que el enfoque cualitativo facilita comprender no solo los procedimientos técnicos que implican la implementación del blockchain, sino, también las percepciones, expectativas y retos a los que se enfrentan los actores principales en la cadena de importación de baterías de litio de China hacia Costa Rica. Este método es apropiado para el estudio, pues simplifica el análisis de las experiencias de los importadores, reguladores y operadores logísticos, posibilitando la identificación de obstáculos operativos, niveles de aceptación tecnológica y potenciales avances en la rastreabilidad, por medio de blockchain.

Diseño cualitativo

El diseño cualitativo es un instrumento esencial para entender fenómenos complejos desde el punto de vista de las personas implicadas. Este tipo de diseño se centra en la recopilación de información no cuantitativa, tales como entrevistas, observaciones y análisis de documentos, con el objetivo de indagar en significados, percepciones y vivencias. En contraposición a los enfoques cuantitativos, el diseño cualitativo no busca generalizar resultados, sino que se propone analizar la realidad de manera detallada, teniendo en cuenta el entorno social y cultural donde se desenvuelve el fenómeno en estudio.

Este método es particularmente útil cuando se intenta entender contextos o conductas tal como suceden en la realidad, posibilitando el análisis de relaciones y patrones sin modificar el ambiente. Este tipo de investigación, al no alterar variables, valora la validez ambiental. Hernández et. al (2018), definen una investigación no experimental como: “Estudios que se realizan sin la

manipulación deliberada de variables y en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos.” (p.175)

Este método es eficaz para detectar obstáculos, posibilidades y elementos técnicos o logísticos que no siempre son claros desde un punto de vista cuantitativo. Dentro del marco de este estudio, el enfoque cualitativo permite una interpretación más precisa y contextual del proceso de trazabilidad, lo que resulta esencial para valorar la factibilidad y aceptación de esta tecnología en el camino comercial entre China y Costa Rica.

Fenomenología Empírica

La fenomenología empírica se basa en datos visibles, observables y concretos para explicar cómo los individuos perciben, experimentan e interpretan el entorno que los rodea. A diferencia de enfoques puramente teóricos, esta metodología se enfoca en la experiencia vivida tal como es reportada por las personas, permitiendo una comprensión profunda de sus significados subjetivos. Hernández et al. (2018), indican que la fenomenología empírica “se enfoca menos en la interpretación del investigador y más en describir las experiencias de los participantes.” (p.549).

Población y muestra

Población

Es crucial tener una definición precisa y clara de la población, pues asegura que los datos obtenidos sean relevantes y beneficiosos para alcanzar las metas de la investigación. La selección de la población que será objeto de entrevista, se aborda estratégicamente, ya que debe localizarse de forma específica por sus características de contenido, ubicación, tiempo y accesibilidad; de esta manera, el proceso de análisis se puede llevar con facilidad y rapidez. Según Hernández et al. (2018), la población se concibe como: “Conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones”. (p.199).

En el estudio de la implementación del blockchain en la trazabilidad de las importaciones de baterías de Litio desde China hasta Costa Rica durante el 2024 y el primer semestre del 2025, va dirigido a un sector y población en específico. Así pues, la población a la que se enfoca esta investigación, es la siguiente: importadores costarricenses de baterías de litio y actores que tienen conocimiento en los trámites de importación y certificación de productos, ya que se pretende obtener información acerca de la implementación del blockchain en la trazabilidad de las importaciones de baterías de Litio desde China hasta Costa Rica.

- ✓ Unidad de muestreo: Empresas que importan baterías de litio a Costa Rica.

Muestra

Para este estudio, la muestra estará compuesta por un conjunto seleccionado y representativo de participantes cruciales involucrados en el proceso de importación de baterías de litio desde China a Costa Rica. Esta muestra incluirá actores estratégicos a lo largo de toda la cadena logística y administrativa, desde los encargados directos de las gestiones de importación, hasta profesionales especializados en la aplicación, interpretación y administración de la declaración de carga y otros requisitos aduaneros. Hernández et., al, indica lo siguiente:

Una muestra es un subgrupo de la población o universo que te interesa, sobre la cual se recolectarán los datos pertinentes, y deberá ser representativa de dicha población (de manera probabilística, para que puedas generalizar los resultados encontrados en la muestra a la población). (p.196)

Muestra cualitativa

Dentro del marco de estudios cualitativos, la elección de la muestra no se rige por criterios estadísticos de representatividad numérica, sino por la exigencia de adquirir un entendimiento detallado y contextual del fenómeno en análisis. Por esta razón, se selecciona una muestra

deliberadamente, compuesta por participantes con un saber especializado, experiencia directa o una visión significativa relacionada con el tema en estudio. Como indica Hernández et., al (2018):

El muestreo cualitativo está normalmente orientado por uno o varios propósitos. Las primeras acciones para elegir la muestra ocurren desde el planteamiento mismo y cuando seleccionas el contexto, en el cual esperas encontrar los casos o unidades de muestreo que te interesan. (p.461)

Se llevará a cabo la elección de los participantes a través de un muestreo no aleatorio, fundamentado en criterios de experiencia, habilidades técnicas y grado de participación en las operaciones de importación. Este método facilitará la obtención de una perspectiva completa y exacta de los procesos, retos y buenas prácticas vinculados a la importación de este tipo de bienes, especialmente significativos debido a su naturaleza regulada y su relevancia en los sectores tecnológicos y energéticos.

Tipo de muestra por conveniencia

Comúnmente, la selección de la muestra se fundamenta en criterios estratégicos y prácticos que faciliten un acceso eficaz a fuentes de información pertinentes. En esta circunstancia, se ha elegido una muestra por conveniencia, la cual consta de participantes elegidos principalmente por su accesibilidad, disponibilidad y disposición para colaborar con el estudio, así como lo indica Hernández et., al (2018): “estas muestras están formadas por los casos disponibles a los cuales tenemos acceso” (p.433)

Tabla 1 Muestra

No. de Entrevistado	Puesto	Razón
Entrevistado 1	Jefe de operaciones	Conocer procesos logísticos y operativos actuales, permitiendo identificar oportunidades de mejora mediante blockchain.
Entrevistado 2	Jefe de operaciones	Analizar enfoques operativos en distintas áreas, enriqueciendo el análisis de aplicabilidad de la tecnología.
Entrevistado 3	Jefe de Auditoría y procurement	Valorar cómo blockchain puede fortalecer la transparencia en compras y auditorías, mejorando la trazabilidad y el control interno de cargas IMO como las baterías de litio.
Entrevistado 4	Especialista de importación	Determinar las etapas de importación, desde el origen hasta el destino sobre la correcta declaración de las baterías de litio.
Entrevistado 5	Agente logístico aduanal	Proporcionar conocimiento sobre los procedimientos aduaneros y la posibilidad de automatizarlos o transparentarlos mediante blockchain.
Entrevistado 6	Commercial Manager	Investigar sobre el impacto comercial de la trazabilidad y cómo podría beneficiar las relaciones con clientes y proveedores.
Entrevistado 7	Jefe departamento de asesoría	Evaluar la viabilidad jurídica y normativa de implementar blockchain en procesos de importación y comercio exterior.
Entrevistado 8	Profesional de ingresos 3 DGT	Identificar los requisitos y procesos necesarios para importar baterías de litio, siendo clave para identificar dónde blockchain puede aportar eficiencia y seguridad.

Entrevistado 9	Gerente de atención al cliente de logística marítima	Conocer información sobre cómo la trazabilidad influye en la gestión de pedidos y la atención al cliente.
Entrevistado 10	Coordinador logístico en origen	Analizar la coordinación entre actores internacionales, y cómo el blockchain puede facilitar la sincronización y validación de información entre países.

Nota: Elaboración propia, (2025)

Unidad de análisis

Las unidades de análisis son los componentes esenciales en los que se enfocará la recopilación e interpretación de los datos. Estas unidades se refieren a los individuos, procesos u objetos particulares que serán examinados para entender de manera detallada el fenómeno que se está estudiando. Martello (2021), indica al respecto: “El análisis consiste en separar los elementos básicos de la información y examinarlos con el propósito de responder a las distintas cuestiones planteadas en la investigación.” (p.242).

Tabla 2 Cuadro de variables

Objetivo	Unidad	Categoría	Def. Conceptual	Instrumentalización
----------	--------	-----------	-----------------	---------------------

Investigar de qué manera el blockchain aporta al cumplimiento de las regulaciones aduaneras en la importación de las baterías de litio de China a Costa Rica.	Regulaciones aduaneras	Restictivo Verificación Positivo Documentación Viabilidad	Para Ramírez (2023): “Las regulaciones aduaneras son diversas normativas y disposiciones que un país establece para gestionar el intercambio comercial con otros territorios. Juegan un papel muy importante, ya que controlan el flujo de mercancías a través de las fronteras” (párr.1)	De la pregunta 6 a la 10
Determinar los beneficios potenciales de la implementación del blockchain en la importación de baterías de litio.	Beneficios	Eficiencia Transparencia Trazabilidad Automatización Competitividad	Según Pérez (2022): “Un beneficio es un bien que se hace o se recibe. El término también se utiliza como sinónimo de utilidad o ventaja.” (párr.1)	De la pregunta 1 a la 5
Estudiar las limitaciones de	Limitaciones	Costos Desigualdad	Pérez y Gardey (2021) indican que: “Una	De la pregunta 11 a la 15

la implementación del blockchain en la trazabilidad de baterías de litio importadas de China a Costa Rica.		Burocracia Resistencia Interoperabilidad	limitación puede ser cualquier tipo de restricción” (párr 3)	
--	--	--	--	--

Nota: Elaboración propia, (2025)

Instrumento

En cualquier estudio, los instrumentos son las herramientas fundamentales que facilitan la recopilación de la información necesaria para dar respuesta a las interrogantes de investigación, con el propósito de lograr las metas establecidas. Estas herramientas deben ser elegidas meticulosamente en función del método empleado, garantizando su validez y fiabilidad. Como anota Hernández et., al (2018): “es el recurso que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente” (p.228)

Entrevistas

La entrevista es uno de los métodos más empleados en estudios cualitativos, dado que facilita la recopilación de datos exhaustivos y profundos directamente de los participantes. Se promueve el diálogo, la indagación de vivencias, puntos de vista y saberes que no siempre pueden ser asimilados a través de métodos más organizados. Hernández et., al (2018), lo expresa de la siguiente manera: “Se define como una reunión para conversar e intercambiar información entre una persona (el entrevistador) y otra (el entrevistado) u otras (entrevistados)” (p.449)

Entrevista Estructurada

La entrevista estructurada es un método de recopilación de información que se distingue por adherirse a un formato estricto y preestablecido, donde todas las cuestiones se plantean de la misma forma y en la misma secuencia a todos los participantes. Hernández et., al (2018), indica que “el entrevistador realiza su labor siguiendo una guía de preguntas específicas y se sujeta exclusivamente a esta (el instrumento prescribe qué cuestiones se preguntarán y en qué orden)” (p.449)

Entrevista Semiestructurada

La entrevista semiestructurada es un método de recopilación de información frecuentemente empleado en estudios cualitativos, dado que facilita un balance entre la estructura y la adaptabilidad. La entrevista semiestructurada para profundizar en las perspectivas, vivencias y saberes de los participantes principales, con conocimientos sobre la importación de baterías de litio de China a Costa Rica. Su aplicación facilita la adquisición de datos valiosos y contextualizados acerca de los retos, oportunidades y percepciones relacionados con la incorporación de la tecnología blockchain en la rastreabilidad de este proceso logístico. Hernández et., al (2018), indican lo siguiente sobre la entrevista semiestructura:

Las entrevistas semiestructuradas se basan en una guía de asuntos o preguntas y el entrevistador tiene la libertad de introducir preguntas adicionales para precisar conceptos u obtener mayor información. Las entrevistas abiertas se fundamentan en una guía general de contenido y el entrevistador posee toda la flexibilidad para manejarla. (p.449)

El procedimiento de recopilación de datos en este estudio representa una etapa esencial para obtener los datos requeridos que faciliten entender en profundidad la situación actual de la importación de baterías de litio desde China hacia Costa Rica, además de las posibles aplicaciones de la tecnología blockchain en la trazabilidad de tal cadena. Este procedimiento se llevará a cabo

con una perspectiva cualitativa, dando prioridad a la profundidad de las respuestas sobre su cantidad, y se enfocará en recolectar las percepciones, conocimientos y vivencias de participantes estratégicos que participan directamente en las fases fundamentales del proceso de importación.

En esta investigación se utilizará como instrumento principal la entrevista semiestructurada, por su facilidad para generar una conversación abierta pero guiada, con el fin de que el investigador pueda profundizar en temas centrales previamente definidos, sin restringir la posibilidad de ahondar en aspectos relevantes que surjan durante el diálogo. Las entrevistas serán aplicadas a una muestra seleccionada por conveniencia, que comprenderá gerentes de importación, jefes de operaciones, agentes aduanales, especialistas en logística y representantes del área comercial, entre otros. La selección de estos perfiles responde al interés de captar una visión amplia y contextualizada.

El plan de recopilación de datos incluye la elección de una muestra representativa de la población de estudio; se establecerá los criterios precisos para reconocer a los participantes que proporcionarán información relevante sobre el tema. Además, se definirán protocolos responsables y operativos para llevar a cabo las entrevistas y aplicar los cuestionarios, asegurando que el procedimiento se lleve a cabo de manera meticulosa y sistemática. Asimismo, se busca conseguir un panorama completo que facilite el análisis de la implementación del blockchain en la importación de baterías de Litio.

Fuentes de información

Fuente Primaria

Las fuentes de información primaria son un componente crucial en la realización de una investigación, dado que suministran datos auténticos y directos adquiridos por el investigador mismo, mediante métodos como entrevistas, cuestionarios, observaciones o grupos de discusión. Estas fuentes facilitan el acceso a datos actuales, concretos y contextualizados acerca del fenómeno en estudio, lo cual es particularmente útil en metodología cualitativa. Hernández et., al (2018)

explica lo siguiente:

las fuentes primarias más utilizadas para elaborar marcos teóricos son libros, artículos de revistas científicas y ponencias o trabajos presentados en congresos, simposios y eventos similares, entre otras razones porque son las que sistematizan en mayor medida la información, profundizan más en el tema que desarrollan, son examinadas y arbitradas por investigadores o profesionales experimentados (pares o colegas) y resultan altamente especializadas, además de que se puede tener acceso a ellas por internet. (p.76)

Se utilizarán fuentes primarias obtenidas directamente de actores involucrados en el proceso logístico y tecnológico. Estas incluirán entrevistas a jefes de importaciones, especialistas en logística, agentes aduanales, representantes de empresas importadoras, así como funcionarios relacionados con la regulación comercial y tecnológica. La recolección de información se realizará mediante entrevistas semiestructuradas, encuestas dirigidas y revisión de documentos internos proporcionados por los participantes.

Fuente Secundaria

Las fuentes de información secundaria abarcan todos los datos que otros autores o instituciones han recolectado, examinado y divulgado previamente, y que son valiosos para darle contexto, cuyo objetivo es respaldar o enriquecer el estudio en proceso de desarrollo. Estos recursos comprenden libros, publicaciones académicas, reportes técnicos, documentos oficiales, bases de datos, tesis y ediciones digitales de confianza. Ayala (2021), comenta al respecto lo siguiente: “Las fuentes secundarias de información son aquellos documentos que contienen análisis y reorganización de la información referida generalmente a fuentes primarias” (párr.1)

Las fuentes secundarias utilizadas en la presente investigación incluirán artículos científicos, tesis, informes técnicos, normativas internacionales, reportes institucionales y publicaciones académicas relacionadas con la tecnología blockchain, trazabilidad logística e

importaciones. También, se consultarán bases de datos digitales, bibliografía especializada y documentos emitidos por organismos como la OMC, la CEPAL y las Aduanas de Costa Rica. El análisis de estas fuentes contribuirá a identificar antecedentes, marcos normativos y experiencias comparadas.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se presentan y analizan los resultados obtenidos a partir de la investigación sobre la implementación del blockchain en la trazabilidad de las importaciones de baterías de litio desde China hacia Costa Rica, durante el período comprendido entre el año 2024 y el primer semestre de 2025. La información recolectada proviene de fuentes primarias y secundarias, las cuales permitieron identificar los principales avances, obstáculos y oportunidades que surgen de la aplicación de esta tecnología en los procesos aduaneros y logísticos.

En esta sección se estructura con base en las categorías que surgen de los tres objetivos específicos de este estudio, que fueron definidas a través de un procedimiento de análisis de la información. Se establecieron estas categorías al detectar similitudes temáticas, patrones compartidos y aspectos decisivos relacionados con la aplicación de blockchain en la trazabilidad de las importaciones de baterías de litio. El hecho de sistematizar bajo esas categorías permitió organizar los hallazgos de forma lógica y entendible, lo cual posibilita una interpretación crítica y coherente de los resultados, en cuanto a los objetivos establecidos.

En síntesis, este apartado presenta la interpretación de resultados, con el fin de ofrecer una visión analítica del problema de investigación. A partir de los datos recolectados y de los aspectos emergentes en el análisis, se destacan los hallazgos más relevantes. Estos resultados posibilitan identificar no solo los beneficios posibles en cuanto a control, transparencia y eficacia, sino, también los limitantes vinculados con la normativa, el costo de implementación y la interoperabilidad tecnológica. Así, las categorías de análisis utilizadas funcionan como marco de cierre del capítulo y como un puente hacia las conclusiones que se exponen en la sección siguiente.

Tabla 3. Unidades y categorías de análisis

Unidades	Categorías
Regulaciones Aduaneras	<ul style="list-style-type: none"> -Restrictivo -Verificación -Positivo -Documentación -Viabilidad
Beneficios	<ul style="list-style-type: none"> -Eficiencia -Transparencia -Trazabilidad -Automatización -Competitividad
Limitaciones	<ul style="list-style-type: none"> -Costos -Desigualdad -Burocracia -Resistencia -Interoperabilidad

Nota: Elaboración propia con base en las entrevistas realizadas (2025)

Unidad de análisis 1: Regulaciones Aduaneras

Este capítulo analiza la primera unidad de estudio, centrándose en las regulaciones aduaneras aplicables a la importación de mercancías, con especial énfasis en las baterías de litio. Esta sección pretende ofrecer una visión detallada de cómo las regulaciones aduaneras afectan la trazabilidad y el control de las importaciones, identificando los retos y oportunidades a los que se enfrentan los importadores y los agentes de aduanas, en el contexto del comercio internacional.

1. Restringido
2. Verificación
3. Positivo
4. Documentación
5. Viabilidad

Categoría 1: Restringido

Descripción

De acuerdo con los testimonios recabados, se conforma la primera categoría en donde se refleja la percepción de los entrevistados sobre el rigor con el que se debe manejar el proceso de importación de baterías de litio. Los participantes coincidieron en que el marco normativo actual se caracteriza por un control exhaustivo en todas las etapas, desde la verificación de documentos hasta las inspecciones físicas, lo que impone elevadas exigencias de cumplimiento a los importadores y agentes de aduanas. Las respuestas fueron las siguientes:

“Lo describiría como un reto constante debido a que la comercialización de mercancías que requieren este tipo de baterías ha ido en aumento tanto en cantidad como en tamaño, ante lo cual las regulaciones aduaneras se han visto intensificadas debido a su naturaleza peligrosa, lo cual se traduce en un desafío para las empresas que deben estar constantemente actualizadas para cumplir correctamente con las regulaciones y evitar sanciones o demoras en la cadena de suministro” (Entrevistado 1)

“Diría que el cumplimiento es variado. Hay empresas y agentes que siguen de manera muy rigurosa las regulaciones, con embalajes certificados, documentación completa y todo en regla. Sin embargo, también hay un porcentaje que todavía presenta fallas, ya sea por desconocimiento, errores en la documentación o porque intentan acortar procesos. En general, la normativa está clara, pero en la práctica no todos la aplican de manera uniforme” (Entrevistado 2)

“El cumplimiento actual es aceptable, pero con oportunidades de mejora. Aunque se respetan las normativas básicas, existen retrasos por validaciones manuales, falta de información técnica clara y desafíos con regulaciones específicas para mercancías peligrosas como las baterías de litio”. (Entrevistado 3)

“Muy restrictivo, bien sabemos que las baterías de litio no se pueden manejar en ciertos transportes y en los cuales sí se puede es bastante estricto. Por ejemplo, en el marítimo se puede manejar lo que es la batería de litio, pero va más enfocado en el FCL, no en el LCL en el LCL es prácticamente imposible manejarlo por la peligrosidad de estas” (Entrevistado 4)

“Realmente el cumplimiento actual es aceptable pero aún presenta brechas: los grandes importadores suelen cumplir adecuadamente, mientras que las pequeñas importaciones y couriers muestran inconsistencia. Esto además dependiente del tipo de agencia que nacionalice las baterías. Si es una transnacional evidentemente el cumplimiento para la importación si es estricto, mientras que una agencia pequeña o familiar pueden tener fallas al momento de realizar la importación por desconocimiento e incumplir las regulaciones” (Entrevistado 5)

“Falta seguridad y rigurosidad porque se trata como cualquier materia peligrosa y a pesar de las explosiones que ha habido en altamar, las baterías se deberían de manejar como los explosivos que es más estricto” (Entrevistado 6)

“El cumplimiento actual es razonablemente adecuado, aunque persisten desafíos asociados a la clasificación arancelaria precisa, regulaciones de seguridad y cumplimiento con normativas internacionales (como IATA y la ONU). Se ha observado un mayor interés en fortalecer los controles debido al carácter peligroso de este tipo de mercancía” (Entrevistado 7)

“El cumplimiento actual es razonablemente adecuado, sin embargo, enfrenta retos específicos debido que las baterías de litio se clasifica como mercancía peligrosa (UN3480 / UN3481), lo cual requiere un estricto cumplimiento de normativas internacionales de seguridad y regulaciones nacionales, incluyendo las disposiciones del Ministerio de Salud, del Ministerio de

Ambiente y Energía, sin embargo a nivel aduanero no están asociada a Notas Técnicas (requisito no arancelario) , o su regulación en cuanto al transporte de este tipo de mercancías a nivel aduanero se limita a indicarse en un BL o manifiesto como mercancía peligrosa, también son controladas con fichas de riesgo” (Entrevistado 8)

“Actualmente el cumplimiento de las regulaciones aduaneras en la importación de baterías de litio se ha vuelto mucho más riguroso y especializado. Las autoridades aduaneras están implementando controles más estrictos debido a la naturaleza peligrosa de estas mercancías” (Entrevistado 9)

“Para el manejo de cargas peligrosas, el cumplimiento debe ser totalmente estricto indistintamente del producto todas las líneas naviera y agentes de carga las cumplen para evitar costos adicionales por multas, daños o perjuicios” (Entrevistado 10)

Análisis

La categoría de *restrictivo* determina el consenso entre los encuestados, en relación con el cumplimiento de la normativa aduanera sobre la importación de baterías de litio; se lleva a cabo bajo un marco muy riguroso. Esta percepción refleja que los controles aplicados por las autoridades son exhaustivos y buscan garantizar la seguridad y la legalidad de las operaciones. Sin embargo, los participantes también reconocieron que hay margen de mejora, especialmente en lo que se refiere a la simplificación de los procesos, reducción del tiempo de tramitación y la incorporación de herramientas tecnológicas que faciliten la gestión documental. El Blog de la Barra de Comercio Exterior (2021), indica la finalidad de las regulaciones de las mercancías peligrosas:

Minimizar los riesgos que puedan poner en peligro a los pasajeros o tripulación a los medios de transporte, a otras cargas y al medio ambiente al ser transportados por vía aérea, marítima o terrestre desde su lugar de origen hasta su destino final. (párr.36)

Categoría 2: Verificación

Descripción

La categoría número dos se deriva de las respuestas de los entrevistados, quienes destacaron la importancia de los procesos de control y revisión como parte fundamental de la importación de baterías de litio. En esta categoría refleja como la verificación es un mecanismo esencial para garantizar el transporte y almacenamiento seguros de un producto considerado peligroso, así como para confirmar el cumplimiento de la normativa vigente. Sin embargo, también quedó claro que la aplicación de estas revisiones puede causar retrasos operativos, lo que plantea la necesidad de encontrar un equilibrio entre el control estricto y la eficiencia logística en aduanas.

“Lo describiría como un reto constante debido a que la comercialización de mercancías que requieren este tipo de baterías ha ido en aumento tanto en cantidad como en tamaño, ante lo cual las regulaciones aduaneras se han visto intensificadas debido a su naturaleza peligrosa, lo cual se traduce en un desafío para las empresas que deben estar constantemente actualizadas para cumplir correctamente con las regulaciones y evitar sanciones o demoras en la cadena de suministro” (Entrevistado 1)

“Lo más complicado es la correcta clasificación arancelaria, porque un error ahí puede generar multas o retrasos. También está el tema del embalaje y las etiquetas de mercancía peligrosa, que deben cumplir con normas específicas, además de la validación de certificados de fabricantes y permisos especiales” (Entrevistado 2)

“La correcta clasificación arancelaria, junto con la verificación de certificados de seguridad y cumplimiento ambiental. Además, el desconocimiento técnico del producto puede generar errores en los controles o demoras innecesarias” (Entrevistado 3)

“El tema del control y de las restricciones que se tienen tanto en las cantidades y volúmenes que se mueven actualmente en este tipo de materiales” (Entrevistado 4)

“Yo diría que la clasificación arancelaria, porque existen diferentes partidas dependiendo el tipo de batería de litio. Por otro lado, creería que también identificar el riesgo y seguridad al momento de verificar la normativa de acuerdo con la ONU / IATA, así como también que el etiquetado y embalaje sea el correcto” (Entrevistado 5)

“Principalmente la correcta declaración de la mercancía peligrosa” (Entrevistado 6)

“La correcta clasificación y codificación en el sistema armonizado. La verificación de normas de seguridad y embalaje específico. La falta de trazabilidad precisa del origen y de certificaciones técnicas” (Entrevistado 7)

“La identificación precisa de la clasificación arancelaria. La verificación del cumplimiento de requisitos técnicos y permisos (como fichas de seguridad, certificados de homologación, declaraciones de peligrosidad). La gestión del almacenamiento en condiciones seguras. La trazabilidad documental en toda la cadena logística, debido al origen sensible del producto” (Entrevistado 8)

“Que esta sea declarada debidamente como corresponde desde el origen, existe mucho desconocimiento en los funcionarios que manejan la carga, lo que puede incurrir en accidentes” (Entrevistado 9)

“El poder certificar y garantizar que el producto es nuevo, dado las baterías usadas tienen prohibición o limitante casi total, ver que se cumpla este precepto tanto de batería suelta como en un vehículo es vital para la logística” (Entrevistado 10)

Análisis

Los participantes señalaron que la verificación debe abarcar de manera exhaustiva la clasificación arancelaria correcta, el cumplimiento de los requisitos técnicos y la obtención de los permisos correspondientes, aspectos que garantizan la legalidad y la seguridad del proceso.

También, destacaron la importancia de garantizar la trazabilidad precisa de los documentos, lo que permite supervisar cada etapa de la operación y esto contribuye a la transparencia frente a las autoridades aduaneras. Andoni (2022), lo explica de la siguiente forma:

El motivo de este proceso de verificación es proporcionar seguridad a los “stakeholders” a través de un minucioso estudio de toda la documentación relacionada con el proceso logístico. A través de una plataforma con tecnología blockchain, en la que todos los agentes intervinientes (en el caso de las verificaciones privadas) puedan verificar en cada momento los documentos de la cadena de suministro, puede ayudar a mejorar los tiempos de verificación y, por lo tanto, agilizar todo el proceso (p.14)

Categoría 3: Positivo

Descripción

Esta categoría se deriva de las respuestas de los entrevistados, quienes expresaron una percepción favorable de la incorporación de tecnologías de bloques en los procesos aduaneros. Los participantes destacaron que herramientas como la digitalización de documentos, los sistemas de gestión automatizados y el uso de plataformas en línea, contribuyen a optimizar los tiempos de gestión, reducir los errores humanos y mejorar la trazabilidad de la información. “Un concepto positivo pues significa dar o recibir algún bien, o sea aquello que satisface alguna necesidad. El beneficio aporta, adiciona, suma, y de él que se obtiene utilidad o provecho” (Conceptos.com (s.f.) como se citó en Vallejos, 2023, p.92)

“El uso de tecnologías en cualquier proceso generalmente suele ser positivo y no debería ser diferente en el ámbito de los procesos aduaneros. Por lo cual tengo una percepción positiva y optimista sobre el uso de tecnologías emergentes en los procesos aduaneros. Sin embargo, esto siempre representa un reto que depende del compromiso institucional, la inversión sostenida, la

cooperación internacional y la formación del talento humano para el correcto manejo de estas nuevas tecnologías” (Entrevistado 1)

“Yo lo veo como algo muy necesario. La digitalización y tecnologías como blockchain pueden agilizar procesos, reducir errores y dar más transparencia. El problema es que todavía hay mucha desigualdad en la preparación tecnológica de los actores. Algunos están listos, pero otros no” (Entrevistado 2)

“La percepción es positiva. Tecnologías como blockchain, inteligencia artificial y digitalización tienen el potencial de transformar los procesos aduaneros, haciéndolos más seguros, ágiles y transparentes, aunque su adopción aún es limitada” (Entrevistado 3)

“Importante, actualmente todo lo que es el blockchain ha tomado una importancia relevante en todo lo que es la logística, es bastante necesario actualmente en una era tecnológica” (Entrevistado 4)

“Creería yo que es positiva, sin embargo, no alcanza su máximo potencial. Por ejemplo, con la IA, Las datas ayudan en tiempo, Pero también hay retos como en que hay que realizar mayor inversión en capacitación y reforzar la ciberseguridad” (Entrevistado 5)

“Hay una brecha tecnológica muy grande, entre los países de primer, segundo y tercer mundo (mal nombrados así), fui parte del proyecto de Tradelens basado en el blockchain, con un panorama positivo y al final no se concretó por temas como la geopolítica, esto debido a los accesos a los sistemas aduaneros que este puede poseer, por lo que, China no cuenta con una apertura para brindar este tipo de información al mundo del blockchain” (Entrevistado 6)

“Se percibe como una necesidad urgente y una oportunidad estratégica. Tecnologías como inteligencia artificial, blockchain y big data pueden optimizar la eficiencia, mejorar la trazabilidad y reducir los tiempos y errores en los procesos aduanero” (Entrevistado 7)

“Positiva. Tecnologías como blockchain, Inteligencia Artificial y Big Data ofrecen herramientas innovadoras para mejorar la trazabilidad, transparencia, eficiencia operativa y la fiscalización de operaciones aduaneras, en línea con la tendencia hacia la transformación digital del comercio exterior” (Entrevistado 8)

“Es muy importante para nuestra industria actualmente que esto se implemente, hace muchos años todo se manejaba de manera manual como la documentación y la atención presencial, ahora con el auge de la tecnología es realmente innovador porque puede hacer que la negociación, compra o venta y proceso logístico de transporte sea más rápido y se tenga visibilidad de ello” (Entrevistado 9)

“Todo proceso inclusive los tecnológicos que colaboren a realizar el proceso aduanero y logístico de una mejor forma, son bienvenidos, si conlleva un proceso de ajuste, pero es hacia lo que se dirige la industria de la logística” (Entrevistado 10)

Análisis

La percepción de los entrevistados sobre el uso de tecnologías emergentes en los procesos aduaneros es positiva, lo que refleja una actitud favorable hacia la modernización y digitalización del sector. Los participantes destacan que la implementación de estas herramientas representa una oportunidad para optimizar la trazabilidad de los documentos, agilizar los procesos de despacho y reducir los errores asociados a la gestión manual. Asimismo, se reconoce los beneficios tanto a nivel operativo como a nivel estratégico.

Este consenso positivo demuestra un interés creciente por parte de los interesados en adoptar soluciones innovadoras que no solo respondan a las exigencias del comercio internacional, sino que, también mejoren la competitividad y la eficiencia del sistema aduanero. Este interés refleja, además, una apertura hacia la transformación digital, donde las tecnologías emergentes se perciben como un medio para superar las limitaciones de los modelos tradicionales y avanzar hacia procesos más transparentes, seguros y ágiles.

Categoría 4: Documentación

Descripción

Los participantes coincidieron en que su mayor aportación sería en la gestión documental, al permitir un registro inalterable, seguro y transparente de la información relacionada con cada operación de importación. En este punto, se señaló que la cadena de bloques facilitaría la verificación de documentos en tiempo real, reduciría la posibilidad de fraude o duplicación y garantizaría una trazabilidad fiable desde el origen de las mercancías hasta su destino final. Los entrevistados comentaron lo siguiente:

“Es sabido que esta tecnología tiene un potencial significativo para integrarse en los procesos de cumplimiento aduanero, especialmente en lo que respecta a la trazabilidad, transparencia, integridad de datos y confianza entre múltiples actores de la cadena logística” (Entrevistado 1)

“Blockchain podría servir como un registro único e inmutable para documentos clave como la DUA, los certificados y permisos. También se podrían usar contratos inteligentes para automatizar liberaciones cuando se cumplan condiciones específicas” (Entrevistado 2)

“Blockchain puede integrarse como una plataforma de respaldo inalterable para registrar documentos, validaciones y eventos del proceso de importación. Facilitaría el acceso simultáneo de todos los actores y fortalecería la trazabilidad y verificación documental” (Entrevistado 3)

“En el almacenamiento de datos, documentos de MSDS, fichas técnicas, fichas de seguridad, procedimientos ya establecidos, el blockchain es todo el almacenamiento de información por lo que eso podría ayudar mucho a tener una base de datos, una trazabilidad o información a futuro de cómo se podría manejar todo ese tipo de materiales” (Entrevistado 4)

“Pienso que se podría utilizar blockchain para registrar cada movimiento de la mercancía, desde el fabricante hasta el transportista, la aduana de salida, el puerto de entrada y el almacenaje. Esto me permitiría verificar en tiempo real el recorrido de cargas sensibles como las baterías de litio y reducir el riesgo de manipulación o contrabando” (Entrevistado 5)

“Podría integrarse en los procesos de cumplimiento aduanero mediante la digitalización y encriptación de la documentación, garantizando trazabilidad y seguridad en cada etapa del comercio internacional. Esto permitiría, por ejemplo, eliminar el papel, reducir errores humanos, acelerar la verificación de la clasificación arancelaria, permisos y certificados, y generar confianza entre autoridades aduaneras y actores logísticos. Sin embargo, la implementación efectiva requiere voluntad política y coordinación internacional; aunque las aduanas nacionales estén dispuestas a colaborar y la documentación esté correctamente digitalizada, sin un acuerdo global sobre estándares y procedimientos, la tecnología por sí sola no será suficiente y el proyecto podría quedarse solo en el plano teórico” (Entrevistado 6)

“Blockchain podría integrarse como plataforma segura para compartir información entre los actores logísticos, aduaneros y comerciales. Esto facilitaría el acceso a certificados de origen, documentación de embarque y verificaciones en tiempo real, con menor margen de manipulación o fraude” (Entrevistado 7)

“Blockchain podría integrarse como una plataforma de trazabilidad de documentos, permitiendo registrar de forma inalterable la secuencia de eventos logísticos, desde el despacho de origen hasta la nacionalización. También facilitaría la validación en tiempo real de certificados de origen, facturas, manifiestos, y permisos por parte de entidades como PROCOMER, DGA y SETENA” (Entrevistado 8)

“Considero que la tecnología blockchain podría integrarse en los procesos de cumplimiento aduanero principalmente a través de la trazabilidad y la transparencia de la información” (Entrevistado 9)

“Parte de la búsqueda dentro del área de logística y aduana es la seguridad, agilidad y cumplimiento, por lo que tener un sistema que reúna los elementos mencionados lo hace llamativo para ser ejecutado, ahora bien, el valor de emplearlo es que sea aprobado y ejecutado por los socios de logística caso contrario se limita la capacidad de ver resultados” (Entrevistado 10)

Análisis

Existe unanimidad en que su implementación aportaría mayor seguridad, transparencia e inmutabilidad a la gestión documental, reduciendo los riesgos de manipulación, pérdida de información o falsificación de documentos. El uso de esta tecnología mejoraría la trazabilidad documental en la logística, aumentando la confianza y optimizando la verificación aduanera. Andoni (2022), en su investigación indica lo siguiente: “Con la tecnología blockchain podemos mejorar el tiempo de revisión de la documentación, ya que se encontrará en la nube desde el primer momento, lo que conllevará que los buques no se encuentren tanto tiempo parados en la aduana” (p.13)

Categoría 5: Viabilidad

Descripción

La viabilidad surge de las percepciones expresadas por los entrevistados sobre la posibilidad de implementar un sistema descentralizado en la gestión aduanera de Costa Rica. Los participantes coincidieron en que, aunque la propuesta es innovadora y tiene un alto potencial para fortalecer la transparencia y la eficiencia en los procesos, su viabilidad depende de factores determinantes como la infraestructura tecnológica, la capacitación de las partes interesadas y la voluntad institucional de adoptar cambios estructurales.

“La implementación de un sistema descentralizado en la gestión aduanera de Costa Rica podría ser viable, sin embargo, enfrenta desafíos significativos en el marco legal, en su desarrollo,

en la inversión y en la colaboración público-privada que obligarían a que la implementación se desarrolle en un mediano o largo plazo” (Entrevistado 1)

“Viable es, la tecnología existe. Pero en la práctica depende de la voluntad política, del presupuesto y de la coordinación entre aduanas, empresas y cámaras. En el corto plazo lo veo más realista en un modelo híbrido, con pilotos en ciertos sectores, antes de pensar en una aplicación a nivel nacional” (Entrevistado 2)

“Requiere voluntad política, inversión tecnológica y alineación normativa, podría mejorar el control y reducir la discrecionalidad en los procesos” (Entrevistado 3)

“Bastante complicado en un país tan pequeño como este, contemplando las burocracias y las limitaciones gubernamentales, no es imposible y es lo ideal, sin embargo, es difícil visualizarlo en temas aduanales” (Entrevistado 4)

“Realmente yo lo veo poco viable porque existen limitantes, como que la inversión tecnológica inicial sería alta, las instituciones aún presentan problemas de interoperabilidad entre sus sistemas (por ejemplo, TICA), y además se necesitaría una reforma legal que valide” (Entrevistado 5)

“Poco viable” (Entrevistado 6)

“Aunque viable a mediano plazo, la implementación requiere un marco normativo robusto, interoperabilidad entre sistemas públicos y privados, y capacitación técnica. Un modelo híbrido (centralización con nodos descentralizados por sector o región) podría ser el punto de partida” (Entrevistado 7)

“Técnicamente viable a mediano plazo, siempre que se implementen marcos legales adecuados, se capacite a los actores del sector y se garantice la interoperabilidad entre sistemas estatales (TICA, PROCOMER, MAG, MINAE). La viabilidad también dependerá del respaldo institucional y la inversión en infraestructura digital” (Entrevistado 8)

“Costa Rica, aunque no se considera como tal, se encuentre muy avanzado a nivel de tecnología aduanera, por lo que, esto puede facilitar a que a mediano o largo plazo se pueda implementar” (Entrevistado 9)

“El proceso de aduana debe ser centralizado, ágil y expedito, ahora hay aduanas en el país que se rigen por puntos de vista del Staff de esa región, en otra aduana lo ven distinto por lo que el proceso aduanero no cumple la función de recolección de impuestos e ingresos de las cargas de la forma que debe ser” (Entrevistado 10)

Análisis

En este sentido, la categoría refleja una postura crítica pero constructiva, que reconoce tanto los beneficios esperados como las barreras actuales, las cuales deben superarse para materializar un sistema descentralizado en el ámbito aduanero nacional. Se destacó que la transición a un modelo descentralizado requeriría un marco regulatorio sólido e inversiones significativas para garantizar la interoperabilidad con los sistemas actuales. Se manifiesta que la implementación se considera posible, pero condicionada a la superación de limitaciones técnicas, regulatorias y organizativas. Nespral y Hergueta (2021), explican este tema:

Descentralización: blockchain se caracteriza por la ausencia de una entidad de carácter central que intermedie en transacciones entre actores que no necesariamente tienen confianza entre sí. En una red blockchain, el mismo protocolo es compartido por todos los participantes de la red, el cual cuenta con reglas preestablecidas que todos deben cumplir (p.43)

Unidad de análisis 2: Beneficios

Esta segunda unidad de análisis examina los beneficios potenciales de implementar la tecnología blockchain en las importaciones de baterías de litio. El propósito es identificar cómo esta innovación puede agregar valor al sistema aduanero mediante mayor transparencia, seguridad y trazabilidad de la información. Asimismo, se plantea que un sistema descentralizado contribuiría a reducir errores, agilizar tiempos y fortalecer la confianza entre los actores del comercio internacional. En este sentido, se ofrece una visión integral de las ventajas que blockchain puede aportar a la gestión aduanera en Costa Rica, en un contexto marcado por crecientes exigencias.

1. Eficiencia
2. Transparencia
3. Trazabilidad
4. Automatización
5. Competitividad

Categoría 1: Eficiencia

Descripción

La categoría se deriva de las respuestas de los encuestados sobre los beneficios percibidos de la digitalización de los procesos logísticos y de importación. Los participantes coincidieron en que la implementación de herramientas digitales genera mayor eficiencia en los procedimientos, reduce los tiempos de procesamiento y minimiza los errores asociados al manejo manual de la información. También, destacaron que la digitalización promueve una mayor trazabilidad y control en cada etapa de la cadena logística, lo que se traduce en una optimización de los recursos y una mejor coordinación entre los distintos actores involucrados. Las respuestas fueron las siguientes:

“La mejora en la eficiencia, transparencia, cumplimiento, competitividad y sostenibilidad son algunos de los beneficios que podrían percibirse con la digitalización en los procesos

logísticos y de importación, ya que esto vendría a ser una valiosa herramienta de control y facilitación de los procesos” (Entrevistado 1)

“El mayor beneficio es la reducción de tiempos y costos. También disminuyen los errores humanos, aumenta la eficiencia, mejora la trazabilidad y se facilita la auditoría. Y desde la perspectiva del cliente, hay más visibilidad y previsibilidad en sus cargas” (Entrevistado 2)

“La digitalización permite mayor control operativo, disminuye errores humanos, reduce tiempos de trámite y mejora la trazabilidad. Además, incrementa la competitividad de las empresas frente a mercados más ágiles” (Entrevistado 3)

“Podríamos tener un panorama un poco más claro de cómo se importa este tipo de materiales, o cómo se manejan Porque considero que en la parte de importaciones hay mucho desconocimiento. Más en este tipo de materiales que al ser peligrosos su movilización o su proceso de importación, ya que no es complejo, sino que, puede correr el riesgo a terceras personas o a productos adicionales” (Entrevistado 4)

“Podría haber transparencia y control ya que, por ejemplo, con los registros digitales yo puedo revisar la información de forma más clara y asegurarme de que no haya errores ni cambios indebidos en los documentos, lo que me da más confianza en el proceso” (Entrevistado 5)

“Tiempos de respuesta más rápidos, eliminación del papel (logística verde), seguridad, es menos probable el extravío, robo o daño de documentos” (Entrevistado 6)

“Reducción de tiempos de trámite, mayor transparencia y trazabilidad, menor incidencia de errores humanos, mayor eficiencia en la toma de decisiones basadas en datos en tiempo real” (Entrevistado 7)

“Menor margen de error humano, transparencia en las operaciones, mayor trazabilidad documental, posibilidad de fiscalización más eficiente, fortalecimiento del cumplimiento normativo” (Entrevistado 8)

“Visibilidad, trazabilidad, seguimiento, automatización, aunque muchas veces la legislación no permite avanzar lo suficiente para que la información viaje I&O para ser más eficientes” (Entrevistado 9)

“Es hacia lo que va el mundo de la logística y aduana, mientras más ágil y efectivo sea el proceso, más éxito se da para todos, y eso es con sistemas y tecnologías que permitan facilitar el trabajo de coordinación de los procesos” (Entrevistado 10)

Análisis

Los encuestados valoran la digitalización como un factor clave para optimizar los procesos logísticos y de importación. Existe consenso en que su implementación no solo agiliza los tiempos de respuesta y reduce los errores operativos, sino que, también refuerza la trazabilidad y las capacidades de control en la cadena de suministro. Estos beneficios, además de mejorar la coordinación entre los diferentes actores, se consideran un factor estratégico para aumentar la competitividad.

La tecnología blockchain se ha aplicado gradualmente a la logística global de la cadena de suministro de transporte marítimo para mejorar la eficiencia a través de la digitalización de la documentación. También incluye el seguimiento en tiempo real del estado de las cargas, aumento en la visibilidad en la cadena de abastecimiento global y reducción de tiempo en aduanas, costos y riesgos del despacho (Yang, 2019, como fue citado en Babilonia y Carretero, 2022, p.50)

Categoría 2: Transparencia

Descripción

Los participantes coincidieron en que la principal contribución de esta innovación sería reforzar la transparencia entre los distintos actores de la cadena de suministro, al garantizar la inmutabilidad de la información registrada. Se destacó que la posibilidad de acceder a datos verificados en tiempo real, reduce la incertidumbre y los riesgos asociados a la manipulación o a las inconsistencias documentales, lo que se traduciría en una mayor seguridad en las operaciones de importación. Vallejos (2022), lo explica así:

En la actualidad se requiere que la información transite de lo más rápido y sea lo más precisa posible; sin embargo, a pesar de que la tecnología avanza y trae consigo beneficios, los atacantes cibernéticos también se adaptan a estos avances por lo que son un riesgo para la veracidad de la información. Por lo tanto, es necesario que exista un mecanismo que garantice la distinción de lo auténtico de lo falso. blockchain es la herramienta que ha venido a ocupar ese lugar, ya que permite certificar de forma fehaciente y aportar transparencia en el tránsito de la información desde su emisión hasta su recepción (pp.46-47)

“El blockchain es una tecnología que se caracteriza por proteger la transparencia y la seguridad de la información por lo cual es factible considerar que esta tecnología aplicada a los procesos logísticos tendría un impacto positivo, al lograr una cadena de suministro más segura, eficiente y colaborativa” (Entrevistado 1)

“Blockchain generaría más confianza, porque los datos no se pueden alterar y todos trabajan con la misma versión de la información. Eso ayudaría a reducir disputas y acelerar verificaciones. También se minimizaría el fraude documental, aunque siempre dependerá de la calidad de los datos que se ingresen” (Entrevistado 2)

“Blockchain permitiría registros únicos, verificables y en tiempo real, lo que agiliza procesos como liberación de carga, reduce reclamos por información contradictoria y mejora la eficiencia general” (Entrevistado 3)

“Impacto positivo si se llega a implementar de una manera adecuada, porque ya tendríamos toda la información, una base de datos sólida de empresas importadoras más grandes y tener todo el proceso de trazabilidad más claro. Porque ya se conocen los estándares que se deben cumplir. Yo ya sé los procesos que debo de seguir. Yo ya sé quién es mi aliado logístico, yo ya sé en qué metodología de transporte lo puedo utilizar, ya sé cómo hacer el proceso de trazabilidad de los materiales, ya sé cómo manejar el proceso completo” (Entrevistado 4)

“Considero que podría haber confianza entre las partes, aduanas, transportistas y los proveedores que trabajan sobre la misma información confiable por lo que puede brindar seguridad y facilita la coordinación” (Entrevistado 5)

“Es más rápido. Esto reduce la burocracia documental, especialmente si las aduanas participan directamente en el sistema, lo que disminuye retrasos y errores asociados a procesos manuales” (Entrevistado 6)

“Al registrar cada punto de control en una cadena inmutable, blockchain permite conocer en tiempo real la ubicación y condición del producto. Además, permite verificar la autenticidad de los datos compartidos entre actores de manera segura y auditable” (Entrevistado 7)

“Blockchain permitiría una mayor visibilidad de los eventos logísticos en tiempo real, reducción del uso de papel, y un sistema de alertas tempranas ante inconsistencias. Su implementación incrementaría la eficiencia y disminuiría costos operativos” (Entrevistado 8)

“Al ser una herramienta de acceso más expedito podría mejorar mucho la manera en la que trabaja documentalmente, impactaría fuertemente en términos generacionales, ya que, para

muchos estos procesos se deben manejar de manera convencional, cosa que para nuevas generaciones es de vital importancia innovar estos procesos” (Entrevistado 9)

“El valor real sería mientras más socios comerciales y de logística participen en la utilización del sistema, caso contrario su alcance sería limitado” (Entrevistado 10)

La inmutabilidad de los registros y la disponibilidad de información en tiempo real reforzarían la credibilidad de las operaciones, reduciendo los riesgos de manipulación, errores o fraude. Del mismo modo, se señaló que este nivel de confianza tendría un impacto positivo en las relaciones entre los actores de la cadena de suministro, creando un entorno de mayor cooperación y certeza en el cumplimiento de las responsabilidades. Sin embargo, también se reconoce que para lograr tal impacto es necesario superar los retos relacionados con la interoperabilidad de los sistemas y la adopción institucional de esta tecnología.

Categoría 3: Trazabilidad

Descripción

La cadena de bloques puede convertirse en un recurso clave para rastrear el movimiento de las baterías de litio a lo largo de su tránsito. Desde su punto de vista, esta tecnología no solo centraliza la información en un único sistema accesible, sino que, también garantiza que cada actualización se registre automáticamente y sea verificable por todas las partes implicadas. Esto permitiría identificar con precisión la ubicación y el estado del producto en cada etapa, evitando lagunas de información y mejorando la coordinación logística. Florez y Monroy (2022), abordan el concepto de la trazabilidad de la siguiente forma:

La trazabilidad se refiere a la posibilidad de observar las diferentes etapas por la que pasa un producto, desde su proceso de producción, hasta el momento de su distribución. El blockchain les permite a los fabricantes obtener información veraz y al instante sobre las operaciones realizadas dentro del proceso productivo (p.5)

“El blockchain puede mejorar significativamente la trazabilidad del producto durante su tránsito al proporcionar un registro digital inmutable, descentralizado y accesible en tiempo real para todos los actores de la cadena logística. Ofreciendo transparencia en los procesos, así como seguridad de los datos lo cual significaría una mayor confianza, menores riesgos logísticos durante los tránsitos de mercancías” (Entrevistado 1)

“Registrando cada hito de la operación: el embarque, llegada a puerto, traslado a almacenes, nacionalización, etc. Todo quedaría con sellos de tiempo inmutables. Y si se combina con sensores IoT, hasta se podría monitorear el estado físico de la batería en tránsito” (Entrevistado 2)

“Permitiría registrar cada punto de control o cambio de estado (almacenaje, transporte, revisión) en tiempo real, de forma segura e inalterable, generando un historial completo y confiable de todo el recorrido de la carga” (Entrevistado 3)

“Lo veo un poco más complejo, porque para mí el blockchain funciona principalmente como un sistema de almacenamiento y gestión de datos. Permite tener toda la información concentrada y disponible de manera inmediata, lo que facilita el acceso y el control. Es un tipo de tecnología que se asemeja a los mecanismos del Big Data, en el sentido de reunir grandes volúmenes de información, pero con la ventaja de garantizar mayor seguridad y confiabilidad en los registros” (Entrevistado 4)

“Tengo cliente inscritos bajo el régimen de ZF, que importan mucho las baterías. Si me pongo en el lugar de los clientes, el blockchain ayudaría a saber en todo momento dónde están los productos y en qué estado se encuentran, desde que salen hasta que llegan, lo cual es muy importante para mercancías delicadas” (Entrevistado 5)

“No considero que pueda mejorar, porque el blockchain beneficiaría de manera documental no durante el tránsito, porque esto ya se maneja a base de GPS para conocer la trazabilidad del tránsito y en donde está la mercancía en tiempo real” (Entrevistado 6)

“Al registrar cada punto de control en una cadena inmutable, blockchain permite conocer en tiempo real la ubicación y condición del producto. Además, permite verificar la autenticidad de los datos compartidos entre actores de manera segura y auditable” (Entrevistado 7)

“Permitirá registrar en un solo ledger digital todos los hitos del tránsito: salida del proveedor, arribo a puertos, escaneos, almacenamientos, inspecciones, liberaciones aduaneras, y entrega final, asegurando que cada evento sea auditable y verificable por las partes autorizadas” (Entrevistado 8)

“Si existe una declaración correcta, se genera mayor visibilidad sobre el estado de la carga, se reduce la posibilidad de manipulación de documentos o información, y se incrementa la confianza tanto para los clientes como para las autoridades aduaneras” (Entrevistado 9)

“Es difícil este punto, puede cumplir con altas expectativas la parte de ver la trazabilidad de la carga, pero se debe entender que no puede agilizar la parte de hacerla llegar más rápidamente al destino deseado” (Entrevistado 10)

Análisis

La capacidad de registrar cada movimiento en un sistema descentralizado accesible en tiempo real, proporciona un mayor control sobre las mercancías, al tiempo que reduce la probabilidad de inconsistencias o manipulaciones. Este nivel de trazabilidad no solo infunde confianza a los importadores y a las autoridades aduaneras, sino que, también destaca como un factor diferenciador que mejora la competitividad en el comercio internacional. Florez y Monroy (2022), lo explican de la forma siguiente:

Durante un traslado de mercancías de un lugar a otro, son varias las empresas envueltas en el proceso, ya que para este trabajo se emplean diferentes empresas y medios de transporte. Todas estas empresas tienen sus bases de datos independientes, en donde cada una mantiene la información proporcionada por las

demás empresas, o sus representantes El uso del blockchain aquí permite que este proceso de registro y seguimiento se realice de una manera más simple y menos costosa, ya que esta red sería compartida por todos los remitentes y destinatarios, sin intermediarios, ya que, al llegar un paquete a su destino, se produce una actualización automática en la red en donde posteriormente quedará su debido registro. No más papeleo. (p.8)

Categoría 4: Automatización

Descripción

Los encuestados señalaron que esta tecnología permitiría automatizar gran parte de las operaciones, mediante registros digitales inmutables y contratos inteligentes, lo que reduciría la dependencia de la intervención manual en tareas críticas. Este nivel de automatización no solo reduciría la probabilidad de errores humanos en la gestión de documentos y el intercambio de información, sino que, también optimizaría la coordinación entre los actores de la cadena logística y aduanera. Florez y Monroy (2022), comentan:

La automatización se comprende como “el conjunto de elementos o procesos informáticos, mecánicos y electromecánicos que operan con mínima o nula intervención del ser humano”. La automatización de un proceso industrial se lleva a cabo para optimizar el funcionamiento de una planta de trabajo, ya sea en una planta industrial, una granja, o incluso, en las infraestructuras de una ciudad. (p.8)

“A través del establecimiento de un sistema de registro transparente, automatizado e inalterable, donde la información crítica se comparte y verifica entre actores en tiempo real el blockchain puede influir de forma decisiva en la reducción de errores en el proceso de importación” (Entrevistado 1)

“Al trabajar con una sola fuente de información, se evitan duplicaciones o versiones distintas de los documentos. Además, con contratos inteligentes se podría bloquear el proceso si falta algún requisito, lo cual previene errores antes de que se conviertan en un problema” (Entrevistado 2)

“Al automatizar validaciones y centralizar información segura y sincronizada, blockchain reduce duplicidades, malentendidos entre partes y pérdida de documentos, minimizando los errores comunes de las operaciones manuales o fragmentada” (Entrevistado 3)

“Desde el punto de vista de que se trata de un proceso tecnológico, es evidente que puede presentar ciertas limitaciones, ya que siempre dependerá de que las personas ingresen correctamente la información al sistema. Esto podría generar desfases cronológicos o la omisión de algunos datos relevantes. Sin embargo, considero que los aspectos positivos superarían a los negativos, porque si bien podrían surgir pequeños inconvenientes, estos serían mínimos en comparación con los beneficios que aporta la herramienta en términos de control, transparencia y eficiencia” (Entrevistado 4)

“Al usar esta tecnología, los documentos y registros de cada operación quedarían guardados de manera segura e inalterable, lo que evitaría que se cometan errores por cambios indebidos o duplicación de información” (Entrevistado 5)

“Yo creería que expondría más los errores porque si el documento no se encuentra correcto desde un inicio, el sistema no lo va a recibir, entonces que contenga estos requisitos va a hacer que sea menos propenso a errores” (Entrevistado 6)

“Al automatizar y verificar digitalmente los documentos (facturas, certificados, permisos), se reduce la manipulación manual y el riesgo de duplicaciones o inconsistencias. Esto agiliza los procesos y fortalece la transparencia del sistema” (Entrevistado 7)

“Al estandarizar y automatizar la validación documental y los flujos de información, se minimizan errores de digitación, duplicidad de registros, discrepancias entre documentos físicos y electrónicos, así como interpretaciones subjetivas por parte de operadores” (Entrevistado 8)

“Al ser una plataforma que agiliza los procesos y garantiza la veracidad de la información, se minimizan inconsistencias entre los datos presentados por las diferentes partes. Además, al integrarse con las plataformas gubernamentales, permitiría un despacho más rápido y seguro, evitando reprocesos y disminuyendo el riesgo de retrasos por errores en la documentación” (Entrevistado 9)

“En la medida en que la información sea recopilada en sistemas que permitan su acceso a las distintas partes involucradas, esta podrá ser verificada de manera más eficiente y aplicada de forma adecuada a los procesos de carga, logística y gestión aduanera” (Entrevistado 10)

Análisis

La implementación de contratos inteligentes y registros a prueba de manipulaciones, reduciría significativamente la intervención manual, lo que representa una ventaja frente a los errores recurrentes en la gestión de documentos y el intercambio de datos entre los actores logísticos y aduaneros. También, se destacó que la automatización reforzaría la sincronización de la información en tiempo real, generando una mayor coherencia y eficiencia en cada etapa del proceso. Sin embargo, también señalaron que la efectividad de esta automatización dependería de la adecuada integración con los sistemas actuales y el ingreso correcto de la documentación.

Categoría 5: Competitividad

Descripción

Los hallazgos de la investigación evidencian que la categoría *competitividad* es una de las más relevantes al analizar la implementación de blockchain, en los procesos de importación de

baterías de litio. Esta tecnología ofrece ventajas sustanciales, como la reducción de los costes operativos, la simplificación de los procedimientos, la disminución de los errores y la mejora de la seguridad de la información. Estos elementos se traducen en procesos más eficientes, fiables y transparentes, lo que refuerza la posición de las empresas frente a los competidores que siguen utilizando sistemas tradicionales.

“A través de la reducción de costos y errores, además de la mejora la calidad del servicio y la facilitación de la expansión internacional, el blockchain puede aportar un valor agregado a las empresas importadoras, fortaleciendo su competitividad tanto a nivel operativo como financieros, pudiendo ser un diferenciador comercial real frente a competidores que aún operan con sistemas tradicionales” (Entrevistado 1)

“Principalmente la transparencia, la reducción de tiempos y costos y una mayor confiabilidad frente a clientes y aseguradoras. Al final, tener procesos más ágiles y seguros se convierte en una ventaja competitiva frente a quienes todavía dependen de sistemas manuales” (Entrevistado 2)

“Brinda mayor transparencia, confianza en la cadena de suministro y cumplimiento normativo más robusto. Esto puede traducirse en menores costos operativos, mejor reputación comercial y mayor agilidad en sus procesos” (Entrevistado 3)

“Puede ser un tema de costo-beneficio. Al inicio, ellos podrían verlo como una inversión muy grande, todo lo que implica integrar sistemas, manejar datos y gestionar transacciones puede parecer muy caro. Pero siento que a largo plazo los beneficios son mayores, porque permite tener toda la trazabilidad y la información necesaria. Además, ayuda a evitar problemas en la manipulación dentro de la cadena de suministro. Claro que esto aplica más a empresas medianas o grandes; una empresa pequeña no vería mucho retorno por invertir tanto en un sistema de Blockchain. Entonces, a la larga, sí se percibe más beneficio que desventaja, siempre que se trate de una organización con la capacidad de asumir la inversión” (Entrevistado 4)

“Al tener procesos más rápidos, menos costos y menos riesgos, hace que las empresas puedan operar de manera más eficiente y destacarse frente a la competencia. En mi opinión, blockchain ayuda a que las empresas sean más confiables, ágiles y competitivas en un mercado donde la velocidad y la seguridad en la importación son clave” (Entrevistado 5)

“Puede aportar un valor agregado, pero más que todo a nivel país, no solo para las empresas, es decir, al integrar a todas las empresas en una plataforma IBS. Esto permite que la información crítica, como el BL, esté disponible antes de que la mercancía salga del país de origen, facilitando la planificación y la toma de decisiones sobre la liberación de la carga en destino” (Entrevistado 6)

“Mejor posicionamiento en mercados internacionales al cumplir con altos estándares de trazabilidad, reducción de costos operativos por eficiencia documental y mayor rapidez en los tiempos de importación” (Entrevistado 7)

“Mayor seguridad en la información, agilidad en procesos de nacionalización y reducción de riesgos de fraude documental” (Entrevistado 8)

“Blockchain podría aportar un valor agregado significativo a las empresas importadoras al brindarles una ventaja competitiva frente a aquellas que operan con modelos más tradicionales. Esto se debe a que la tecnología ofrece mayor visibilidad de la información, una trazabilidad más precisa a nivel de declaración aduanera, así como integración y automatización de procesos. Estos elementos permiten optimizar tiempos, reducir costos operativos” (Entrevistado 9)

“El valor sería uniformidad en la información, seguridad para tema de costos, pagos y mejora procesos de logística” (Entrevistado 10)

Análisis

Se evidencia que la cadena de bloques representa una oportunidad para fortalecer la eficiencia y la diferenciación de las empresas importadoras, y, también plantea ciertos desafíos. Los encuestados reconocen que los beneficios a largo plazo, como la trazabilidad, la reducción de costos y una mayor transparencia, superan las limitaciones iniciales; sin embargo, advierten que la inversión necesaria puede ser elevada, especialmente para las pequeñas empresas que carecen de la capacidad tecnológica y financiera para adoptar estos sistemas.

La competencia global alienta a todas las industrias a lograr un desempeño vanguardista mediante el desarrollo continuo de sus productos y procesos; el conocimiento es el arma más eficaz y poderosa para la sostenibilidad y el crecimiento a largo plazo. La adopción efectiva de blockchain (BCA) y una mejor visibilidad de la cadena de suministro (SCV) a través de la gestión del conocimiento organizacional y de producción (KM) se han convertido en los instrumentos más poderosos para mejorar el desempeño organizacional sostenible (SOP). (Razzaq et al., 2022, como se citó en Cubillo, 2023, p.90)

Unidad de análisis 3: Limitaciones

Más allá de los beneficios atribuidos a esta tecnología, es necesario examinar los factores que pueden limitar su aplicación práctica en el ámbito aduanero y logístico. Aspectos como la complejidad técnica, la dependencia de una infraestructura digital adecuada, el desconocimiento, el poco apoyo gubernamental y las implicaciones económicas de su adopción, se convierten en factores determinantes a la hora de evaluar su viabilidad. Este enfoque nos permite problematizar la implementación de blockchain desde una perspectiva crítica, identificando aquellas barreras que deben abordarse antes de consolidar su integración al comercio internacional costarricense.

1. Costos
2. Desigualdad

3. Burocracia
4. Resistencia
5. Interoperabilidad

Categoría 1: Costos

Descripción

Esta tecnología requiere una elevada inversión inicial, tanto en infraestructura digital como en capacitación del personal, lo que representa un desafío importante, especialmente para las pequeñas y medianas empresas. También, se señaló que los costos asociados a la integración de sistemas, el mantenimiento y la actualización constante, podrían convertirse en obstáculos para su adopción generalizada.

“Considero que uno de los factores más retadores en la implementación del blockchain en la cadena logística, sería la resistencia al cambio debido a que algunos actores de la cadena logística están acostumbrados a procesos manuales o tradicionales, y pueden resistirse al cambio” (Entrevistado 1)

“La falta de estandarización en los datos, los costos de implementación, la resistencia a compartir información sensible y la capacidad tecnológica limitada de muchas empresas, sobre todo pymes. También influye que no todos adopten la tecnología al mismo tiempo” (Entrevistado 2)

“El desconocimiento de la tecnología, la resistencia al cambio, los costos iniciales de adopción y la falta de estandarización entre plataformas son algunos de los principales obstáculos. También influye la poca coordinación entre actores públicos y privados” (Entrevistado 3)

“En cuanto a los precios, considero que el principal reto es el tema de costos. Como

mencioné anteriormente, puede percibirse como una inversión inicial muy elevada, sin tomar en cuenta que a futuro podría generar beneficios significativos. Sin embargo, pienso que esta implementación está más orientada a medianas y grandes empresas, ya que no veo factible que una pequeña empresa destine recursos para invertir en este tipo de tecnologías” (Entrevistado 4)

“Aunque blockchain es seguro, requiere monitoreo constante y mantenimiento técnico, y cualquier fallo en la infraestructura tecnológica podría afectar la operación” (Entrevistado 5)

“Las barreras geopolíticas, la diferencia de criterios en seguridad cibernética si los países no están en buenos términos, no van a compartir esa información” (Entrevistado 6)

“Inversión inicial en infraestructura y capacitación, falta de estandarización internacional, resistencia cultural al cambio. problemas de interoperabilidad entre plataformas existentes” (Entrevistado 7)

“Falta de interoperabilidad entre sistemas, resistencia al cambio por parte de operadores tradicionales, altos costos iniciales de implementación, ausencia de normativa local específica” (Entrevistado 8)

“Uno de los principales factores que podrían dificultar la implementación de blockchain en la cadena logística es el tema gubernamental, ya que actualmente no existe la flexibilidad suficiente para adoptar este tipo de tecnologías. Lo ideal sería que tanto el sector público como el privado pudieran establecer una comunicación efectiva, de manera que se logre la integración de un sistema que reduzca tiempos y errores en los procesos. Además, contar con una certificación avalada por organismos internacionales, como la IATA o una entidad reguladora, brindaría mayor confiabilidad y respaldo, facilitando así la adopción y agilización de los procesos logísticos.” (Entrevistado 9)

“La tecnología no se ha desarrollado ni aplicado de manera uniforme en todo el mundo. En algunos contextos puede utilizarse de forma efectiva, mientras que en otros puede convertirse

en un obstáculo para los negocios. Por ejemplo, yo puedo alimentar los datos desde mi parte, pero si mi socio no cuenta con las mismas condiciones y debo hacer procesos adicionales para adaptarme; la herramienta pierde gran parte de su valor” (Entrevistado 10)

Análisis

A pesar de que la cadena de bloques se percibe como una herramienta con gran potencial, su implementación, se enfrenta a una importante barrera financiera. La inversión inicial en infraestructura tecnológica, sumada a los costes de integración y mantenimiento, crea un escenario que limita especialmente a las pequeñas y medianas empresas; esto genera un riesgo de exclusión tecnológica y podría provocar que los beneficios del blockchain se concentren en organizaciones con mayor capacidad económica, ampliando la brecha de competitividad en el sector.

Blockchain/criptodivisas: 14% de inversión global, USD 30,3 mil millones, cuya inversión se vio afectada por aproximaciones regulatorias sumamente distintas (prohibición en China que desvió interés de inversionistas hacia mercados como EEUU, Canadá y China), no obstante, otras economías han implementado mayor acercamiento entre firmas cripto y reguladores, con el objetivo de contar con mayor seguridad jurídica. (Coto, 2022 como se citó en Cubillo, 2023, p.80).

Categoría 2: Desigualdad

Descripción

El sector logístico en Costa Rica presenta una preparación tecnológica heterogénea para la posible adopción de soluciones como Blockchain. Mientras que algunas empresas más grandes cuentan con recursos y estructuras más desarrolladas para implementar innovaciones digitales; otras, especialmente las pequeñas y medianas, muestran importantes carencias en infraestructura, capacitación y acceso a plataformas tecnológicas. Tal disparidad genera un escenario de desigualdad en el que no todos los actores logísticos están en condiciones de integrar eficazmente un sistema descentralizado.

“La preparación tecnológica del sector logístico es muy variable, sin embargo, considero que este es un sector que se encuentra en un constante estado de transición digital y aunque aún el sector no está completamente listo para adoptar soluciones como blockchain de forma masiva, pero podría traer grandes beneficios el implementar estrategias para una adopción gradual, progresiva y fomentando la formación técnica especializada” (Entrevistado 1)

“Es muy desigual. Los grandes operadores tienen sistemas robustos y recursos para invertir en innovación, pero la mayoría de pequeños operadores todavía trabaja con procesos manuales o sistemas básicos. Entonces, aunque hay interés, todavía no hay una madurez uniforme” (Entrevistado 2)

“Existe una brecha digital importante que debe ser abordada para una adopción equitativa” (Entrevistado 3)

“En los últimos años, el tema del blockchain ha cobrado mucha relevancia a nivel mundial, especialmente porque estamos en una nueva era tecnológica. Sin embargo, considero que en Costa Rica todavía estamos en una fase primeriza en cuanto a su adopción; nos falta bastante camino por recorrer. Podríamos tomar como referencia el ejemplo de países más desarrollados que ya han avanzado en este campo, pero siento que a nivel nacional aún queda mucho por hacer para llegar a ese nivel” (Entrevistado 4)

“En mi opinión, el sector tiene potencial para avanzar, pero sería necesario invertir en infraestructura tecnológica, estandarización de procesos y capacitación, especialmente en las empresas más pequeñas, para que puedan implementar soluciones como blockchain de manera efectiva” (Entrevistado 5)

“Nula, no considero que estén listos a nivel nacional, a nivel mundial si se están listos. A nivel nacional, existen falencias en infraestructura, digitalización de procesos y manejo de información, sumadas a retos específicos como los controles fitosanitarios, que hacen que el país esté aún en una fase inicial” (Entrevistado 6)

“El nivel de preparación es heterogéneo. Grandes operadores logísticos tienen infraestructura y visión estratégica para adoptarlas, mientras que muchas pymes aún carecen del conocimiento técnico y del acceso a plataformas compatibles” (Entrevistado 7)

“Heterogéneo. Algunos actores como aduanas, PROCOMER o grandes operadores logísticos cuentan con sistemas robustos; sin embargo, otros eslabones, especialmente pymes o intermediarios, presentan limitaciones tecnológicas, falta de capacitación y escasa inversión en innovación” (Entrevistado 8)

“El nivel de preparación tecnológica del sector logístico para adoptar soluciones como blockchain varía según el ámbito. A nivel privado, las empresas muestran mayor disposición y capacidad para implementar estas herramientas, ya que cuentan con la flexibilidad y los recursos para adaptarse. Sin embargo, a nivel gubernamental o público todavía existen diversas variables que limitan su desarrollo, como la falta de infraestructura tecnológica, procesos normativos rígidos y la ausencia de marcos regulatorios adecuados” (Entrevistado 9)

“En Costa Rica hay mucho tema pendiente para poder desarrollar la tecnología, desde la aduana donde los sistemas han tendido fallos y han sido criticados por la plataforma, los predios que aún se rigen por papelería incluyendo a los mismos clientes, solo por citar algunos ejemplos” (Entrevistado 10)

Análisis

Es evidente que la falta de preparación tecnológica uniforme en el sector logístico, es una limitación clave para la adopción de la cadena de bloques. Esta brecha entre las empresas con alta capacidad digital y aquellas con recursos limitados no solo retrasa la implementación generalizada, sino que, también amenaza con crear un sistema fragmentado en el que los beneficios de la trazabilidad y la transparencia no se distribuyen de manera equitativa. En la práctica, esto podría

traducirse en una pérdida de competitividad para ciertos actores y, por extensión, para el comercio exterior costarricense en su conjunto. Lanzini et. al (2021), explican lo siguiente al respecto:

Una cadena de suministro puede beneficiarse de la visibilidad del flujo de bienes, dinero e información habilitada por tecnologías basadas en Blockchain. Sin embargo, solo hay evidencia limitada sobre la perspectiva de las pequeñas y medianas empresas (PYMEs). Esto puede conducir a un papel muy disminuido de las PYMEs en la gestión de la cadena de suministro si grandes consorcios adoptan unilateralmente una arquitectura basada en blockchain para mejorar el rendimiento de toda la cadena (p.1)

Categoría 3: Burocracia

Descripción

Los participantes señalaron que los procedimientos rígidos, los requisitos duplicados y los lentos procesos administrativos causan retrasos que dificultan la adopción de nuevas tecnologías. También, destacaron que la falta de modernización de los sistemas públicos y la resistencia institucional al cambio, limitan la posibilidad de implementar soluciones innovadoras de manera ágil y coordinada. En este sentido, la burocracia no solo retrasa la eficiencia operativa, sino que, también reduce el atractivo y la viabilidad de invertir en blockchain, perpetuando un entorno desfavorable para la transformación digital del comercio internacional de Costa Rica.

El exceso de trabas burocráticas, la falta de transparencia y las debilidades en materia de automatización hacen que los costos y gastos resultantes de las formalidades aduaneras en muchos embarques; sean más elevados que los propios aranceles que deben pagar las empresas por las mercancías importadas. Aunque el promedio mundial de los aranceles ronda el 9%, un estudio elaborado por la Organización Mundial del Comercio indica que los costos comerciales pueden equivaler a la aplicación de un arancel ad valorem del 134% sobre un producto en

los países de altos ingresos y del 219% en los países en desarrollo (OMC, 2015). Estos costos derivan en gran medida de los trámites burocráticos y del elevado número de organismos involucrados en los procedimientos en frontera, lo que se traduce en trámites aduaneros gravosos. Por lo tanto, resulta crucial simplificar los trámites y agilizar, automatizar los procedimientos. Esto explica que cada vez se conceda más importancia a las medidas de facilitación del comercio por medio del uso de la tecnología. (Chávez, 2021, como se citó en Cubillo, 2023, p.110)

“Al ser una tecnología relativamente nueva y aun en desarrollo, pueden existir varias barreras que involucran factores legales, institucionales, regulatorios, económicos y culturales” (Entrevistado 1)

“La falta de infraestructura tecnológica homogénea, la ausencia de políticas claras que incentiven la interoperabilidad, los marcos regulatorios que no están adaptados y las limitaciones presupuestarias de muchas instituciones públicas y privadas” (Entrevistado 2)

“Las principales barreras son la falta de regulación específica, la fragmentación de sistemas tecnológicos entre entidades públicas y privadas, y la ausencia de una estrategia nacional que promueva la interoperabilidad y confianza digital” (Entrevistado 3)

“Considero que existen algunos factores que podrían ser un reto, como la seguridad, los costos y, en ciertos casos, los pagos asociados al uso de Blockchain. Los tipos de registros de transacciones contienen información sensible, lo cual puede generar cierta preocupación en las empresas. No es imposible de manejar, pero desde su perspectiva, estos aspectos podrían percibirse como obstáculos o riesgos a considerar antes de implementar la tecnología” (Entrevistado 4)

“La integración de blockchain es posible, pero requiere infraestructura adecuada, coordinación, regulación clara y preparación del personal para superar estas barreras estructurales” (Entrevistado 5)

“Que las tecnologías de 5G no estén bien implementadas, porque el ancho de banda de un blockchain seguro es muy importante, ya que, contiene una gran base de datos. Los sistemas de la aduana, los sistemas de cliente, de la naviera, si no están preparados para esa integración, no se puede llevar a cabo de manera exitosa” (Entrevistado 6)

“Rigidez en los sistemas públicos actuales, falta de políticas claras sobre gobernanza de datos, limitada conectividad tecnológica en zonas periféricas” (Entrevistado 7)

“Limitado presupuesto estatal para modernización tecnológica, falta de estándares técnicos comunes, debilidad en ciberseguridad en algunos sistemas públicos y privados” (Entrevistado 8)

“La resistencia al cambio en organizaciones que aún dependen de modelos tradicionales, y la ausencia de un marco regulatorio que brinde seguridad jurídica para su aplicación” (Entrevistado 9)

“Uno de los desafíos es la relación con socios que no formen parte del sistema, ya que esto puede generar trabajo adicional para mantener actualizado el blockchain y, al mismo tiempo, cumplir con los requerimientos del socio de manera paralela” (Entrevistado 10)

Análisis

La burocracia supone un reto fundamental para la integración de tecnologías nuevas como el blockchain en el comercio internacional, ya que refleja un sistema institucional que prioriza los trámites formales sobre la agilidad y la eficiencia. En el caso de Costa Rica, la rigidez de los procedimientos, la fragmentación entre instituciones y la ausencia de procesos digitalizados, crean un entorno que no favorece la adopción tecnológica. Este escenario no solo retrasa la modernización del sector logístico, sino que, también limita la competitividad en mercados que ya han avanzado en la simplificación de sus marcos regulatorios.

La burocracia no debe entenderse únicamente como un exceso de trámites administrativos, sino como una expresión de resistencia estructural al cambio, que protege la inercia administrativa y obstaculiza la innovación. Superar este obstáculo requiere no solo voluntad política y modernización normativa, sino, también una visión estratégica que entienda la tecnología como un recurso para mejorar la transparencia y la eficiencia, en lugar de ser una amenaza para el control institucional.

Categoría 4: Resistencia

Descripción

Si bien es cierto que la tecnología ofrece múltiples beneficios, sin embargo, existe un nivel de desconfianza y rechazo inicial derivado tanto del desconocimiento como del hábito de operar bajo sistemas tradicionales. Este escenario crea barreras culturales y organizativas que ralentizan la adopción, ya que, no todos los actores están dispuestos a cambiar sus prácticas habituales o a asumir la curva de aprendizaje que requiere una herramienta de este tipo. Por consiguiente, superar esta resistencia implica no solo formar al personal, sino, también promover una mentalidad más abierta hacia la innovación dentro del sector logístico.

Actualmente, persiste la falta de formación e información en torno a esta tecnología, tanto en su alcance, como en su inversión de implantación, así como en su definición y aplicabilidad en la cadena de suministro. Este problema es considerado como una barrera que obstaculiza su evolución e incorporación. (Alonso,2019, como se citó en Cubillo, 2023, pp.93-94)

“Muy alta. Es sabido que generalmente se le teme a lo desconocido y este tipo de tecnologías pueden representar más que un reto un temor para aquellos que la desconocen y están habituados a las tecnologías tradicionales. Esto sumado a la falta de profesionales con alto grado de conocimiento que pueda colaborar con la transición a esta tecnología por parte de los demás

actores, puede generar mayor resistencia al cambio debido a la falta de claridad y dispersión del conocimiento sobre esta tecnología” (Entrevistado 1)

“La resistencia existe y es normal. Muchos lo ven como un costo adicional o temen perder control sobre su información. También está la curva de aprendizaje. Pero creo que, si se muestran beneficios tangibles, como ahorros y menos riesgos, esa resistencia puede ir disminuyendo” (Entrevistado 2)

“Es considerable, sobre todo en sectores donde hay poca capacitación digital o donde se percibe la tecnología como una amenaza al control tradicional. Es necesario un acompañamiento formativo y una estrategia de adopción gradual” (Entrevistado 3)

“Yo creo que ese cambio es inevitable. Tarde o temprano, todas las áreas de las empresas y de las distintas profesiones van a tener que adaptarse a este tipo de tecnologías, y la logística no es la excepción. Hoy en día todavía hay compañías que manejan sus procesos de manera más tradicional, incluso con documentos físicos que deben ser llevados por mensajeros. Eso implica depender de una persona para completar trámites, con el riesgo de que se olvide un documento o haya que repetir un recorrido, lo que al final significa más tiempo y costos adicionales. Con la implementación de soluciones como blockchain, muchos de esos problemas podrían evitarse, al centralizar la información de forma digital, segura y accesible en tiempo real” (Entrevistado 4)

“Estamos en constante cambios, pero hay que tener en cuenta que la logística en CR, siendo tan conservadores, algunas personas muestran reticencia a modificar procesos establecidos, incluso cuando las nuevas tecnologías ofrecen mejoras claras. Además de la falta de marcos legales claros” (Entrevistado 5)

“Considero que la resistencia al cambio existe en el ente gubernamental más que el cliente, el gobierno es el que no desea digitalizarse” (Entrevistado 6)

“Existe resistencia moderada, principalmente por desconocimiento o temor a la

obsolescencia laboral. Sin embargo, cuando los beneficios son tangibles (eficiencia, reducción de costos, cumplimiento normativo), la aceptación mejora significativamente” (Entrevistado 7)

“Existe una resistencia cultural al cambio, especialmente en sectores acostumbrados al manejo manual de procesos. No obstante, dicha resistencia puede superarse mediante capacitación, demostración de beneficios tangibles, e incentivos estatales para adopción tecnológica” (Entrevistado 8)

"La resistencia al cambio en el proceso logístico suele estar vinculada a un tema generacional y a la preferencia por mantener métodos tradicionales. Muchos actores muestran reticencia a innovar, lo que limita la adopción de nuevas tecnologías y, en consecuencia, frena las oportunidades de crecimiento y modernización dentro del sector." (Entrevistado 9)

“El problema principal está en los costos. Aunque a largo plazo la inversión puede generar beneficios importantes, en un inicio representa un gasto fuerte que puede afectar los objetivos financieros de la empresa. Es decir, durante ese período de adaptación, los números no siempre van a reflejar los resultados esperados, y eso puede desincentivar la decisión de implementar la tecnología” (Entrevistado 10)

Análisis

La resistencia al cambio es una de las barreras más complejas para la adopción del blockchain en la cadena logística. Esta oposición no es solo un temor natural a lo desconocido, sino, también una falta de confianza en los sistemas digitales que modifican las formas de trabajo tradicionales. Esta actitud puede convertirse en un obstáculo de carácter estructural, ya que retrasa la transición hacia procesos más eficientes y limita la competitividad del sector en los mercados internacionales que ya están avanzando con estas tecnologías.

Categoría 5: Interoperabilidad

Descripción

En el blockchain si las plataformas utilizadas por los distintos actores de la cadena logística no logran una integración adecuada, podrían generarse duplicidades de trabajo, inconsistencias en los registros y demoras en la validación de la información. A ello se suma que la coexistencia de tecnologías heterogéneas y la ausencia de estándares comunes dificultan el intercambio ágil de datos, lo que limita el verdadero potencial para ofrecer transparencia y eficiencia. Este escenario evidencia que la interoperabilidad no constituye únicamente un requisito técnico, sino, también un reto de carácter organizacional y normativo que debe abordarse de manera integral en las empresas.

“Considero que uno de los riesgos relevantes es la desconexión con sistemas logísticos tradicionales junto con la incompatibilidad entre plataformas blockchain que puede llevar a que empresas o instituciones que usan distintas redes blockchain no pueden comunicarse fácilmente entre sí, con lo cual esta conexión eficaz, en lugar de mejorar los procesos más bien generaría una duplicidad el trabajo y una reducción la trazabilidad efectiva” (Entrevistado 1)

“El principal riesgo es que no todos usen el mismo estándar o la misma plataforma. También está la dificultad de integrar los sistemas tradicionales con blockchain y el problema de la calidad de los datos: si lo que se sube es incorrecto, la trazabilidad se ve afectada, aunque la tecnología sea segura”

“Los principales riesgos incluyen la incompatibilidad entre plataformas utilizadas por diferentes actores, la falta de estándares técnicos compartidos, y la dificultad de integrar blockchain con sistemas aduaneros o logísticos ya existentes”

“Yo considero que el blockchain podría aplicarse en gran parte del proceso logístico, quizás en un 75% u 80%, ya que esta tecnología tiene un alcance muy amplio. Tal vez no se logre una cobertura total en todas las áreas o países, porque todavía hay limitaciones en ciertos

entornos, pero en su mayoría sí puede implementarse de manera efectiva. En el caso de Costa Rica, siento que todavía no estamos al 100% listos, aunque sí existe un potencial considerable para avanzar en esa dirección”

“Para mí, que blockchain funcione correctamente en trazabilidad depende de que los sistemas puedan comunicarse entre sí, con reglas claras, buena coordinación entre todos los actores y tecnología compatible”

“Un Hackeo o bien ingresar una mercancía errónea que después no se pueda corregir”

“Falta de estándares comunes para el intercambio de datos. Dificultades para conectar sistemas antiguos con tecnologías emergentes. Posible fragmentación de plataformas que impida la adopción masiva. Conflictos de gobernanza sobre quién controla y valida los datos”

“Diferencias en los niveles de digitalización. Riesgos en la sincronización de datos en tiempo real. Necesidad de establecer marcos de confianza y estándares comunes de acceso a la red”

"Un riesgo relevante de interoperabilidad al hablar de blockchain en trazabilidad es que, si no se cuenta con un plan de contingencia adecuado, el cliente podría experimentar una afectación en la calidad del servicio. Es fundamental garantizar que, aun cuando surjan fallas técnicas o limitaciones en la conexión entre sistemas, las operaciones continúen de la mejor manera posible, evitando interrupciones que perjudiquen la continuidad del flujo logístico."

“Esto puede suceder por temas financieros de otros socios e incluso de culturas en países o regiones donde la apuesta por la tecnología no sea tan rentable o favorecida para aplicar totalmente”

Análisis

La dificultad de lograr que las plataformas de los diferentes actores funcionen de manera coordinada, puede afectar la coherencia de la información y la eficiencia de los procesos. Esto demuestra que la interoperabilidad no solo implica aspectos técnicos, sino, también la necesidad de establecer acuerdos y protocolos entre las organizaciones involucradas. Por lo tanto, una gestión adecuada es esencial para garantizar que la tecnología cumpla su propósito de mejorar la transparencia y la coordinación en la cadena logística. CEPAL (2021), indica que el blockchain mejora la interoperabilidad de esta forma:

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 (p.6)

Interpretación de datos

Los resultados obtenidos muestran que el cumplimiento de las regulaciones aduaneras en Costa Rica se percibe como estrictamente controlado; esto garantiza la seguridad e integridad de los procesos de importación de baterías de litio. Esta rigurosidad, si bien garantiza la correcta aplicación de la normativa, introduce rigidez que podría dificultar la integración de tecnologías como el blockchain. La importancia que se atribuye a la verificación de la clasificación arancelaria, los permisos y la documentación refleja la necesidad de mantener registros precisos y fiables, una situación en la que blockchain podría desempeñar un papel relevante.

En términos de beneficios potenciales, los resultados indican que blockchain podría generar mejoras significativas en la eficiencia de la cadena logística al reducir errores, optimizar

tiempos y reducir costos operativos. La implementación de un sistema seguro y transparente refuerza la fiabilidad de la información y facilita la coordinación entre los diferentes actores involucrados en la importación, creando un entorno más ágil y confiable.

Asimismo, la automatización de los registros documentales minimiza la intervención humana, evitando inconsistencias y acelerando la trazabilidad de los productos. Estos aspectos demuestran que la adopción de blockchain no solo tiene un impacto operacional, sino que, también puede contribuir a potenciar la competitividad de las empresas costarricenses y del sistema aduanero, promoviendo un entorno logístico más seguro y transparente.

No obstante, la implementación de esta tecnología se enfrenta a significativas limitaciones. La inversión inicial necesaria supone un reto crítico, especialmente para empresas de menor tamaño, lo que crea desigualdad en la capacidad de adopción entre las grandes y las pequeñas organizaciones. La burocracia y los rígidos procesos administrativos representan barreras estructurales que restringen la agilidad necesaria para la integración tecnológica.

Así como, la interoperabilidad entre diferentes sistemas supone un reto técnico y organizativo, ya que, la falta de integración puede dar lugar a duplicaciones, incoherencias y retrasos que limitan el potencial de la cadena de bloques para garantizar la transparencia y la eficiencia. Por otro lado, la resistencia al cambio por los agentes logísticos, motivada por la costumbre de operar con métodos tradicionales y el desconocimiento de la tecnología, se identifica como un obstáculo que puede ralentizar la adopción y afectar la competitividad del sector.

En síntesis, la interpretación de los resultados muestra que, si bien el blockchain ofrece un potencial considerable para optimizar la eficiencia, la trazabilidad y la confiabilidad en los procesos de importación de baterías de litio; su implementación depende de la gestión simultánea de factores regulatorios, financieros, organizacionales y culturales. La incorporación efectiva de esta tecnología requiere el desarrollo de estrategias que faciliten su integración, promuevan la cooperación entre los actores involucrados y reduzcan las desigualdades existentes, con el fin de garantizar un impacto positivo, sostenible y prolongado en la cadena logística costarricense.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El capítulo de conclusiones y recomendaciones presenta los hallazgos más relevantes obtenidos durante la investigación, organizados según los objetivos específicos y la pregunta central de estudio. Esta sección resume cómo la implementación de la tecnología blockchain podría influir en la trazabilidad de las baterías de litio importadas de China a Costa Rica, destacando los beneficios identificados, las limitaciones que podrían originarse y las oportunidades de mejora en los procesos logísticos y aduaneros.

A partir de estos resultados, se formulan recomendaciones para potenciar la integración tecnológica en la cadena logística, mejorar la coordinación entre los diferentes actores involucrados, velar por la interoperabilidad de los sistemas y optimizar la automatización de los registros documentales. Estas medidas buscan promover un proceso de importación más eficiente, seguro y confiable, garantizando que la implementación del blockchain no solo mejore la trazabilidad y el cumplimiento normativo, sino que, también potencie la competitividad de las empresas costarricenses y del sistema aduanero, y, simultáneamente, que facilite la gestión de la información crítica en tiempo real.

Conclusiones

Los procesos aduaneros en la importación de baterías de litio de China hacia Costa Rica se distinguen por su rigor y control, aunque dependen del cumplimiento completo de la documentación y permisos, cuya ausencia genera retrasos significativos.

En consecuencia, la verificación de requisitos técnicos y arancelarios resulta crucial para garantizar precisión en la cadena logística; sin embargo, la falta de coordinación interinstitucional provoca duplicidad de funciones y tiempos innecesarios.

Como resultado, la percepción general del proceso es positiva, puesto que, los actores reconocen la capacidad del sistema aduanero para mantener la seguridad y el control, aunque existen oportunidades de mejora en la agilización de tiempos y la coordinación interinstitucional.

Es necesario resaltar que la gestión documental se posiciona como un pilar esencial para la trazabilidad y seguridad, ya que cualquier inconsistencia o error no solo genera sobrecostos, sino que, también incrementa los riesgos operativos de la cadena.

Asimismo, la viabilidad de implementar blockchain varía según el tamaño y capacidad financiera de las empresas, siendo más accesible para grandes organizaciones, mientras que las pequeñas enfrentan barreras de inversión y recursos.

En cuanto a los beneficios, se desprende que la adopción de blockchain optimiza la eficiencia al reducir errores humanos, acelerar trámites y facilitar un flujo de información más ágil, lo que mejora la planificación logística.

Se concluye que la transparencia aportada por el blockchain incrementa la confianza entre los actores de la cadena de suministro al permitir un control más claro de cada etapa y al disminuir la manipulación indebida de datos.

Resulta necesario decir que, la adopción de la cadena de bloques representa una oportunidad para consolidar la colaboración entre el sector público y el privado, ya que su eficacia depende de la disposición de las instituciones y las empresas a compartir información de manera transparente y estandarizada.

La tecnología permite un control preciso de la trazabilidad, asegurando que cada movimiento de las baterías de litio quede registrado de forma segura y accesible, lo que optimiza la planificación y toma de decisiones.

También, la automatización de registros documentales minimiza la intervención humana, disminuye inconsistencias y acelera la gestión, contribuyendo a un proceso más confiable y ágil.

En efecto, la incorporación gradual de esta tecnología podría contribuir a la sostenibilidad del comercio exterior al reducir el uso de papel y optimizar los recursos destinados a la administración de documentos; esto significa alinearse a prácticas más responsables y eficientes.

Inclusive, la implementación de blockchain potencia la competitividad de las empresas y del sistema aduanero al integrar información, optimizar procesos y ofrecer ventajas frente a competidores que operan con sistemas tradicionales.

Referente a las limitaciones, se concluye que los costos iniciales constituyen un obstáculo importante, especialmente para empresas pequeñas, limitando su capacidad de adopción y generación de beneficios.

Como resultado, la desigualdad tecnológica genera brechas entre empresas de distintos tamaños, creando disparidades en la capacidad de aprovechar los beneficios de blockchain dentro de la misma cadena logística.

La aceptación de blockchain requiere una estrategia de transición paulatina, acompañada de políticas claras y apoyo estatal, cuyo propósito es disminuir las diferencias tecnológicas y financieras entre los distintos actores del sistema logístico.

Además, la burocracia y los procedimientos administrativos rígidos dificultan la modernización, generando demoras y reduciendo la eficiencia del sistema y la resistencia al cambio por parte de los actores logísticos, constituye una barrera que puede retrasar la implementación tecnológica y limitar sus efectos positivos.

Asimismo, la limitada interoperabilidad entre sistemas heterogéneos dificulta el flujo de información y la coordinación entre actores, subrayando la necesidad de establecer estándares y

protocolos que permitan maximizar el potencial de blockchain en la trazabilidad de las baterías de litio.

La formación del personal involucrado en los procesos logísticos es un factor determinante para la correcta implementación de blockchain, ya que el desconocimiento técnico puede limitar el aprovechamiento de sus beneficios y generar errores operativos.

En síntesis, la aplicación de la tecnología blockchain en la trazabilidad de las baterías de litio, podría transformarse en un factor diferenciador para Costa Rica, posicionando al país como un referente regional en materia de innovación aduanera y facilitando mejor el comercio.

Finalmente, en respuesta a la pregunta de investigación, se establece que la implementación de blockchain en la trazabilidad de las baterías de litio importadas de China hacia Costa Rica, presenta un alto potencial para mejorar eficiencia, transparencia, trazabilidad y competitividad; pero, requiere abordar cuidadosamente los costos, la infraestructura tecnológica, la interoperabilidad y la resistencia al cambio para asegurar una adopción exitosa y sostenible.

Recomendaciones

Se recomienda al Departamento de Fiscalización y Control Aduanero de la Dirección General de Aduanas que fortalezca sus procesos de control mediante la creación de un protocolo unificado para la verificación técnica y arancelaria de las baterías de litio. Esta acción permitiría reducir errores y homogeneizar los criterios de fiscalización en todos los puntos de ingreso al país.

A las cámaras empresariales y asociaciones logísticas, se les aconseja promover programas de capacitación continua sobre blockchain y trazabilidad digital. Estos talleres deben realizarse periódicamente, fortaleciendo las competencias técnicas del personal y reduciendo la brecha tecnológica entre empresas grandes y pequeñas.

Se aconseja al Ministerio de Hacienda, por medio de su Departamento de Tecnología que creen una mesa técnica de interoperabilidad, la cual debe ser responsable de elaborar protocolos

compartidos entre sistemas públicos y privados. Esta acción es posible implementarla a corto plazo, posibilitará una integración tecnológica más amplia y proporcionará mayor transparencia en las operaciones.

Es aconsejable que el MICITT, por medio de la Dirección de Innovación, brinden facilidad de líneas de crédito y de distinciones a las compañías que implementen tecnologías de blockchain. Esto impulsará la competitividad del sector logístico y estimulará la innovación.

Se incentiva a las instituciones financieras a mantener líneas de crédito a las pymes interesadas en digitalizar sus procesos logísticos mediante el uso de la cadena de bloques. Esto democratizará el acceso a la tecnología y fortalecerá la competitividad del comercio exterior costarricense.

La Dirección General de Tecnologías de Información y Comunicación (DGTIC) del Ministerio de Hacienda, podría fomentar la creación de una ventanilla única digital específica para mercancías peligrosas o de alto riesgo, como las baterías de litio. Esto agilizaría los trámites interinstitucionales y reduciría los tiempos de despacho.

Se sugiere que la Dirección de Tecnología del Ministerio de Hacienda explore la creación de una infraestructura nacional de blockchain aplicada al comercio exterior, que funcione como una red segura y compartida entre aduanas, importadores y transportistas.

Asimismo, se aconseja a la Gestión Técnica de la Dirección General de Aduanas, a que desarrolle manuales actualizados acerca de los requisitos para importar productos peligrosos que incluyan métodos digitales, con el objetivo de armonizar las regulaciones con las nuevas tecnologías.

También, se le sugiere al Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC), a través de la Dirección de Apoyo a la Pequeña y Mediana Empresa (DIGEPYME), impulsar programas prácticos de acompañamiento digital dirigidos específicamente a pequeñas empresas que realizan

importaciones. Estos programas deberían incluir asistencia paso a paso, asesorías personalizadas y herramientas sencillas que les ayuden a los importadores a mejorar sus procesos de trazabilidad y gestión documental en sus operaciones internacionales.

Del mismo modo, debería promover proyectos piloto de trazabilidad digital interinstitucional que integren a empresas privadas y entes públicos, evaluando la viabilidad del blockchain en escenarios reales de comercio exterior.

A las empresas importadoras, se les propone evaluar la viabilidad de implementar soluciones de cadena de bloques de manera gradual, priorizando aquellas áreas donde se logrará el mayor impacto operativo y financiero a mediano plazo.

Igualmente, se insta a las empresas importadoras en el sector de tecnología establecer políticas internas de ciberseguridad y gestión de datos, garantizando la integridad de la información que circula en los sistemas blockchain. Esto protege la información confidencial y aumenta la confianza de los socios comerciales.

Además, se les sugiere a las empresas importadoras y exportadoras aplicar blockchain, no solo para trazabilidad, sino, también para auditorías internas y control de cumplimiento normativo, fortaleciendo la transparencia y reputación corporativa.

De igual forma, se recomienda a las compañías de transportes y navieras para que desarrollen sistemas de trazabilidad basados en blockchain, que les permitan el monitoreo de cada etapa del transporte de las baterías de litio en tiempo real, para que quede registrada y sea verificable.

Se insta a los diferentes departamentos operacionales de empresas consolidadoras de cargas como NVOCC y freight forwarder, establecer indicadores de desempeño (KPIs) vinculados al uso de blockchain y la trazabilidad digital, con revisiones semestrales para medir el impacto y optimizar resultados.

Se sugiere al departamento documental de las empresas NVOCC, utilizar tecnología de bloques que permitan registrar y compartir información de manera segura y transparente en todas las etapas del proceso logístico. Esto incluye la emisión de documentos electrónicos de embarque, certificaciones de carga y actualizaciones en tiempo real sobre el estado del envío.

Asimismo, se pueden incorporar contratos inteligentes (smart contracts), basados en blockchain para automatizar procesos como la liberación de documentos de embarque, confirmación de pagos y validación de entregas. Esta acción agiliza los tiempos de respuesta, reduce costos administrativos y garantiza la transparencia en las transacciones entre los socios comerciales.

Se recomienda a la Universidad Internacional de las Américas implementar estudios continuos sobre el impacto económico, ambiental y operativo del blockchain en la trazabilidad logística, especialmente en la Carrera de Comercio Internacional, porque aporta datos útiles para la toma de decisiones.

Finalmente, se recomienda a estudiantes de la misma carrera generar un estudio comparativo sobre la capacidad tecnológica para implementar el blockchain entre Costa Rica y otros países con mayor adaptabilidad tecnológica, para identificar las diferentes prácticas que se pueden adoptar en el país con el contexto de fortalecer la eficiencia operativa.

Referencias Bibliográficas

- 7 Types of Lithium-Ion Batteries: Comparison & Applications. (s. f.). Ufine Battery [Official]. <https://www.ufinebattery.com/blog/types-of-lithium-batteries/>
- AduanaNews.com. (2022b, marzo 3). Aduanas de Costa Rica contrata a Tradelens para examinar flujos de documentos basados en blockchain. Aduana News. <https://aduananews.com/aduanas-de-costa-rica-contrata-a-tradelens-para-examinar-flujos-de-documentos-basados-en-blockchain/>
- Aplicaciones De La Tecnología blockchain En Las Cadenas De Suministro En La Industria Alimentaria Costarricense Durante El Período 2021-2022. (2023). [Licenciatura En Comercio Internacional, Universidad Internacional De Las Américas]. <http://repositorio.uia.ac.cr:8080/server/api/core/bitstreams/fa5614b3-39e6-4172-804c-58356feaf85b/content>
- Aranibar-Ramos, E. R., & Quispe-Ambrocio, A. D. (2023). Exploración del comercio global: una revisión integral del comercio internacional y el comercio exterior. *Quipukamayoc*, 31(66), 85-100. <chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.scielo.org.pe/pdf/quipu/v31n66/1609-8196-quipu-31-66-85.pdf>
- Ayala, M. (2021, 12 marzo). Fuentes secundarias de información. Lifeder. <https://www.lifeder.com/fuentes-secundarias-de-informacion/>
- Bartolomeo, A., & Machin Urbay, G. (2020). Introducción a la tecnología blockchain: su impacto en las Ciencias Económicas. *Ponencia presentada en Jornadas de Ciencias Económicas. Buenos Aires*, 7(8). chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://bdigital.uncuyo.edu.ar/objetos_digitales/15304/14.-introduccionalatecnologia.pdf

Bnce, B. ®. (2021). Control y manejo de mercancías peligrosas – Barra Nacional de Comercio Exterior. <https://barradecomercio.org/?p=733#.YsCxG3bMLrd>

Blockchain E Inteligencia Artificial: Modelo Para La Trazabilidad De Productos En La Cadena De Suministro. (2023). [Magíster en Ingeniería Industrial y de Sistemas, magister en gestión de la sustentabilidad, magister en dirección de proyectos, Universidad del desarrollo]. <https://repositorio.udd.cl/server/api/core/bitstreams/40b4e158-ac40-41e1-bae6-ba837c23ac73/content>

Blockchain. El modelo descentralizado hacia la economía digital. (s. f.). Google Books. https://books.google.co.cr/books?id=I824EAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Blockchain: la nueva economía. (2020). [Maestría en Gerencia de Proyectos, Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología, Costa Rica.]. <https://repositorio.ulacit.ac.cr/bitstream/handle/20.500.14230/9706/032143.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Canales en Aduanas. Verde, Naranja y Rojo. (s. f.). https://acrosslogistics.com/blog/canales-en-aduanas-verde-naranja-y-rojo?utm_source=chatgpt.com

Cargo ship carrying burning lithium-ion batteries reaches Alaska, but kept offshore | AP News. (2023, 30 diciembre). AP News. https://apnews.com/article/cargo-ship-fire-alaska-safety-precautions-38e7a4e5e882617d184eb73ec928814e?utm_source=chatgpt.com

CEPAL. (4 de abril de 2022). Especialistas coinciden en importancia del Gobierno digital en la implementación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Obtenido de CEPAL: <https://www.cepal.org/es/notas/especialistas-coinciden-importancia-gobierno-digital-laimplementacion-la-agenda-2030>

El blockchain en la logística del Comercio Internacional Marítimo. (2022). [Máster universitario de gestión del negocio marítimo y del Derecho marítimo, Universidad Europea Valencia]. https://titula.universidadeuropea.com/bitstream/handle/20.500.12880/3578/TFM_Joseba%20Andoni%20Lupianez.pdf?sequence=1

El Uso De La Tecnología blockchain Para Desarrollar Una Cadena Logística Sostenible En El Transporte Marítimo Internacional: Caso Peruano. (2022). [Licenciado En Negocios Internacionales, Universidad De Lima]. https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/17182/T018_71225702_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Espinosa, F. A. M., Segovia, C. F. G., & Lara, P. E. M. (2020). Blockchain: Perspectiva y desafíos desde el comercio internacional. *Revista Publicando*, 7(23), 14-23.

Florez Delgado, D. N. (2022). La Red blockchain y su Rol en la Industria y la Automatización. [Trabajo de Grado, Universidad Santo Tomás]. Repositorio Institucional. <chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://repository.usta.edu.co/server/api/core/bitstreams/13306593-340a-49f3-b9bf-03845887ec3d/content>

Gallegos, C. (2024, 11 junio). La historia del naufragio de 4.000 coches de lujo por el incendio de un Porsche eléctrico «defectuoso»: así fue el desastre del Felicity Ace. *elEconomista.es*. <https://www.eleconomista.es/motor/noticias/12859867/06/24/la-historia-del-naufragio-de-4000-coches-de-lujo-por-el-incendio-de-un-porsche-electrico-defectuoso-asi-fue-el-desastre-del-felicity-ace.html>

Integración de Secure Container Release en el Puerto de Róterdam (s.f.) Hapag-Lloyd. <https://www.hapag-lloyd.com/en/services-information/offices-localinfo/europe/netherlands/local-info/secure-container-release.html>

Implementación De Un Modelo Piloto Para La Gestión De La Cadena De Suministros Utilizando

- Blockchain. (2021). [Ingeniero Industrial., Universidad técnica de Cotopaxi]. <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/6d2ec311-b4d4-4151-bb17-89bfb1206038/content>
- Lanzini, F., Ubacht, J., & De Greeff, J. (s. f.). blockchain adoption factors for SMEs in supply chain management. *Journal Of Supply Chain Management Science*. <https://doi.org/10.18757/jscms.2021.5624>
- Lutkevich, B., & Ehrens, T. (2022, 1 junio). *implementation*. Search Customer Experience. <https://www.techtarget.com/searchcustomerexperience/definition/implementation>
- Maersk. (2024, 20 julio). A.P. Moller - Maersk and IBM to discontinue TradeLens, a blockchain-enabled global trade platform. *Maersk*. <https://www.maersk.com/news/articles/2022/11/29/maersk-and-ibm-to-discontinue-tradelens>
- Opciones de manejo para las baterías de ion-litio de vehículos eléctricos en Costa Rica. (2022). [Licenciatura en Ingeniería Ambiental, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA]. https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/14061/TF9409_BIB308550_Jennifer_Navarro_Naranjo.pdf?sequence=1&utm_source=chatgpt.com
- Porto, J. P., & Gardey, A. (2021, 5 agosto). *Limitación - Qué es, definición y concepto*. Definición de. <https://definicion.de/limitacion/>
- Quintero, Vanessa. Baterías de Ion Litio: características y aplicaciones. *I+ D Tecnológico*, 2021, vol. 17, no 1, p. 14-22. <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/id-tecnologico/article/view/2907/3616>
- SCR Secure Container Release. (s. f.). SCR. <https://www.securecontainerrelease.com/>

Sruthi Gurudev (2024). El litio de las baterías es la sustancia que mueve el mundo: ¿cuánto sabes de este metal? National Geographic. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2024/01/litio-que-es-importancia-baterias-elemento-mueve-mundo-metal>

Tendencias Actuales en Regulaciones Aduaneras. (2023, 23 noviembre). <https://www.garciayasociados.net/tendencias-actuales-en-regulaciones-aduaneras#:~:text=Las%20regulaciones%20aduaneras%20son%20diversas,a%20trav%C3%A9s%20de%20las%20fronteras.>

Transformación Digital Como Facilitación Aduanera De Costa Rica Para El Año 2022: Caso Blockchain. (2023). [Licenciatura En Comercio Internacional, Universidad Internacional De Las Américas]. <http://repositorio.uia.ac.cr:8080/server/api/core/bitstreams/0611c7aa-b844-4662-b8bd-f7b3c868fed1/content>

ANEXOS

1. ¿Cómo describiría usted el cumplimiento actual de las regulaciones aduaneras en las importaciones de baterías de litio?
2. ¿Qué elementos considera más desafiantes en la verificación aduanera de este tipo de mercancía?
3. ¿Qué percepción tiene sobre el uso de nuevas tecnologías en los procesos aduaneros?
4. ¿De qué manera cree usted que la tecnología Blockchain podría integrarse en los procesos de cumplimiento aduanero?
5. ¿Qué tan viable considera la implementación de un sistema descentralizado en la gestión aduanera de Costa Rica?
6. ¿Qué beneficios percibe en la digitalización de los procesos logísticos y de importación?
7. ¿Qué impacto considera que tendría Blockchain en el procesamiento logístico?
8. ¿De qué manera Blockchain podría mejorar la trazabilidad del producto durante su tránsito?
9. ¿Cómo podría influir Blockchain en la reducción de errores en el proceso de importación?
10. ¿Qué valor agregado cree que Blockchain podría aportar a las empresas importadoras en términos de competitividad?
11. ¿Qué factores considera que podrían dificultar la implementación del Blockchain en la cadena logística?
12. ¿Cómo describiría el nivel de preparación tecnológica del sector logístico para adoptar este tipo de soluciones?
13. ¿Qué barreras estructurales podrían frenar la integración del Blockchain?
14. ¿Cómo percibe usted la resistencia al cambio por parte de los actores involucrados en el proceso logístico?
15. ¿Qué riesgos de interoperabilidad considera relevantes al hablar de Blockchain en trazabilidad?