Diritto e politica dei trasporti

Rivista semestrale *open access* di dottrina, giurisprudenza e documentazione

Fascicolo 1/2025

Con i contributi di
Fernando Elorza Guerrero, Manuel Guillermo Sarmiento García, Emilio Romualdi, Christina Zournatzi, Lucrezia Magli, Nicola Pierpaolo Barbuzzi, Gino Fontana, Martina Baltuzzi, Vincenzo Palo, Paolo Felix Iurich, Marco Di Giugno, Paolo Sabra Piazza, Francesca Di Monaco, Emma Maresca

ISSN 2612-5056

LUISS

La Rivista è promossa dall'Osservatorio sul Trasporto Aereo "Antonio Catricalà" Luiss G. Carli, anno 8, n. 14 (I-2025), ed è registrata presso il Tribunale di Roma al n. 150/2018 del 19 settembre 2018.
The Journal is published by the Air Transport Observatory "Antonio Catricalà" at Luiss G. Carli, and it is registered at the Court of Rome under No. 150/2018 on 19 September 2018.
Direttore responsabile/Editor-in-Chief: Prof. Francesco Gaspari, Università degli Studi "G. Marconi" di Roma e Osservatorio sul Trasporto Aereo "Antonio Catricalà" Luiss G. Carli
http://www.dirittoepoliticadeitrasporti.it/
La rivista è promossa dall'Osservatorio sul Trasporto Aereo "Antonio Catricalà" Luiss G. Carli, anno 7, n. 12 (I-2024)

ISSN 2612-5056
Luiss University Press

Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0 IT) Consentite la consultazione e la condivisione. Vietate la vendita e la modifica.

Diritto e politica dei trasporti è una Rivista online e open-access, classificata dall'Anvur tra le riviste di classe A nell'area disciplinare 12 (Scienze giuridiche), indicizzata da DOAJ – Directory of Open Access Journals (https://doaj.org/) e da ERIH PLUS – European Reference Index for the Humanities and Social Sciences (https://kanalregister.hkdir.no).
Diritto e politica dei trasporti is an online,open-access, Anvur class A Journal, subject area 12 (Law). It is indexed in DOAJ – Directory of Open Access Journals (https://doaj.org/) and in ERIH PLUS – European Reference Index for the Humanities and Social Sciences (https://kanalregister.hkdir.no).

Grafica e impaginazione: Ente Nazionale Aviazione Civile e Luiss University Press
Pubblicato nel mese di ottobre 2025

Modalità di invio dei contributi
Chiunque può inviare il suo scritto in file ".doc" alla direzione della Rivista (direzione@dirittoepoliticadeitrasporti.it) o alla Segreteria editoriale (redazione@dirittoepoliticadeitrasporti.it) unitamente alle seguenti informazioni:
1) i dati personali dell'Autore, la qualifica accademica e/o professionale, nonché i recapiti;
2) un abstract in lingua inglese e uno in lingua italiana, che non deve superare le 1.000 battute ciascuno (spazi inclusi), 5 parole chiave;
3) l'autorizzazione al trattamento dei dati personali forniti dall'Autore alla Rivista, ai sensi del Regolamento UE 679/2016 del Parlamento europeo e del Consiglio del 27 aprile 2016 (Regolamento Generale sulla Protezione dei Dati), nonché del decreto legislativo 30 giugno 2003, n. 196 (Codice in materia di protezione dei dati personali);
4) una formale richiesta di pubblicazione, che si intende implicitamente inclusiva delle seguenti dichiarazioni da parte dell'Autore:
a) che il lavoro sia esclusivo frutto dell'Autore e sia stato redatto nel rispetto delle norme del diritto d'autore e della riservatezza delle informazioni anche con riferimento alle fonti utilizzate;
b) che l'Autore non ha già pubblicato ovvero non ha chiesto la pubblicazione dello scritto ad altra rivista, salvo espresso consenso del Direttore o del Comitato di direzione;
c) che le posizioni espresse impegnano l'Autore e non la Rivista;
d) che l'Autore esonera la Rivista da ogni responsabilità con riguardo alla scelta di pubblicare lo scritto, non pubblicarlo o di rimuoverlo dalla rivista in caso di violazione di norme di legge o nei casi previsti dal Codice etico adottato dalla Rivista;
e) che l'Autore rispetta tutte le altre indicazioni contenute nel Codice etico della Rivista.
Il Direttore o il Comitato di direzione si riserva di non pubblicare i contributi che non rispettino le caratteristiche editoriali richieste. Gli autori sono gli unici responsabili dei contenuti dei loro scritti. Non si accettano scritti anonimi.
Tutti i contributi sono pubblicati in formato PDF. Si possono stampare gli "estratti" con le indicazioni tipografiche della Rivista e con la data di pubblicazione.
I criteri redazionali sono indicati nell'apposita sezione della Rivista.

Submission of contributions
Manuscripts are sent in ".doc" format to the Journal's Executive Editors (direzione@dirittoepoliticadeitrasporti.it) or to the Editorial Staff (redazione@dirittoepoliticadeitrasporti.it). The e-mail includes the following information:
1) Author's personal data, academic and/or professional qualifications, contacts;
2) an abstract in Italian language and an abstract in English of not more than 1.000 characters each (including spaces), 5 key words;
3) authorization to process personal data provided by the Author to the Journal in accordance with Regulation EU 679/2016 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 (General Data Protection Regulation), and Legislative Decree 30 June 2003, No. 196 (Italian Personal Data Protection Code);
4) request to publish the manuscript, which implicitly includes the following declarations by the Author:

a) that the manuscript is the result of research activity conducted by the Author and that it complies with the rules on intellectual property rights and on confidentiality of information, also with regards to the sources used;
b) that the manuscript has not been already published nor has been submitted for publication to another Journal, except for express consent by the Editor-in-Chief or the Executive Editors;
c) that the views expressed in the publication are the sole responsibility of the Author and do not reflect the views of the Journal;
d) that the Author explicitly exonerates the Journal of all responsibility with regards to the choice to publish the manuscript, not to publish it, as well as to remove it from the Journal in the event of a breach of any legal provisions or in the cases laid down in the Code of Ethics adopted by the Journal.
e) that the Author abides by all other provisions of the Journal's Code of Ethics.
The Editor-in-Chief and the Executive Editors reserve the right not to publish contributions that do not comply with the editorial criteria. Authors only are exclusively responsible for the contents of their writings. Anonymous writings are not accepted.
All contributions are published in PDF format. Off-prints may be downloaded and printed.
Editorial criteria are available online, in the relevant section of the Journal.

Comitato di direzione/Executive Editors
Pres. Pierluigi Di Palma (Ente Nazionale Aviazione Civile)
Prof. Ruggiero Dipace (Università del Molise)
Prof. Francesco Gaspari (Università degli studi di Roma "Guglielmo Marconi")
Prof.ssa Laura Lamberti (Università degli studi della Campania "Luigi Vanvitelli")

Comitato scientifico e tecnico /Scientific and Technical Board
Presidente
Prof. Aristide Police (Luiss "G. Carli")
Componenti
Dr. Ruwantissa Abeyratne (Aviation Strategies International – Montreal)
Prof. Marco Calabrò (Università degli studi della Campania "Luigi Vanvitelli")
†Prof. Antonio Catricalà (Link Campus University)
Prof. Danilo Ceccarelli Morolli (Università degli studi di Roma "Guglielmo Marconi" e Pontificia Università Gregoriana)
Prof. Michele M. Comenale Pinto (Università di Sassari)
Prof. Pierre de Gioia Carabellese (Fellow of Advance HE – York, UK, e full Professor of Business Law and Regulation – ECU, Perth, Australia)
Prof. Massimo Deiana (Università di Cagliari)
Pres. Pierluigi Di Palma (Ente Nazionale Aviazione Civile)
Prof. Ruggiero Dipace (Università del Molise)
Prof. Alberto Emparanza Sobejano (Universidad del País Vasco – Spagna)
Pres. Mario Folchi (Asociación Latino Americana de Derecho Aeronáutico y Espacial – Argentina)
Prof. Fabio Francario (Università di Siena)
Prof. Francesco Gaspari (Università degli studi di Roma "Guglielmo Marconi")
Prof.ssa Loredana Giani (Università Europea di Roma)
Prof. Brian Havel (McGill University – Montreal)
Avv. Valentina Lener (Aeroporti 2030)
Prof. Mario Libertini (Università degli studi di Roma "La Sapienza")
Avv. Gianluca Lo Bianco (Ente Nazionale Aviazione Civile)
Prof. Sergio Marchisio (Università degli studi di Roma "La Sapienza")
Prof. José Manuel Martin Osante (Universidad del País Vasco – Spagna)
Pres. Gerardo Mastrandrea (Consiglio di Stato)
Prof. Roberto Miccù (Università degli studi di Roma "La Sapienza")
Prof. Marco Fabio Morsello (Tribunal de Justiça do Estado de São Paulo – Brasile)
Prof. Angelo Piazza (Università di Roma "Foro Italico")
Prof. Elisabetta G. Rosafio (Università degli studi di Roma "Tor Vergata")
Prof. Francesco Rossi Dal Pozzo (Università degli studi di Milano)
Prof.ssa Maria Alessandra Sandulli (Università Roma Tre e Corte costituzionale)
Prof. Mario Sebastiani (Università degli studi di Roma "Tor Vergata")
Prof. Christoph Schmid (Universität Bremen – Germania)
Prof. Franco Gaetano Scoca (Università degli studi di Roma "La Sapienza")
Prof. Stefano Salvatore Scoca (Università degli studi di Roma "La Sapienza")
Prof. Leopoldo Tullio (Università "Sapienza" – Roma)

Comitato editoriale/Editorial Board
Prof.ssa Flaminia Aperio Bella
Avv. Patrizia Beraldi
Prof.ssa Yolanda Bustos Moreno
Avv. Luigi Cameriero
Avv. Marco Cappai
Prof. Luigi De Propris
Avv. Marco Di Giugno
Dott. Federico Di Palma
Avv. Fabrizio Doddi
Avv. Francesco Ferrara
Dott. Simone Francario
Avv. Raissa Frascella
Dott. Guglielmo Aldo Giuffrè
Prof.ssa Annarita Iacopino
Prof.ssa Maria Assunta Icolari
Avv. Emanuela Lanzi
Dott. Antonio Mitrotti
Avv. Andrea Nardi
Dott. Simone Paoli
Avv. Anton Giulio Pietrosanti
Prof. Marco Ragusa
Dott.ssa Lavinia Samuelli Ferretti
Dott.ssa Ersilia Sanginario
Avv. Francesco Scalia
Prof.ssa Martina Sinisi
Dott.ssa Veronica Sordi
Avv. Giovanni Terrano
Avv. Francesco Tomasicchio
Dott.ssa Sabrina Tranquilli

Diritto e politica dei trasporti

Fascicolo 1/2025 anno 8, n. 14

Brevi cenni in tema di digitalizzazione nel settore dei trasporti e nella logistica portuale*

Christina Zournatzi

Assegnista di Ricerca in Diritto della Navigazione e dei Trasporti, Università degli Studi di Teramo

Abstract

Some brief remarks on the impact of digitalisation in the transport sector and in logistics in ports.

This article analyses the environmental benefits of the recent EU legislative provisions on innovation, digitalisation and adaptation of ports and ships which include an obligation to use on-shore power supply (OPS) or zero-emission technology in ports under the jurisdiction of a Member State. Furthermore, the use of the blockchain technology as an environmentally friendly system in port operations and logistics and as the most effective way to replicate the paper bill of lading, is considered and analysed together with its legal framework.

Il contributo analizza i vantaggi dalla più recente normativa europea sulla digitalizzazione e adeguamento dei porti e delle navi che stabilisce norme uniformi sull'obbligo dell'alimentazione elettrica da terra (on-shore power supply – OPS) o una tecnologia a zero emissioni nei porti di uno Stato membro. Inoltre, esamina l'impiego della tecnologia blockchain sul funzionamento delle operazioni logistiche nei porti e come mezzo più efficace per sostituire la polizza di carico cartacea indagando anche sul contesto normativo.

* Sottoposto a referaggio. Questa pubblicazione è stata finanziata dall'Unione Europea – Next Generation EU. Codice Progetto: ECS00000041; CUP Progetto: C43C22000380007; Titolo Progetto: Innovation, digitalization and sustainability for the diffused economy in Central Italy – VITALITY.

Parole chiave: tecnologia blockchain, polizza di carico, digitalizzazione, porti, alimentazione elettrica da terra.

Key words: blockchain, bill of lading, dematerialization, EU ports, on-shore power supply.

Sommario –1. La tecnologia blockchain al servizio dei trasporti e della logistica portuale. – 2. La semplificazione delle procedure nella logistica portuale. – 3. La digitalizzazione dei documenti dei trasporti: La *blockchain bill of lading. – 3.1. Brevi cenni sulla normativa applicabile.*

1. La tecnologia blockchain al servizio dei trasporti e della logistica portuale

Negli ultimi anni la digitalizzazione e l'utilizzo di internet sono divenuti strumenti essenziali in tutte le attività economiche nonché indispensabili per lo sviluppo e coordinamento delle aziende e del commercio, riducendo i costi da un lato e raggiungendo il massimo risultato possibile dall'altro. Tra tali strumenti anche la technologia *blockchain* è entrata attivamente per agevolare e semplificare il commercio internazionale[1]. Nel 2014 l'Organizzazione Mondiale del Commercio (WTO) ha approvato il nuovo Accordo sulla facilitazione degli scambi (*Trade Facilitation Agreement*, TFA) con scopo principale di semplificare ed accelerare la circolazione transfrontaliera delle merci, i pagamenti elettronici, la documentazione e la trasparenza con misure destinate a portare ad una riduzione globale dei costi del commercio internazionale[2].
La tecnologia *blockchain* è un meccanismo di banca dati, una sorta di sistema contabile digitale che permette la condivisione trasparente dei flussi di informazioni all'interno di una azienda[3] in quanto tiene memoria di dati e di tutte le transazioni che sono avvenute simultaneamente in località differenti senza aver bisogno di un controllo centralizzato per la loro validazione e amministrazione. La medesima, si sta sviluppando in un meccanismo importante per il commercio e

1. A. TETTENBORN, *Shipping and distributed ledgers: Of paper, code and progress*, in B. SOYER B. and A. TETTENBORN A. (eds) *Disruptive Technologies, Climate Change and Shipping* (1st edn Informa 2022) 3. Si veda anche, J. CLARK and D. OWENS, *The role AI and machine learning will play in maritime and trade law* in B. SOYER and A. TETTENBORN (eds) *Disruptive Technologies, Climate Change and Shipping* (1st edn Informa 2022) 85.; S. YOO, *Blockchain based financial case analysis and its implications*, in *Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship*, vol. 11(3), 2017, p. 312.
2. A. BASU BAL, *THE GENERATIVE CARRIAGE OF GOODS*, IN *JOURNAL OF INTERNATIONAL MARITIME LAW*, VOL. 29 (2), 2023, P. 92–118; V. M. KHAN, J. Lee, *Blockchain and energy commodity markets: legal issues and impact on sustainability*, in *Journal of World Energy Law and Business*, December 19, 2021, available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=3989032 or http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3989032; E. Ganne, *Can Blockchain Revolutionize International Trade?*, WTO, Ginevra, 2018, viii.
3. R. PHILIPP, G. PRAUSE, L. GERLITZ, *Blockchain and smart contract for entrepreneurial collaboration in maritime supply chains*, in *Transports and Telecommunication*, 20 (4), 2019, p. 365-378; B. BEHDANI, B. WIEGMANS, V. ROSO, H. HARALAMBIDIS, *Port-hinterland transport and logistics: emerging trends and frontier research*, in *Maritime Economics & Logistics*, 22, 2020, p. 1.

soprattutto per le attività doganali e per il controllo dell'entrata e dell'uscita delle merci dal territorio di uno Stato.
Trattasi di una tecnologia che può instaurare un collegamento diretto tra determinati utenti finali permette di memorizzare la cronistoria di tutti gli eventi registrati fin dalla sua creazione. La caratteristica che la contraddistingue è l'inalterabilità dei dati inseriti ed archiviati nel registro (ledger) della blockchain salvo che non subentri il consenso di tutta la rete di soggetti aderenti, cosa quasi completamente impossibile, in quanto ogni nuova transazione rimane inscindibile da quelle che l'hanno preceduta. Questo elemento distintivo della tecnologia garantisce, infatti, che la transazione sia permanente, ordinata cronologicamente consentendo solamente l'aggiunta di nuovi dati.
La tecnologia blockchain[4] è la più diffusa e conosciuta delle tecnologie DLT (*Distributed Ledger Technology*) ed ha acquisito validità giuridica nell'ordinamento italiano con l'articolo 8 *ter* della legge n. 12/2019[5] che nel primo comma riconosce e colloca la tecnologia blockchain[6] tra le *tecnologie basate su registri distribuiti* e attribuisce valore legale ai documenti notarizzati su blockchain con la stessa autonomia probatoria di un contratto notarile tradizionale. Ai sensi della disposizione dell'articolo 8 *ter* comma 3, la memorizzazione di un documento informatico attraverso l'uso di tecnologie basate su registri distribuiti produce gli effetti giuridici della validazione temporale elettronica riconosciuta in tutti gli Stati Membri con la stessa efficacia ai sensi dell'articolo 41 del Regolamento UE n. 910/2014 CD eIDAS[7].
Nel settore dei trasporti il Parlamento Europeo nella risoluzione sulle *tecnologie di registro distribuito e blockchain*[8] del 13 dicembre 2018, sottolinea il potenziale di queste tecnologie per la mo-

4. Sulla tecnologia *blockchain* cfr., A. GHIANI, *Blockchain: linee guida. Dai casi pratici alla regolamentazione*, Torino, 2022, p. 10 ss.; AA.VV. (a cura di S. Capaccioli), *Cripto attività, criptovalute e bitcoin*, Milano, 2021, p. 61 ss.; P. MAUME, M. FOMBERGER, *Regulation of Initial Coin Offerings: Reconciling US and EU Securities Law*, in *Chicago Journal of International Law*, 2019, p. 548 ss.
5. Legge 11 febbraio 2019 n. 12, *Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 14 dicembre 2018, n. 135, recante disposizioni urgenti in materia di sostegno e semplificazione per le imprese e per la pubblica amministrazione* (GU n.36 del 12 febbraio 2019).
6. Si veda G. RINALDI, *Smart contracts: meccanizzazione del contratto nel paradigma della blockchain*, in G. ALPA (a cura di), *Diritto e Intelligenza artificiale*, Roma, 2020, p. 365 ss.; S. Rigazio, *Smart contracts e tecnologie basate su registri distribuitii nella L. 12/2019* in *Diritto dell'Informazione e dell'Informatica* (II), fasc. 2, 1 aprile 2021, p. 369.
7. Cfr., *The National Law Review*, 29 aprile 2019 (https://www.natlawreview.com/article/italy-s-legal-recognition-blockchain-based-timestamping) ove la legge 12/2019, su un piano internazionale, è stata interpretata come uno dei primi tentativi di regolamentare il sistema *blockchain*; 'Italy recognizes blockchain and Smart Contracts' in http://www.lancepartners.com/italy-recognizes-blockchain-and-smart-contracts/ 'The 'Law' came into force on 13 February 2019 and cemented the legal enforceability of electronic timestamping performed through blockchain technologies'.
8. Cfr. *Risoluzione del Parlamento europeo sulle tecnologie di registro distribuito e blockchain: creare fiducia attraverso la disintermediazione* (2017/2772(RSP)), P8_TA(2018)0373, 3 ottobre 2018; e la successiva *Risoluzione del Parlamento europeo del 13 dicembre 2018 sulla blockchain: una politica commerciale lungimirante (2018/2085(INI))*, P8_TA(2018)0528, 13 dicembre 2018.

bilità e la logistica, comprese l'immatricolazione e la gestione dei veicoli, la verifica delle distanze di guida, le soluzioni assicurative *smart* e la ricarica dei veicoli elettrici. Tali tecnologie vengono promosse dalla politica europea anche con riguardo alle catene di approvvigionamento facilitando la spedizione e il monitoraggio dell'origine delle merci e migliorando la trasparenza, la visibilità e il controllo della conformità.
Nella medesima risoluzione viene, altresì, affermato che gli attacchi informatici abbiano un impatto minore su tali catene, in quanto devono prendere a bersaglio un vasto numero di copie anziché una versione centralizzata. Si richiede, dunque, a livello nazionale, l'attuazione di un quadro favorevole all'innovazione che consenta e incoraggi la certezza del diritto e rispetti il principio della neutralità tecnologica per quanto concerne le tecnologie di registro distribuito e *blockchain*.
Recentemente è stato introdotto dal legislatore comunitario il Regolamento del Parlamento europeo e del Consiglio n. 2022/858 del 30 maggio 2022[9], il c.d. Regolamento *DLT Pilot regime*, direttamente applicabile negli Stati membri della UE a partire dal 23 marzo 2023, relativo ad un regime pilota per le infrastrutture di mercato basate sulla tecnologia a registro distribuito e blockchain al fine di regolare gli operatori di piattaforme e di promuovere lo sviluppo di tecnologie basate su registri distribuiti.
Tra gli obiettivi principali garantiti dal Regolamento vengono riscontrati la trasparenza e la sicurezza delle operazioni di utilizzo della tecnologia a registro distribuito e blockchain nonchè la stabilità del mercato finanziario. Infatti, ai sensi dell'art.7, paragrafo 4, *"Tali dispositivi assicurano la continuità e la costante trasparenza, disponibilità, affidabilità e sicurezza dei loro servizi e delle loro attività, compresa l'affidabilità degli smart contract utilizzati nell'infrastruttura di mercato DLT. Tali dispositivi garantiscono inoltre l'integrità, la sicurezza e la riservatezza di tutti i dati memorizzati dai gestori in questione, nonché che tali dati siano disponibili e accessibili*".
La risposta del legislatore italiano al Regolamento 2022/858 è arrivata con il d.l. 17 marzo 2023 n. 25[10] (Decreto FinTech), recante *Disposizioni urgenti in materia di emissioni e circolazione di determinati strumenti finanziari in forma digitale e di semplificazione della sperimentazione FinTech*,

9. Regolamento (UE) 2022/858 del Parlamento europeo e del Consiglio del 30 maggio 2022 relativo a un regime pilota per le infrastrutture di mercato basate sulla tecnologia a registro distribuito e che modifica i regolamenti (UE) n. 600/2014 e (UE) n. 909/2014 e la direttiva 2014/65/UE.
10. Decreto-Legge 17 marzo 2023 n. 25, Disposizioni urgenti in materia di emissioni e circolazione di determinati strumenti finanziari in forma digitale e di semplificazione della sperimentazione FinTech, con entrata in vigore del provvedimento 18 marzo 2023; Decreto-Legge convertito con modificazioni dalla L. 10 maggio 2023, n. 52 (in G.U. 15 maggio 2023 n. 112). Cfr. RUOTOLO G. M., *Non-Fungible Tokens e Diritto Internazionale*, in *Rivista di Diritto Internazionale,* fasc.2, 1 giugno 2024, p. 392.; I. CAPELLI, L*a struttura finanziaria delle imprese e gli strumenti finanziari digitali. Prime considerazioni tra decentralizzazione e regolazione nel contesto del DLT Pilot Regime e del Decreto FinTech*, in *Diritto dell'Informazione e dell'Informatica*, fasc.4, 1 agosto 2023, p. 645, ove ricorda che con l'articolo 8-*ter* del d.l. 14 dicembre 2018 n. 135, convertito in L. 11 febbraio 2019 n. 12, è stata introdotta la prima definizione di "tecnologie basate sui registri distribuiti", tra le quali appunto rientra la blockchain.

che nel combinato disposto degli artt. 31 ricomprende ora nella nozione di strumento finanziario "gli strumenti emessi mediante tecnologia a registro distribuito" (art. 31, che modifica l'art. 1, comma 2, T.U.F.)[11].

2. La semplificazione delle procedure nella logistica portuale

Il punto cardine di utilizzo della tecnologia blockchain rimane la trasparenza e la tracciabilità in quanto rende agevole l'aggiornamento delle informazioni in tempo reale. Con essa si possono instaurare collegamenti diretti tra determinati utenti finali mentre i molteplici componenti della catena di approvvigionamento possono tracciare il percorso delle spedizioni delle merci e i pagamenti contribuendo, così, all'aumento dell'efficienza delle operazioni, alla riduzione degli errori, e al risparmio di tempo con i minori costi possibili grazie anche all'esclusione degli intermediari dalle operazioni.
La tecnologia blockchain si presenta essenziale nella realizzazione di porti intelligenti dal momento che fornisce tutte le informazioni sulle operazioni alle parti della transazione portando alla smaterializzazione e la digitalizzazione delle aziende ed organizzazioni coinvolte e ponendo fine in tal modo ad una delle maggiori inefficienze che caratterizza i porti grandi. Due porti che si stanno mostrando ad essere il paradigma di porti intelligenti è il porto di Anversa in Belgio e il porto di Rotterdam in Paesi Bassi. Prendendo in considerazione questi due porti si può affermare che il raggiungimento dell'obbiettivo di porto intelligente risiede nella semplificazione e digitalizzazione del sistema logistico, nelle infrastrutture portuali nonché nella creazione di un centro di energia intelligente che mira a promuovere la tecnologia verde.
Sul punto si deve puntualizzare che la documentazione richiesta nelle varie attività logistiche nei porti vede coinvolti molteplici soggetti, tra cui operatori terminali, funzionali doganali, autorità portuali e autotrasportatori per menzionare i più importanti. Le varie operazioni, inoltre, comprendono un cospicuo flusso di documenti cartacei tra polizze di carico, dichiarazioni doganali, informazioni sulle merci trasportate nonché numerosi altri documenti attinenti alle attività di spedizione con il rischio di falsificazione, trasmissione di informazioni viziate o scorrette con possibili ritardi nel trasferimento da un luogo ad un altro delle informazioni e della documentazione stessa. A questa realtà, l'impiego della tecnologia blockchain si traduce nella trasmissione digitale di tali informazioni aumentando la capacità e il funzionamento delle operazioni logistiche nei porti. Oltre a ciò, assicura la tracciabilità del flusso dei documenti in tempo reale con garanzie in termini di trasparenza delle operazioni e di sicurezza contro il rischio di frode, aumentando così la fiducia tra le parti coinvolte.

11. Cfr. M. IPPOLITO, *La disintermediazione dei processi nella pubblica amministrazione: l'impatto della tecnologia blockchain*, in ambientediritto.it, n. 2, 2021, p. 6.; I. FRANCUZZI, *Trasparenza, blockchain e gestione dei rifiuti*, in *Diritto Amministrativo*, fasc.1, 1 marzo 2024, p. 273.

In relazione alle catene di approvvigionamento, la Risoluzione del Parlamento europeo del 3 ottobre 2018 sulle tecnologie di registro distribuito e blockchain[12] ha sottolineato la importanza di tali tecnologie in quanto tali tecnologie possono migliorare le catene di approvvigionamento[13] riducendo l'entrata di merci illegali e migliorando l'efficacia dei controlli delle contraffazioni effettuati dai funzionari doganali.
La politica dell'Unione Europea con gli ultimi interventi legislativi sostiene il rafforzamento della capacità logistica dei porti con la realizzazione di interventi infrastrutturali su aree produttive e snodi logistici e commerciali[14] al fine di raggiungere i suoi obbiettivi di transizione verde che è orientata alla ricerca di sostenibilità per quanto riguarda le varie attività logistiche e di movimentazione delle merci, oltre che alla produzione diretta di energia rinnovabile. Preme, inoltre, su una serie di attività di pianificazione, progettazione e realizzazione di interventi infrastrutturali tra cui l'obbligo di utilizzo per le navi e portacointainer di impianti per la fornitura di elettricità da terra, nei principali porti europei dotati dei servizi[15], di fornitura di *Onshore Power* (OPS) ("elettrificazione delle banchine") noti anche come "*cold ironing*", a partire dal 2030 in modo di ridurre l'impatto derivante dall'alimentazione delle navi in porto.
Oltre ai Regolamenti *FuelEU Maritime*[16] e AFIR (Regolamento UE 2023/1804)[17], che dispongono norme sugli obblighi di fornitura di "elettrificazione delle banchine", anche il decreto-legge n. 59

12. Risoluzione del Parlamento europeo del 3 ottobre 2018 sulle tecnologie di registro distribuito e blockchain: creare fiducia attraverso la disintermediazione (2017/2772(RSP)).
13. Per quanto concerne le catene di approvigionamento e la logistica portuale si possono menzionare una serie di progetti che utilizzano la tecnologia blockchain. Il più significativo è stato lanciato dalla società danese Maersk che dalla collaborazione con IBM è nata TradeLens Blockchain Shipping Solution che raccoglie l'adesione di numerose autorità portuali, spedizionieri, nonchè operatori cargo e società di logistica per aumentare l'efficienza nella gestione delle informazioni e aumentare il controllo delle merci grazie alla blockchain (www.Tradelens.com). Si vedano sul tema P. TODD, *Electronic bills of lading, blockchains and smart contracts*, in *International Journal of Law and Information Technology*, Vol. 27 (4), 2019, p. 339-371; T. KREBBS, *Electronic bills of lading, transnational and English law: blocking the blockchain?* in *Uniform Law Review*, Vol. 28 (3-4), 2023, p. 323–338.
14. Cfr., G. BEFANI, *L'ordinamento amministrativo – funzionale dei porti versi tra congestione di competenze, efficienamento energetico e transizione ecologica*, in *Rivista Giuridica dell'Edilizia*, fasc.5, 1 ottobre 2022, p. 425. Si vedano anche F. MUNARI, L'impatto dell'Unione Europea sul regime dei porti in I quaderni di SIPoTra: Quale riforma per la portualità Italiana 1/2024, p. 50 ss.; S. ZUNARELLI, *Le prospettive della governance dei porti*, in *I quaderni di SIPoTra 1/2024 – Quale riforma per la portualità Italiana*, p. 69 ss.
15. *Supplemento ordinario n. 36 alla* Gazzetta Ufficiale *Serie generale* - n. 248, 23 ottobre 2023, p. 84 ss.
16. Regolamento (UE) 2023/1805 del Parlamento europeo e del Consiglio del 13 settembre 2023 sull'uso di combustibili rinnovabili e a basse emissioni di carbonio nel trasporto marittimo, e che modifica la direttiva 2009/16/CE (Testo rilevante ai fini del SEE), PE/26/2023/INIT, GU L 234 del 22 settembre 2023, p. 48–100.
17. Regolamento (UE) 2023/1804 del Parlamento europeo e del Consiglio del 13 settembre 2023 sulla realizzazione di un'infrastruttura per i combustibili alternativi, e che abroga la direttiva 2014/94/UE PE/25/2023/INIT, GU L 234 del 22 settembre 2023, p. 1–47.

del 2021[18], relativo al Fondo complementare al Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR), prevede risorse destinate al settore portuale e precisamente allo sviluppo dell'accessibilità marittima e della resilienza delle infrastrutture portuali ai cambiamenti climatici, e all'aumento della capacità portuale, con particolare rilievo alla promozione dell'elettrificazione delle banchine (*cold ironing*) per la realizzazione di una rete per la fornitura di elettricità in dieci porti e la relativa connessione infrastrutturale alla rete di trasmissione nazionale[19]. Gli operatori del settore dovranno collegarsi alle infrastrutture elettriche terrestri quando le navi sono ormeggiate nei porti, per alimentare i servizi, i sistemi e le attrezzature a bordo in modo di conseguire gli obiettivi del *Green Deal* europeo della riduzione delle emissioni di gas a effetto serra o addirittura azzeramento qualora il sistema sia totalmente alimentato da fonti rinnovabili nonché della riduzione dell'impatto acustico e delle vibrazioni generate dai motori attivi su navi ormeggiate in banchina[20].

3. La digitalizzazione dei documenti dei trasporti: La *blockchain bill of lading*

I primi tentativi di digitalizzazione dei documenti di trasporto, in particolare, delle polizze di carico risalgono al 1999 con la creazione del sistema BOLERO, da una iniziativa privata, ai fini di riprodurre tutte le funzioni fondamentali della polizza di carico cartacea superando nello stesso tempo le problematiche di natura contrattuale connesse ad essa quali ad esempio, il trasferimento elettronico dei diritti sulla merce, nonché la eventuale responsabilità del vettore, sull'insufficienza dei sistemi informatici (IT) di sua competenza che andrebbe inevitabilmente a privilegiare gli interessi del carico[21].
L'iniziativa è stata presa allo scopo di creare una *joint venture* che vedeva coinvolti molteplici operatori dell'economia sia del settore di trasporto che quello bancario dando luce alla creazione di BOLERO – *Bills of Lading Electronic Registry Organisation*[22]. Il BOLERO ha messo in atto una soluzione contrattuale per superare le inadeguatezze contrattuali riscontrate nel sistema delle Re-

18. Decreto-Legge 6 maggio 2021 n. 59, *Misure urgenti relative al Fondo complementare al Piano nazionale di ripresa e resilienza e altre misure urgenti per gli investimenti* (GU n.108 del 7 maggio 2021), convertito con modificazioni dalla legge 1 luglio 2021 n. 101 (GU n. 160 del 6 luglio 2021).
19. Fondo Complementare PNRR (D.L. 6 maggio 2021 n. 59). Il 17 giugno 2024 la Commissione europea ha dato il via libera ai 570 milioni di euro di incentivi italiani per l'elettrificazione delle banchine (cd. "cold ironing") per agevolare le navi a usare l'elettricità del porto. Le tempistiche approvate prevedono la notifica dell'aggiudicazione dei contratti di costruzione di almeno 15 interventi di cold ironing in almeno 10 porti entro il 31 dicembre 2024 e l'entrata in funzione degli stessi entro il 2026 (cfr. https://www.italiadomani.gov.it/content/sogei-ng/it/it/Interventi/investimenti/elettrificazione-delle-banchine-portuali-per-la-riduzione-delle-.html).
20. Gli esempi di successo a livello internazionale si registrano in Gothenburg in Svezia, Rotterdam nei Paesi Bassi, in Los Angeles e in Vancouver.
21. P. TODD, *Electronic bills of lading*, cit., p. 339-371; T. KREBBS, *Electronic bills*, cit., p. 323–338.
22. Si veda N. GASKELL, R. ASARIOTIS, Y. BAATZ, *Bills of Lading – Law and Contracts*, London, 2000, paragrafi 1.51-1.62. Il Sistema è tuttora operativo: http://www.bolero.net. Il testo integrale del *Bolero Rulebook* è disponibile su http://www.bolero.net/wp-content/uploads/2020/04/Bolero-Insights-The-Bolero-Rulebook-NW.pdf.

gole CMI, le quali trovavano applicazione solamente ai contraenti di una vendita internazionale su base volontaria. Le Regole CMI sono delle linee guida sulla polizza di carico elettronica, predisposte dalla CMI (Comitè Maritime International) nel 1990, con l'obiettivo di dematerializzare i documenti e facilitare l'utilizzo della polizza di carico elettronica.
Il BOLERO, infatti, nel tentativo di superare le limitazioni delle Regole CMI predisponeva un sistema che richiedeva ai suoi membri (caricatori, vettori, banche e altri soggetti interessati) di sottoscrivere un contratto di adesione cosiddetto '*Rulebook*' in cui venivano espressamente incorporate le disposizioni delle Regole dell'Aja-Visby[23] e con il quale le parti contrattuali, per mezzo della sottoscrizione, accettavano i suoi termini e condizioni vincolanti[24]. Così nel caso di conflitto di norme tra la normativa uniforme dettata da Convenzioni Internazionali e le previsioni contenute nel contratto di trasporto legato alla polizza di carico emessa attraverso il sistema BOLERO, prevaleva la disciplina uniforme.
La BOLERO *Rulebook* riconosce espressamente la polizza di carico elettronica come ricevuta di presa in carico della merce, come documentazione del contratto di trasporto nonché come titolo (di credito, e quindi) di legittimazione per la (ri)consegna della merce[25] che fa della polizza di carico un titolo negoziabile, in modo che il trasferimento del documento comporta il trasferimento della merce. Per quanto concerne il titolo di legittimazione, BOLERO *Rulebook* prevede che la trasferibilità dei diritti sulla merce avviene a mezzo di novazione[26] mentre il vettore dà riconoscimento del trasferimento mediante cessione dei diritti (*attornment*).
In tal modo, laddove la polizza di carico elettronica venga trasferita, è previsto che il primo contratto di trasporto tra il vettore e il caricatore, per il quale la polizza di carico è stata emessa, viene estinto e sostituito da un nuovo contratto tra lo stesso soggetto in qualità di vettore e il destinatario delle merci[27]. Il vettore ha l'obbligo di riconoscere che, a partire dal quel momento i beni descritti nella polizza di carico elettronica sono di titolarità dei soggetti diversi ivi indicati.
Nonostante quanto sia stato previsto ed ottenuto dal sistema BOLERO per affrontare la questione sul trasferimento dei diritti sulla merce ci sono state delle limitazioni che non hanno permesso nel sistema di avere nella pratica commerciale il successo per il quale è stato ideato. La più importante è la sua caratteristica di essere un sistema chiuso che richiede ai soggetti partecipanti di aderire tramite il pagamento di una quota di adesione. Anche se viene concessa la possibilità

23. In tema di polizza di carico vertono le norme della Convenzione di Bruxelles del 1924, così come modificata dai Protocolli del 1968 e del 1979 ("*Hague-Visby Rules*") e le *Hamburg Rules* del 1978.
24. La rule 3.2. del Bolero Rulebook: "*each user agrees that such incorporation shall be effective to make such terms and conditions binding upon the parties to the contract of carriage*". C. ROSELLO, *La polizza di carico elettronica e il sistema "Bolero"*, in *Contratto e impresa*, 2018, p. 24 ss.
25. Bolero Rulebook arts 3.1(1), 3.6(1).
26. Bolero Rulebook art. 3.5.
27. Cfr., R. CAPLEHORN, *The Bolero System*, in C. REED, I. WALDEN, L. EDGAR (edited by), *Cross-Border Electronic Banking: Challenges and Opportunities*, London, 2014, cap. 4; Id., *Bolero.net. The Global Electronic Commerce Solution for International Trade*, in *14 Butterworths Journal of International Banking and Financial Law*, 1999, p. 421 ss.

a chi non abbia aderito al sistema di usufruirne (c.d. *switch to paper*) con l'emissione della polizza di carico cartacea, eludendo in tal modo al sistema chiuso, questo modo di agire non aiuta certo di accedere ai vantaggi per i quali è stata predisposta la polizza di carico elettronica BOLERO. Si può desumere allora, che seppure il sistema BOLERO è ancora operativo[28] da oltre vent'anni contribuendo, in un certo senso, alla creazione del suo antagonista ICE Digital Trade (IDT), noto come essDocs[29], non ha, tuttavia, riscosso il successo di cui ci si aspettava nell'ambito di commercio internazionale.

3.1. Brevi cenni sulla normativa applicabile

La normativa uniforme applicabile in materia di polizza di carico è la Convenzione di Bruxelles del 1924, così come modificata dai protocolli del 1968 e del 1979 ("*Hague-Visby Rules*") e le *Hamburg* Rules del 1978 la quale però si è mostrata, con il passare del tempo e l'avvenuta modernizzazione del trasporto marittimo, insufficiente ad accogliere in pieno le esigenze del presente, per quanto concerne la polizza di carico cartacea, non permettendo un trasferimento rapido dei diritti sulla merce.
Anche se le Regole di Amburgo del 1978[30] sul trasporto di merce per mare sono state in seguito adottate per risolvere le problematiche riscontrate dalla Convenzione di Bruxelles del 1924, si sono occupate soprattutto della funzione fondamentale della polizza di carico come ricevuta di presa in carico della merce e non come documentazione del contratto di trasporto[31]. E nonostante le Regole di Amburgo del 1978 prevedono che la firma sulla polizza di carico, emessa dal vettore, può risultare da "*qualsiasi procedimento meccanico o elettronico, se non in contrasto con la legge del paese in cui la 'polizza di carico è rilasciato*",[32] ciò non equipara le funzioni della polizza di carico elettronica alle funzioni di quella cartacea.
Successivemante, in seguito ad un'iniziativa della Commissione delle Nazioni Unite sul diritto del commercio internazionale (UNCITRAL) sono stati redatti due strumenti internazionali al fine di sviluppare un quadro giuridico solido per raggiungere la equivalenza funzionale della polizza di carico elettronica a quella cartacea e precisamente le Regole di Roterdam e la *Model Law on Electronic Transferable Records (MLETR)*. Ciononostante, entrambi gli strumenti non hanno efficacia

28. Cfr., N. GASKELL, R. ASARIOTIS, Y. BAATZ, *Bills of Lading*, cit., paragrafi 1.51-1.62.
29. Si veda in proposito https://www.essdocs.com/.
30. United Nations Convention on the Carriage of Goods by Sea (The Hamburg Rules, Hamburg, 30 March 1978). Cfr., Art. 14(3) of the Hamburg Rules.
31. Cfr. R. AIKENS, R. LORD, M. BOOLS, *Bills of Lading*, New York, 2016, p. 19 ss.; J. WILSON, *Carriage of Goods by Sea*, Harlow, 2010, p. 122, 134, 137; N. GASKELL, R. ASARIOTIS, Y. BAATS, *Bills of Lading*, cit., p. 3 ss.; K. BURDEN, *EDI and Bills of Lading*, cit., p. 269; A. D'OVIDIO, G. PESCATORE E L.TULLIO, *Manuale di diritto della navigazione*, Milano, 2022, p. 613 ss.
32. Art. 14(3) delle Regole di Amburgo [United Nations Convention on the Carriage of Goods by Sea (The Hamburg Rules, Hamburg, 30 March 1978)].

vincolante, in quanto le Regole di Rotterdam non hanno ancora raccolto il numero sufficiente di ratifiche per la loro entrata in vigore e la Model Law (MLETR) è meramente una legge Modello senza forza legale a meno che non venga incorporata nella normativa nazionale.
Si deve precisare che la Convenzione delle Nazioni Unite sui contratti per il trasporto internazionale di merci interamente o parzialmente per mare del 2009[33], comunamente nota come Regole di Rotterdam, seguendo la stessa linea di quanto dettato dalle Regole di Amburgo e dalla Convenzione sulla vendita internazionale di beni[34] [CISG], delineano il loro campo di applicazione senza lasciare la questione alla eventuale normativa nazionale di attuazione come accadeva invece nell'ambito delle Regole de l'Aja. Come si evince dall'art. 6, l'applicabilità delle Regole di Rotterdam non dipende tanto dall'emissione o meno della polizza di carico ma da quanto si tratti di trasporto di linea o non di linea. Infatti, i redattori della Convenzione sui contratti per il trasporto internazionale di merci interamente o parzialmente per mare del 2009 hanno tracciato una linea di distinzione tra i due tipi di trasporto stabilendo come regola generale che le Regole di Rotterdam si applicano al trasporto di linea mentre non si applicano al trasporto diverso da quello di linea.
Si evidenzia, inoltre, che le Regole di Rotterdam dedicano un'intero capitolo su *electronic transport records* e sono le prime a disciplinare i documenti eletronici di trasporto con l'utilizzo di documentazione elettronica in sostituzione di quella cartacea, e a disporre che a loro si applicano le procedure in tema di emissione e di trasferimento dei titoli nonché di prova di legittimazione del titolare e di consegna del titolo all'avente diritto[35]. In particolare, l'art. 8 sull'uso ed effetto delle registrazioni elettroniche di trasporto equipara nella lettera (b) l'emissione, il controllo esclusivo, o il trasferimento di una registrazione elettronica di trasporto all'emissione, il possesso o il trasferimento di un documento di trasporto[36].

33. United Nations Convention on Contracts for the International Carriage of Goods Wholly or Partly by Sea (New York, 11 December 2008) open for signature at Rotterdam.
34. United Nations Convention on Contracts for the International Sale of Goods (CISG) (Vienna, 1980).
35. F. BERLINGIERI, S. ZUNARELLI, Analisi Comparata delle Regoledell'Aja Visby e delle Regole di Rotterdam, testo della relazione al Convegno tenutosi a Genova il 19-20 ottobre 2009 Genova, in Dalle Regole dell'Aja Visby alle Regole di Rotterdam, effetti del cambiamento sul commercio Marittimo. Si vedano inoltre sul tema F. BERLINGIERI, S. ZUNARELLI, C. ALVISI, *La nuova Convenzione UNCITRAL sul trasporto Internazionale di merci "wholly or partly by sea" (Regole di Rotterdam)*, in *Dir. mar.*, 2008, p. 1161-1265.; Y. BAATZ, C. DEBATTISTA, F. LORENZON et al., *The Rotterdam Rules: A practical Annotation*, London, 2009; R. THOMAS (Editor), *A New Convention for the Carriage of Goods by Sea – The Rotterdam Rules*, London, 2009; G. von ZIEGLER, J. SCHELIN, S. ZUNARELLI (edited by), *The Rotterdam Rules 2008*, Alphen aan den Rijn, 2010; F. STURLEY, T. FUJITA, G. van der ZIEL, *The Rotterdam Rules – The UN Convention on Contracts for the International Carriage of Goods Wholly or Partly by Sea 2020*.
36. Art. 9(1)(c). Il criterio dell'art. 9(1)(a), stabilise, infatti, che si tratti di un metodo di emissione e trasferimento di tale registrazione al previsto portatore. Il terzo criterio dell' art. 9(1)(b), tenta di affrontare eventuali roblemi di frode quanto chiede che la registrazione elettrnica di trasporto conservi la sua integrità.

Venendo all'aspetto più rilevante, che la registrazione elettronica di trasporto debba assumere, per rispettare il principio della equivalenza funzionale rispetto a quella cartacea, troviamo la prova che il portatore deve fornire di questa sua qualità.
Autorevole dottrina[37] ha sostenuto che la tecnologia blockchain sia un modello di sviluppo, attento all'ambiente e in continuo miglioramento, che costituisca un valido e sicuro modo di procedere negli anni avvenire. Nello stesso tempo, però, la medesima ha sottoposto ad esame critico l'operatività di sistemi come quello BOLERO in quanto li ha ritenuti di non essere una alternativa valida alla polizza di carico cartacea dal punto di vista giuridico per il fatto che assomigliano di più ad un sistema di controllo sul trasferimento dei diritti.
Nel 2017, l'UNCITRAL (Commissione delle Nazioni Unite per il diritto commerciale internazionale) partendo dalle Regole di Rotterdam e dalla loro definizione di record elettronici tranferibili, ha elaborato la *Model Law on Electronic Transferable Records (MLETR)* per promuovere i principi di neutralità tecnologica ed equivalenza funzionale, cercando di stabilire le condizioni essenziali affinché i "*record* elettronici" possano qualificarsi come documenti trasferibili e funzionalmente equivalenti ai documenti cartacei. Rispetto alle Regole di Rotterdam la Model Law è molto più pretenziosa in quanto, referendosi ai *record* elettronici, può trovare applicazione ad altri strumenti finanziari come ad esempio ai promissory note (cambiale Pagherò) e ai bill of exchange (Tratta)[38] quali mezzi di pagamento utilizzati per la cambializzazione di un credito con pagamento differito rispetto alla consegna.
Nello stesso tempo la Model Law è più moderata rispetto alle Regole di Rotterdam trattasi, in effetti, di una Legge Modello, fonte internazionale sulla polizza di carico elettronica non vincolante, che costituisce corpo normativo al quale si auspica che i legislatori nazionali si ispirino e possono utilizzare in assoluta libertà nel regolare la materia per quanto riguarda le regole di dettaglio.
Tuttavia, l'UNCITRAL Model Law nell'art. 3 adopera una locuzione che solitamente viene inserita nelle Convenzioni Internazionali al fine di promuovere l'uniformità della loro applicazione. Essa dispone che le regole ad essa inserite sono di impronta internazionale e come tali devono essere prese in disamina al momento della loro interpretazione[39]. L'inserimento di tale locuzione viene motivato dal fatto che i documenti che la Model Law tenta a dematerializzare vengono per la maggior parte utilizzati nel commercio internazionale e l'adoperarsi di espressioni diverse nelle varie leggi applicabili potrebbe creare dei problemi interpretativi.

37. F. STURLEY, T. FUJITA, G. van der ZIEL, *The Rotterdam Rules*, cit.
38. Al fine di escludere eventuali conlitti con la Convenzione di Ginevra del 1930 che stabilise una legge uniforme sulla cambiale e sul vaglia cambiario (Geneva, 1930) nonché con la Convenzione del 1931 per risolvere certi conflitti di leggi in materia di assegni bancari (chèques) (Geneva, 1931) (the 'Geneva Conventions'), le legislazioni nazionali potrebbere escludere l'applicabilità secondo quanto previsto dall'art. 1(3).
39. UNCITRAL *Model Law on Electronic Transferable Records*, United Nations, New York, 2018, Article 3, Interpretation 1. *This Law is derived from a model law of international origin. In the interpretation of this Law, regard is to be had to the international origin and to the need to promote uniformity in its application* (https://uncitral.un.org/sites/uncitral.un.org/files/mediadocuments/uncitral/en/mletr_ebook_e.pdf).

Similmente alle Regole di Rotterdam, la *Model Law on Electronic Transferable Records (MLETR)*, rispetta il principio di neutralità tecnologica come si evince dall'art. 10[40] il quale non fa riferimento esplicito a nessuna categoria di "record elettronici trasferibili" nel tentativo di non favorire né ostacolare l'adozione di una particolare tecnologia rispetto all'altra. La *Model Law* stabilisce, altresì, una serie di regole alternative per i requisiti esistenti relativi alla memorizzazione delle informazioni come ad esempio, a fini contabili o fiscali, che possono costituire ostacoli allo sviluppo del commercio. Diversamente, invece, da quanto viene disposto dalle Regole di Rotterdam, la Legge Modello non rinvia alle procedure menzionate nel titolo ma nell'art. 12 elenca una serie di ipotesi nelle quali l'attendibilità di uno strumento elettronico possa essere certificata[41].
Attualmente, sono già operativi i sistemi che si basano su un unico *database* o registro distribuito (*Distributed ledger*)[42]. I più noti ed innovativi come ad esempio gli edoxOnline, CargoX, e Wave si servono della tecnologia *blockchain*, che grazie alle elevate garanzie in termini di sicurezza ed immutabilità che la contraddistingue, stanno assumendo un ruolo importante nel settore dello shipping e della logistica. Si deve, tuttavia, notare che i sistemi decentralizzati fanno affidamenti su mecchanismi giuridici differenti per quanto riguarda la questione di trasferimento dei diritti sulla merce. Ad esempio, CargoX ed edoxOnline adottano la novazione e il trasferimento mediante cessione dei diritti (*attornment*) mentre Wave riproduce quanto dettato dal *Carriage of Goods by Sea Act 1992* sul trasferimento dei diritti[43]. Queste divergenze a livello giuridico portano ad una frammentazione del contesto normativo sulla disciplina delle polizze di carico elettroniche.
Quello che distingue la tecnologia *blockchain* dagli altri sistemi è che il registro basato sulla tecnologia blockchain può essere modificato solamente da chi abbia in possesso la chiave privata

40. UNCITRAL *Model Law on Electronic Transferable Records*, Article 10: 'Where the law requires a transferable document or instrument, that requirement is met by an electronic record if: a) The electronic record contains the information that would be required to be contained in a transferable document or instrument; and b) A reliable method is used: i) To identify that electronic record as the electronic transferable record; ii) To render that electronic record capable of being subject to control from its creation until it ceases to have any effect or validity; and iii) To retain the integrity of that electronic record'.
41. UNCITRAL *Model Law on Electronic Transferable Records*, Article 12: 'For the purposes of articles 9, 10, 11, 13, 16, 17 and 18, the method referred to shall be: a) As reliable as appropriate for the fulfilment of the function for which the method is being used, in the light of all relevant circumstances, which may include: i) Any operational rules relevant to the assessment of reliability; ii) The assurance of data integrity; iii) The ability to prevent unauthorized access to and use of the system; iv) The security of hardware and software; v) The regularity and extent of audit by an independent body; vi) The existence of a declaration by a supervisory body, an accreditation body or a voluntary scheme regarding the reliability of the method; vii) Any applicable industry standard; or b) Proven in fact to have fulfilled the function by itself or together with further evidence'.
42. J. HERD, *Blocks of Lading' Distributed Ledger Technology and the Disruption of Sea Carriage Regulation*, *QUT Law review*, Vol. 18, General issue 2, p. 315; D. TARSCOTT, T. ALEX, *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin and Other Cryptocurrencies Is Changing the World*, London, 2016, p. 241.
43. UK P&I, *Electronic Bills of Lading - An Update Part I* (2020).

oppure dal amministratore centrale attraverso un "protocollo del consenso" (*consensus mechanism*) che è un algoritmo decisionale.[44] I vantaggi maggiormente riconosciuti alla tecnologia blockchain nonché del registro distribuito (*Distributed ledger*) rispetto al tradizionale sistema di registrazione sono senza alcun dubbio la sicurezza, l'immutabilità e l'efficienza. La polizza di carico cartacea non si contraddistingue da elevate garanzie in termini di sicurezza in quanto un facsimile, ossia la riproduzione esatta di un originale di polizza di carico e come tale difficilmente distinguibile, potrebbe facilmente avvenire. Similmente, i rischi legati ad atti fraudolenti, ritardi o smarrimenti connessi alla spedizione dei documenti possono causare numerosi incidenti[45].
Per quanto concerne il tradizionale sistema di registrazione il maggior difetto è che l'Amministratore centrale possa essere fatto oggetto di attacchi informatici a seguito di una violazione di sicurezza mentre, invece, nel sistema di registro distribuito (*Distributed ledger*) non sussiste il pericolo di attacchi simili[46]. Questo non significa che la polizza di carico che utilizza la tecnologia *blockchain* sia immune dai tentativi di frode[47] ma in questo caso il fattore umano sarà quello determinante e la sicurezza verrà dipesa da quanto sicura ed efficace sia la password creata dal portatore della polizza di carico elettronica tanto da non essere compromessa.
Da quanto sopra, si deduce che sia la polizza di carico eletronica che quella che utilizza la tecnologia *blockchain* hanno elevate garanzie in termine di sicurezza ed efficacia rispetto a quella cartacea. Tuttavia, per quanto concerne la polizza di carico che utilizza la tecnologia *blockchain* si sono sviluppati dei timori sotto due aspetti. Il primo attiene il problema reale della eventuale perdita della password con conseguente impossibilità di recupero che potrebbe portare ad una serie di problematiche concrete e tangibili connesse al carico di merci controllato dal registro.
Un ulteriore aspetto che crea delle perplessità riguarda l'importante consumo energetico impiegato a livello informatico che porta l'intero sistema di registro distribuito (*Distributed ledger*) tale da non essere qualificato come carbon-neutral. Questo perché più sicura è la rete, maggiore è la difficoltà di questo compito e quindi maggiore potenza dovrà avere il computer con alto consumo

44. H. LIU, *Blockchain and Bills of Lading: Legal Issues in Perspective*, in *WMU Studies in Maritime Affairs book series*, volume 8, 2020, p. 413-435; P. DE FILIPPI, A. WRIGHT, *Blockchain and the Law*, parte 2, capitolo 4, 2018; G. FAGGIOLI, *Blockchain & Distributed Ledger: aspetti di governance, security e compliance*, report, pubblicato dal Clusit in collaborazione con Politecnico di Milano e Osservatori.net, 2019, pp. 8-58.
45. G. BAVASSANO, C. FERRARI, A. TEI, *Blockchain: How Shipping Industry is Dealing with the Ultimate Technological Leap*, in *Research Transp. Busin. Manag.*, 34, 2020, p. 1 ss.; S. TSIULIN, K. H. REINAU, O. P. HILMOLA, N. GORYAEV, A. KARAM, *Blockchain-Based Applications in Shipping and Port Management: A Literature Review towards Defining Key Conceptual Frameworks*, in *Rev. Int'l Business Strategy*, 2020, p. 201-224.
46. Cfr., P. DE FILIPPI, A. WRIGHT, *Blockchain and the Law*, cit.; G. FAGGIOLI, *Blockchain & Distributed Ledger*, cit., p. 8-58.; P. L. SANCHEZ-GONZALEZ, D. DIAZ-GUTIÈRREZ, T. J. LEO, L. R. NÙNEZ-RIVAS, *Toward Digitalization of Maritime Transport?*, in *Sensors*, Vol. 19(4), 2019, p. 926.
47. Nel giugno 2016 è avvenuto l'incidente "The DAO" in cui la DAO (*Decentralized Autonomous Organization*) ha subito una perdita di circa 70 milioni di dollari. La falla non è stata causata direttamente dalla piattaforma *Ethereum* ma dalla specifica applicazione che è stata costruita sulla medesima *Blockchain*.

di energia e con importante impatto ambientale. In tal senso, viene sottolineata la necessità di soluzioni tecniche che prevedano un minor consumo di energia e siano quanto più possibile rispettose dell'ambiente.
Tuttavia, la fusione con il nome *Merge* di *Etherum blockchain*, la piattaforma sulla quale operano gli *smart contracts*, avvenuta di recente, denota che sempre di più, sistemi ecosostenibili di registri distribuiti, sono realizzabili. Con la fusione vengono unite le due *blockchain* di *Ethereum*[48] mentre il *Proof-of-Stake* è il nuovo protocollo (algoritmo) di consenso che utilizza *Ethereum* dopo questa fusione con il quale la *blockchain* diventerà molto più ecosostenibile[49].
Ultimamente sono stati adottati da legislazioni nazionali[50], sull'impronta della Legge Modello redatta dall'UNCITRAL il 2017 inerente ai titoli di credito elettronici, strumenti normativi che mirano alla completa digitalizzazione del settore. Nel 2021 a Singapore è stato adottato l'*Electronic Transactions (Amendment) Act 2021*, mentre nel settembre del 2023 nel Regno Unito è entrato in vigore l'*Electronic Trade Document Act 2023 (ETDA)* che potrebbero aprire la strada verso nuovi scenari portando all'adozione di interventi normativi uniformi con norme vincolanti a livello internazionale.

48. Il testo integrale dell'Ethereum blockchain platform white paper è reperibile al seguente indirizzo: https://ethereum.org/en/whitepaper/. Il sito ufficiale dell'*Ethereum* è il seguente: https://ethereum.org/en/.
49. Diversi protocolli di consenso, tra i quali *Proof-of-Work*, *Proof-of-Stake*, *Proof-of-Authority* e *Proof-of-Elapsed-time*, hanno esigenze di consumo energetico diverse.
50. Gli Stati Uniti con il Uniform Commercial Code (UCC) 2003 è stato il primo paese a legiferare su EBLs. Di seguito Singapore con il Electronic Transactions (Amendment) Act 2021 ha adottato nella sua legislazione nazionale strumenti normativi sulle polizze di carico elettroniche mentre nel Regno Unito una nuova legge su 'Electronic Trade Documents Act' è entrata in vigore il 20 luglio del 2023 al fine di disciplinare gli EBLs. Secondo BIMCO, ad oggi il meno del 2% del commercio marittimo internazionale è basato su polizze di carico elettroniche. Sul punto, si veda BIMCO, *E-Bills of Lading*, https://www.bimco.org/Ships-ports-and-voyage-planning/Maritimedigitalisation/EBL [Accessed 28 July 2023]; T. JIANG, *Regulating electronic bills of lading on a national level*, in *Journal of Business Law*, 7, 2023, p. 604-626.