

# LA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN

## e la dovuta diligenza del legno e dei prodotti a deforestazione zero

Nella legislazione comunitaria, sta acquisendo un ruolo sempre maggiore la dovuta diligenza: intesa come l'insieme delle procedure di riduzione del rischio ambientale dovuto alla produzione ed all'import-export di determinate materie prime e prodotti ad esse correlati.

Il primo passo in tal senso è rappresentato dal regolamento EUTR del 2010 che impone l'obbligo di due diligence alle aziende che immettono legno e derivati sul mercato unico.

Recentemente l'UE ha promulgato l'innovativo regolamento 2023/1115 contro la deforestazione e il degrado forestale che estende l'obbligo di dovuta diligenza ad una vasta gamma di prodotti agro-zootecnici.

In futuro, un considerevole impatto sulle imprese avrà anche la direttiva UE "Corporate Sustainability Due Diligence", rivolta ad ambiti merceologici e principi ispiratori ancora più ampi.

Con questo articolo si intende delineare il ruolo della tecnologia Blockchain nel contesto della dovuta diligenza che richiede informazioni oggettive ed attendibili sull'origine delle materie prime e sull'articolazione delle catene di valore ad esse collegate.

di Angelo Mariano\*, Giulio Sperandio\*\*, Corrado Costa\*\*

\*Consorzio Servizi Legno Sughero (Conlegno)

\*\*Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria – Centro di Ricerca Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari (CREA-IT)

## ABSTRACT

In EU legislation, due diligence - understood as the set of procedures to reduce environmental risks due to the production and import-export of certain commodities and related products - is gaining an increasing role. The first step in this direction is the 2010 EUTR regulation imposing mandatory due diligence on companies placing timber and timber products on the single market. Recently, the EU enacted the groundbreaking Regulation 2023/1115 against deforestation and forest degradation, which extends the due diligence obligation to a wide range of agro-livestock products. In the future, the EU 'Corporate Sustainability Due Diligence' directive, addressing even broader product areas and principles, will also have a considerable impact on business. The purpose of this article is to outline the role of blockchain technology in the context of due diligence, which requires objective and reliable information on the origin of commodities and related value chains.





## 1. LA DUE DILIGENCE NEL CONTESTO LEGISLATIVO COMUNITARIO

Il concetto di *dovuta diligenza*, inteso come la giusta condotta richiesta per adempiere a un determinato obbligo, fonda le sue origini nel diritto romano [1] e più precisamente nella locuzione *diligens pater familias* che tradotta in *diligenza del buon padre di famiglia* si ritrova ancora nel codice civile italiano, all'articolo 1176.

Prima e più frequentemente che nella nostra normativa nazionale, il concetto (in inglese *due diligence*) ricorre nella legislazione anglosassone ed in quella comunitaria. Tant'è che il Tribunale di Torino (nell'ambito di una sentenza del 3 marzo 2015) ha ritenuto di doverne esplicitare il significato nella nostra lingua definendo la due diligence come: "l'attività di investigazione e di approfondimento di dati e di informazioni relative all'oggetto di una trattativa. Il fine di questa attività è quello di valutare la convenienza di un affare e di identificarne i rischi e i problemi connessi, sia per negoziare termini e condizioni del contratto, sia per predisporre adeguati strumenti di garanzia, di indennizzo o di risarcimento".

In ogni caso, la *due diligence* e le procedure operative ad essa afferenti sono ormai d'uso comune nei più disparati ambiti d'attività e settori d'interesse. Tra i più significativi: la finanza [2], l'industria e la mineralogia [3], i diritti umani e del lavoro [4], l'ambiente e le foreste.

Nel presente lavoro si intende trattare l'ultimo settore citato, con particolare riferimento alla normativa dell'Unione Europea riguardante il contrasto, a scala globale, ai prelievi legnosi illegali (*Timber Regulation* attualmente vigente) e alla deforestazione ed al degrado forestale indotti dalla produzione di determinate materie prime (*Regulation on deforestation-free products* di imminente promulgazione). Ma prima, una doverosa menzione va fatta alla proposta della direttiva sul dovere di diligenza delle imprese ai fini della sostenibilità (*Corporate Sustainability Due Diligence*) che la Commissione Europea ha presentato nel febbraio 2022 [5] ritenendola fondamentale per "il successo della transizione dell'Unione a un'economia verde e climaticamente neutra [6], in linea con il Green Deal europeo [7], e per il conseguimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile dell'ONU, compresi i rispettivi obiettivi in materia di diritti umani e ambiente".

Tale proposta prevede che le società individuate esercitino il dovere di diligenza in materia di diritti umani e di ambiente. Per aiutare a comprendere la portata della futura norma, si evidenzia che le società obbligate saranno tutte quelle aventi più di 500 dipendenti e un fatturato netto a livello

mondiale di oltre 150 milioni di euro, nonché quelle meno grandi (più di 250 dipendenti) e con fatturato (superiore a 40 milioni di euro) generato per almeno il 50 % nei settori della produzione e del commercio di: tessuti, pellami, materie prime agricole e zootecniche, legname, pesci, alimenti, bevande e risorse minerarie quali petrolio greggio, gas naturale, carbone, lignite, metalli, minerali e prodotti di cava.

Le suddette aziende saranno chiamate ad integrare il dovere di diligenza nelle proprie politiche societarie descrivendo l'approccio adottato, il codice di condotta che illustra le norme e i principi cui devono attenersi i dipendenti e le procedure predisposte per raggiungere la necessaria conformità normativa. Tutto questo con l'obiettivo principale di prevenire gli impatti negativi (effettivi o potenziali) sui diritti umani e sull'ambiente (come emissioni di gas serra, inquinamento o distruzione della biodiversità o degli ecosistemi) che l'azienda rischia di causare con le attività collegate alla catena del valore cui partecipa.

Entro 2 anni e 20 giorni dalla pubblicazione della direttiva, tuttora in attesa dell'approvazione finale del Parlamento UE e del Consiglio, gli Stati membri dovranno recepirli con le disposizioni regolamentari e amministrative che riterranno più appropriate.

## 2. UE TIMBER REGULATION - EUTR

Il regolamento UE 995 del 2010 [8] (conosciuto come EUTR o Timber Regulation) rappresenta la prima applicazione comunitaria della dovuta diligenza in ambito ambientale e mira ad evitare la commercializzazione di legno illegale e prodotti da esso derivati.

Dal 3 marzo 2013 il regolamento viene attuato dalle Autorità competenti degli Stati membri preposte al controllo delle aziende obbligate ad effettuare le procedure di *due diligence* propedeutiche alla prima immissione sul mercato UE di legno e dei prodotti derivati specificati nell'elenco allegato al testo di legge. Tali aziende, definite *Operatori* esercitano la dovuta diligenza raccogliendo una serie di informazioni riguardanti la merce a base di legno (d'origine extra-UE o nazionale) di cui si intendono approvvigionare sul mercato extra UE o che vogliono commercializzare per la prima volta nel territorio dell'Unione. Le prime e più importanti informazioni da acquisire riguardano l'origine del legno, ossia dove, come e quando è avvenuto il taglio degli alberi, di cui è necessario verificare l'effettiva conformità riguardo alla normativa localmente applicabile che, se non rispettata, configurerebbe l'illegalità della materia prima, ed a cascata dei prodotti da essa derivati.

Le altre informazioni fondamentali consistono nella descrizione del prodotto (legno grezzo, segato, mobile, carta, ecc.), nella relativa quantità e nell'articolazione della catena di approvvigionamento (numero e natura delle transazioni commerciali e delle lavorazioni a cui la materia prima è stata sottoposta). A queste informazioni, intrinseche del prodotto (normalmente recate da documenti cartacei o digitali), segue una serie di altre descrizioni necessarie alla determinazione del livello di rischio dell'approvvigionamento. Queste riguardano, più che altro lo stato di affidabilità del fornitore, del Paese di provenienza (livello di corruzione percepita [9], eventuale presenza di conflitti armati, di misure sanzionatorie dell'UE o dell'Onu, ecc.), della presenza di certificazioni di parte terza, ecc.

In base a tutte le informazioni accuratamente raccolte, l'Operatore valuta il rischio d'illegalità connesso al prodotto e se lo ritiene trascurabile, termina positivamente le procedure di dovuta diligenza. In caso contrario, di fronte all'impossibilità di ricostruire idealmente e comprovare le varie fasi di vita del prodotto (dall'iniziale prelievo legnoso effettuato in foresta o in piantagione, all'esportazione del manufatto finito) e quindi di determinare la citata trascurabilità del rischio, l'Operatore deve provare a mitigarlo attingendo informazioni integrative o ricorrendo a valutazioni di parte terza. Nella peggiore delle ipotesi, quando il rischio

d'illegalità permane nonostante i tentativi di mitigazione, l'Operatore deve rinunciare all'acquisto e rivolgersi a prodotti o fornitori alternativi.

In presenza di Paesi ad alta instabilità politica e sociale, con conflitti in corso o con insufficiente *governance* del settore forestale, spesso non si riesce a dimostrare la nullità o la trascurabilità del rischio di non conformità dei prodotti. In questi casi, gli anelli più deboli della catena informativa che sottende la *due diligence* sono rappresentati da dubbi sulla regolarità del prelievo legnoso, sulla veridicità delle autorizzazioni che dovrebbero comprovarla, sull'origine della materia prima, sul possibile rimescolamento di materiale sospetto, o addirittura illegale, in una catena d'approvvigionamento apparentemente ben documentata.

Non a caso, il ricorso a sistemi di tracciabilità del legno [10] ed a test scientifici anche utilizzati dalla scienza forense [11] viene continuamente raccomandato, in quanto ritenuto particolarmente valido per mitigare alcuni dei citati fattori di rischio. Anche l'acquisto di prodotti certificati (ad esempio dai noti schemi FSC [12] o PEFC [13]) contraddistinti da regolari ed ininterrotte catene di custodia rappresenta una considerevole mitigazione del rischio. Ma, purtroppo, non tutti i prodotti regolamentati dall'EUTR sono disponibili sul mercato in forma certificata e nelle quantità richieste dall'industria.

## 3. REGULATION ON DEFORESTATION - FREE PRODUCTS - EUDR

I prodromi legislativi di questo regolamento risiedono nel Green Deal europeo [14]: il pacchetto di iniziative avviato dalla Commissione nel dicembre 2019 che mira ad avviare l'UE sulla strada di una transizione verde, con l'obiettivo ultimo di raggiungere la neutralità climatica entro il 2050. La norma contribuirà al raggiungimento di tale obiettivo mediante un approccio olistico che comprende anche le nuove strategie dell'UE sulle foreste [15], sulla biodiversità [16] e quella dal produttore al consumatore [17].

Basandosi in gran parte sull'esperienza maturata in dieci anni di attuazione dell'EUTR, l'Unione Europea ha pubblicato il nuovo regolamento n. 2023/1115 [18] che vieta l'immissione nel mercato comunitario e l'esportazione dall'UE di prodotti che hanno causato deforestazione o degrado forestale dopo il 31 dicembre 2020 o che risultano illegali in quanto non conformi alla legislazione vigente nei Paesi di produzione delle materie prime di cui tali merci si compongono. Pertanto, questo regolamento avrà una portata molto più ampia del precedente in





quanto, all'obiettivo fondamentale di frenare l'*illegal logging* e quindi l'immissione sul mercato di legno illegale o potenzialmente tale, si aggiunge quello molto più ambizioso di verificare la sostenibilità ambientale e sociale di sette materie prime (bovini, cacao, caffè, palma da olio, gomma, soia e legno) e di gran parte dei prodotti da esse derivati. Anche l'EUDR individua nella due diligence lo strumento essenziale per verificare che i prodotti regolamentati non danneggino le foreste fino ad annientarle. A tal fine, le informazioni a cui accedere preventivamente sono ancora più varie ed articolate includendo, tra l'altro, la geolocalizzazione delle aree agricole o forestali in cui sono state prodotte le materie prime da cui derivano i prodotti da immettere sul mercato comunitario, da importare o esportare al di fuori dell'UE.

In linea di massima, per la maggior parte dei prodotti agro-zootecnici regolamentati dall'EUDR, con la *due diligence* si dovrà dimostrare che gli stessi non hanno causato deforestazione, ossia "conversione a uso agricolo di una foresta". Di fatto, un cambiamento della copertura del suolo talmente evidente si presta ad essere individuato senza particolari difficoltà tramite il telerilevamento.

Invece, nel caso di legno e derivati, l'obbligo più cogente consiste nel comprovarne la relativa estraneità a casi di degrado forestale, generalmente più difficili da cogliere data la grande variabilità del fenomeno e l'aleatorietà della definizione scelta dal legislatore comunitario per il quale il degrado forestale rappresenta la "conversione di foreste primarie o foreste rinnovate naturalmente in piantagioni forestali o in altri terreni boschivi o di foreste primarie in foreste piantate". A parte ciò, resta il problema della tracciabilità di ogni successiva trasformazione e transazione commerciale a cui i prodotti derivati vanno incontro nelle catene di fornitura. Infatti, l'operatore EUDR dovrebbe conoscere ogni fase intermedia dell'approvvigionamento in modo da evitare che, nella preparazione del prodotto, la materia prima d'origine certa non venga mescolata con altra sconosciuta o addirittura illegale. Come già commentato, basare la valutazione del rischio unicamente su documenti cartacei o digitali passibili di modificazioni successive alla loro emissione o addirittura di falsificazione, rappresenta la principale debolezza di qualsiasi sistema di dovuta diligenza ed in particolare di quello piuttosto complesso richiesto dall'EUDR.

#### **4. BLOCKCHAIN E TRACCIABILITÀ DEI PRODOTTI AGROFORESTALI. STATO DELL'ARTE E PROSPETTIVE FUTURE**

La capacità di tracciare l'intera catena di approvvigionamento del prodotto è oggi possibile con l'implementazione di sistemi di identificazione automatizzati che stabiliscono un collegamento tra il prodotto e un database del prodotto e dei processi produttivi a cui è sottoposto [18]. Un sistema di tracciamento è un processo per tenere registri che rivelano la traccia di un input dai fornitori ai clienti. Questo aspetto sta riscuotendo un crescente interesse nel settore forestale. In generale, un sistema di info-tracciabilità (infotracing) si basa sulla capacità di tracciare il prodotto in qualsiasi punto della catena di fornitura, consentendo l'implementazione rapida ed efficace di azioni correttive lungo la filiera [19-23]. La tracciabilità è importante per tutte le aziende, inclusi importatori e rivenditori, per poter tracciare e rintracciare i prodotti sin dalla loro origine [24]. Come già menzionato, il regolamento europeo 995/2010 (EUTR) o Timber Regulation vieta l'uso e il commercio di prodotti di origine illegale e obbliga l'adozione di un sistema di *due diligence* interna per i soggetti che immettono sul mercato europeo prodotti legnosi e derivati, con la necessità di certificare l'origine del prodotto e tracciarne i flussi. L'utilizzo di sistemi di tracciabilità all'interno della filiera di lavorazione del legno può risultare molto utile, in quanto la tracciabilità e il trasferimento delle informazioni dall'albero in piedi attraverso l'intera filiera fino al consumatore finale è condizione necessaria per certificare l'origine del materiale. Rappresenta la correlazione documentata tra legno grezzo e popolamenti arborei originari con l'archiviazione di tutti i dati relativi all'origine e all'iter autorizzativo dell'abbattimento. In questo contesto, i sistemi di info-tracciamento implementati con la tecnologia blockchain possono fornire un'interfaccia web di riferimento per accedere alla scheda informativa del prodotto visualizzando tutte le informazioni e i dati rilasciati come feedback da produttore, grossista, dettagliante e consumatore finale [19]. La tecnologia blockchain rappresenta una nuova frontiera con enormi potenzialità in termini di tracciabilità, rintracciabilità, certificazione e identificazione univoca di un determinato prodotto lungo la filiera di approvvigionamento. È un database distribuito caratterizzato da decentralizzazione, consenso, validità, immutabilità e autenticazione delle transazioni in essa inserite [25]. Una volta che i dati vengono caricati sulla blockchain, essi divengono immutabili, non alterabili

e quindi praticamente non falsificabili. La blockchain, attraverso una rete di computer o un database, è costituita da una sequenza lineare di piccoli set di dati crittografati chiamati blocchi, che contengono lotti di transazioni identificate univocamente con traccia cronologica spazio-temporale delle avvenute attività [26]. Ciascuno di questi blocchi contiene un riferimento al suo blocco precedente, che serve a convalidare le transazioni che contiene funzionando come un sistema di registro decentralizzato dei record delle transazioni [27].

Bitcoin rappresenta l'uso più noto di blockchain, utilizzata nelle registrazioni e convalide delle transazioni finanziarie di criptoalute. Ethereum, invece, è una piattaforma tecnologica popolare che mira a sviluppare blockchain liberamente programmabili. È la piattaforma blockchain più utilizzata nel settore forestale che consenta l'inserimento di tutti i tipi di logiche di business (contratti finanziari e processi aziendali), chiamati contratti intelligenti [28].

Nel settore forestale, oggi l'uso della tecnologia blockchain è stato applicato in pochi casi solo ai fini della tracciabilità del prodotto. Un uso alternativo della blockchain, proposto da Molinaro e Ortez [29], riguarda l'ottimizzazione del processo di spedizione del legno, un'esigenza importante e ancora poco esplorata che consiste in un'ottimizzazione dei processi di collaborazione e condivisione delle informazioni tra le parti coinvolte.

Da un lato, la blockchain può essere utilizzata per digitalizzare i documenti di spedizione (ad esempio: accordi di noleggio, documenti portuali, certificati di origine, ecc.), riducendo così il rischio di ritardi nei documenti e accelerando il transito doganale [30]. Dall'altro, può anche automatizzare le transazioni grazie alle applicazioni di contratto intelligenti, che possono comportare controlli ridotti, processi manuali ed errori umani [31].



## 5. VANTAGGI, LIMITI APPLICATIVI, CRITICITÀ E OPPORTUNITÀ

L'implementazione della blockchain potrebbe fornire diversi benefici al settore foresta-legno, date le sue catene di approvvigionamento globali e internazionali. Come riportato dall'Organizzazione delle Nazioni Unite (ONU) per l'alimentazione e l'agricoltura (2020), nel 2018 il valore totale delle esportazioni di prodotti forestali nel mondo è stato di circa 270 miliardi di dollari, indicando che il processo di spedizione del legno in diversi Paesi e continenti può essere lungo e complesso.

La blockchain è una tecnologia nuova e complessa che può rappresentare per l'immediato futuro una grande opportunità, oltre che avere un grande potenziale di sviluppo. Alcuni esempi di implementazione della blockchain nella filiera forestale sono stati realizzati soprattutto nel settore della tracciabilità dei prodotti legnosi, ma anche nel settore del controllo degli incendi boschivi e nella gestione forestale.

La maggior parte delle applicazioni basate su blockchain sono sviluppate a livello prototipale [32], mentre casi di applicazione sistematica e su ampia scala, soprattutto in Italia, sono molto limitati. Tale tecnologia, tuttavia, risulterebbe estremamente utile proprio nella grande possibilità di controllo, registrazione e verifica dei flussi di import/export di legname per prevenire o ridurre il rischio di commercializzare legname proveniente da tagli illegali. In questo contesto, il primo livello di complessità e difficoltà è dato proprio dalla capacità di individuare con precisione la provenienza del legname e seguire l'iter di un'appropriata *due diligence* per stabilire che quel legname non provenga da deforestazione illegale. Altro livello di complessità è costituito, ad esempio, dall'import/export di legname o prodotti derivati da un Paese che a sua volta ha importato o esportato il legname di origine. La blockchain, con la possibilità di implementare sistemi di registrazione a prova di manomissione esterna, può contribuire in maniera determinante alla risoluzione di queste problematiche.

Una delle difficoltà di implementazione della blockchain potrebbe essere dovuta al fatto che molte imprese coinvolte non siano favorevoli per non rendere pubblico il loro database [33], oppure preferiscano ancora ricorrere a pagamenti e transazioni tradizionali nella commercializzazione del loro legname. I vantaggi delle blockchain possono essere molteplici: innanzitutto, consentono una tracciabilità accurata e trasparente delle risorse forestali lungo l'intera catena del valore. Ciò significa che ogni transazione, dal taglio degli alberi alla lavorazione del





legno e alla vendita dei prodotti finiti, può essere registrata in modo immutabile sulla blockchain. Questo aiuta a prevenire e contrastare la deforestazione illegale e l'estrazione non sostenibile delle risorse, fornendo, allo stesso tempo, una prova tangibile dell'origine legale del legno.

Un altro vantaggio è la possibilità di creare registri digitali delle proprietà forestali. Attraverso l'utilizzo di token crittografici, è possibile assegnare diritti di proprietà digitali alle risorse forestali, consentendo una gestione più efficiente e trasparente dei terreni. Ciò può ridurre i conflitti sulle proprietà e promuovere una migliore governance delle risorse forestali.

Inoltre, le blockchain possono incentivare pratiche sostenibili nel settore forestale. Attraverso l'utilizzo di *smart contract*, è possibile stabilire regole e condizioni per la gestione delle risorse forestali. Ad esempio, i contratti intelligenti possono premiare i proprietari terrieri che adottano pratiche di gestione sostenibile o che piantano nuovi alberi, consentendo una maggiore conservazione delle foreste.

Tuttavia, ci sono anche alcuni limiti applicativi da considerare. Innanzitutto, l'implementazione richiede una solida infrastruttura tecnologica e un accesso affidabile a Internet. Questo potrebbe limitare l'utilizzo delle blockchain nelle aree remote o meno sviluppate, dove spesso si concentrano le risorse forestali.

Inoltre, la scalabilità delle blockchain è un fattore importante da considerare. Attualmente, molte blockchain pubbliche affrontano problemi di scalabilità in termini di velocità delle transazioni e capacità di archiviazione dei dati. Poiché il settore forestale coinvolge una vasta quantità di dati e transazioni, è fondamentale che le blockchain siano in grado di gestire un carico di lavoro elevato in modo efficiente.

Un'altra criticità riguarda l'accuratezza delle informazioni inserite. Se le informazioni iniziali registrate sulla blockchain fossero errate o false, ciò potrebbe influire negativamente sull'integrità complessiva del sistema. Pertanto, è necessario garantire meccanismi affidabili di verifica e convalida delle informazioni per mantenere l'affidabilità dei dati registrati.

Nonostante queste criticità, ci sono diverse opportunità che derivano dall'utilizzo delle blockchain nel settore forestale. L'implementazione delle blockchain può favorire la creazione di mercati decentralizzati per le risorse forestali, consentendo transazioni dirette tra produttori e acquirenti. Ciò può eliminare gli intermediari e promuovere una maggiore equità nella catena del valore.

Inoltre, l'utilizzo delle blockchain può creare nuove opportunità di finanziamento per la conservazione delle foreste. Attraverso

l'emissione di token criptati collegati agli archivi forestali, è possibile coinvolgere gli investitori e incentivare finanziamenti per progetti di conservazione forestale o meccanismi di pagamento per servizi ecosistemici.

Infine, le blockchain possono promuovere una maggiore trasparenza e coinvolgimento delle comunità locali nel processo decisionale riguardante la gestione delle risorse forestali. Consentendo l'accesso alle informazioni sulla blockchain, le comunità possono essere più consapevoli delle operazioni forestali e partecipare attivamente alle decisioni che riguardano il loro territorio.

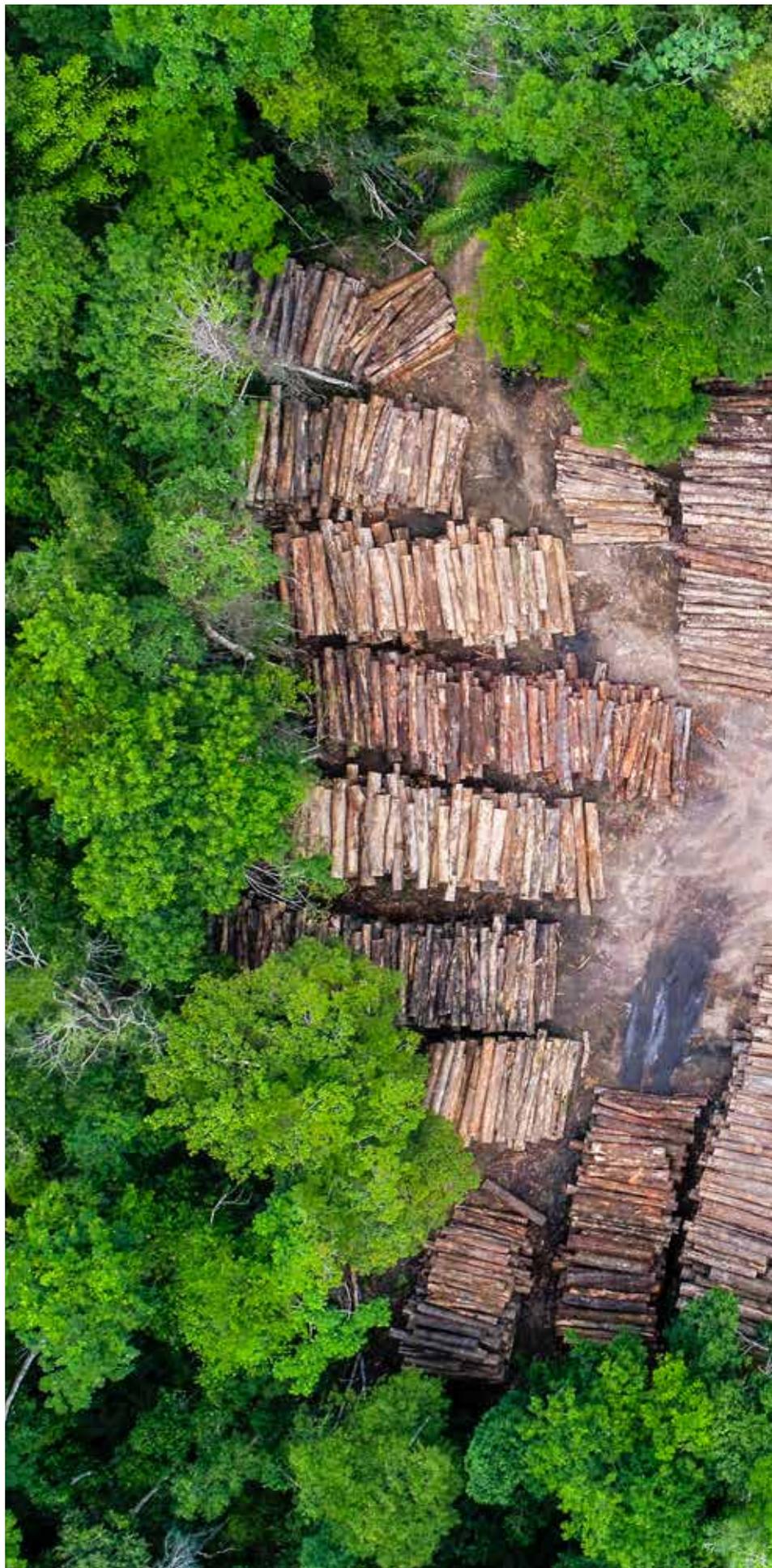
Proprio in questa direzione si sta muovendo il nostro Ministero dell'Università e della Ricerca che ha finanziato lo sviluppo e la realizzazione di applicativi da includere nella Piattaforma *C.U.R.S.A Industria 4.0* tra i quali quelli rivolti alla tracciabilità mediante blockchain di diverse filiere, inclusa quella del settore foresta-legno. Un'ultima menzione merita il progetto internazionale DigiMedFor (recente Innovation Action finanziata dal programma Horizon Europe) che coinvolge 21 partner internazionali, coordinati dall'Università di Napoli Federico II e che intende creare i presupposti per l'affermazione di una filiera forestale mediterranea più competitiva, sostenibile e tecnologicamente avanzata, grazie alla messa a punto ed alla diffusione di strumenti digitali d'alto contenuto innovativo [34].



## 6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'applicazione della tecnologia blockchain nel settore forestale e, in particolare, nella tracciabilità del legno e dei processi di commercializzazione, è attualmente in fase di implementazione, ma già è possibile intravedere gli enormi vantaggi e opportunità che essa può apportare, a fronte di alcuni svantaggi e criticità. Tale tecnologia sicuramente è in grado di migliorare i processi aziendali, aumentare la fiducia degli attori della filiera con maggiore garanzia di trasparenza, coerenza e sicurezza dei dati trattati. Ciò probabilmente potrà essere associato anche ad una presumibile riduzione dei costi di gestione dei dati, backup, server e archiviazione. Una criticità potrebbe essere rappresentata, dal punto di vista sociale, da una minore necessità di personale addetto alla contabilità e registrazione delle informazioni all'interno delle imprese, ma, dall'altro lato, il sistema blockchain richiederebbe un forte incremento di figure professionali altamente qualificate in ambito informatico aziendale.

Una sfida per il futuro può essere rappresentata dal problema degli alti costi di investimento e implementazione iniziali della blockchain, che, allo stato attuale, sono difficilmente stimabili in relazione alla complessità del problema che si intende risolvere. Tuttavia, esempi di prototipi di architetture blockchain basate sull'utilizzo di piattaforme aperte per la condivisione di processi e dati aziendali con altre organizzazioni, impiegando supporti software open source [35], fanno ben sperare per un'applicazione della tecnologia a costi molto più contenuti rispetto a quelli attualmente prevedibili.



## BIBLIO-SITOGRAFIA

- 1. Bonnitcha J., McCorquodale 13 November 2017 The Concept of 'Due Diligence' in the UN Guiding Principles on Business and Human Rights European Journal of International Law, Volume 28, Issue 3, August 2017, Pages 899–919, <https://doi.org/10.1093/ejil/chx042>.
- 2. <https://www.borsaitaliana.it/borsa/glossario/due-diligence.html>
- 3. [https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/due-diligence-ready\\_it](https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/due-diligence-ready_it)
- 4. [https://www.ilo.org/empent/areas/business-helpdesk/WCMS\\_867782/lang-en/index.htm](https://www.ilo.org/empent/areas/business-helpdesk/WCMS_867782/lang-en/index.htm)
- 5. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52022PC0071>
- 6. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R1119&from=EN>
- 7. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0640>
- 8. <https://www.transparency.it/indice-percezione-corruzione>
- 9. <https://www.intechopen.com/chapters/84377>
- 10. [https://www.fpl.fs.usda.gov/documnts/pdf2016/fpl\\_2016\\_UNODC001.pdf](https://www.fpl.fs.usda.gov/documnts/pdf2016/fpl_2016_UNODC001.pdf)
- 11. <https://fsc.org/en>
- 12. <https://www.pefc.org/>
- 13. <https://www.consilium.europa.eu/it/policies/green-deal/#what>
- 14. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021DC0572&from=EN>
- 15. [https://environment.ec.europa.eu/strategy/biodiversity-strategy-2030\\_en](https://environment.ec.europa.eu/strategy/biodiversity-strategy-2030_en)
- 16. [https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-05/f2f\\_action-plan\\_2020\\_strategy-info\\_en.pdf](https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-05/f2f_action-plan_2020_strategy-info_en.pdf)
- 17. Tzoulis, I.; Andreopoulou, Z. 2013. Emerging traceability technologies as a tool for quality wood trade. *Procedia Technol.*, 8, 606–611. [CrossRef].
- 18. Costa, C.; Antonucci, F.; Pallottino, F.; Aguzzi, J.; Sarrià, D.; Menesatti, P. 2013. A review on agri-food supply chain traceability by means of RFID technology. *Food Bioprocess Technol.*, 6, 353–366. [CrossRef].
- 19. Timpe, D. 2006. RFID in Forestry: Prospects of an RFID-Based Log Tracking System as an Alternative to Stamping; Mittuniversitetet: Sundsvall, Sweden; ISSN 1650-5387.
- 20. Björk, A.; Erlandsson, M.; Häkli, J.; Jaakkola, K.; Nilsson, Å.; Nummila, K.; Puntanen, V.; Sirkka, A. 2011. Monitoring environmental performance of the forestry supply chain using RFID. *Comput. Ind.*, 62, 830–841. [CrossRef].
- 21. Picchi, G.; Kühmaier, M.; Marques, D.; de Dios, J. 2015. Survival Test of RFID UHF Tags in Timber Harvesting Operations. *Croatian J. For. Eng.*, 36, 165–174.
- 22. Sperandio, G.; Costa, C.; Figorilli, S.; Pallottino, F.; Scrinzi, G.; Colle, G.; Proto, A.; Macri, G.; Antonucci, F.; Menesatti, P. 2017. Valutazione economica delle tecnologie RFID e open source per la tracciabilità del legno in Calabria. *Forest@*, 14, 124–134. [CrossRef].
- 23. Angeles, R. 2005. RFID technologies: Supply-chain applications and implementation issues. *Inf. Syst. Manag.*, 22, 51–65. [CrossRef].
- 24. Corona et al. 2022. Prospettive e potenzialità della digitalizzazione del settore forestale in Italia. Rete Rurale Nazionale 2014-2020. Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Roma, Pp. 172. ISBN: 9788833852157.
- 25. Kumar, M.V.; Iyengar, N.C.S. 2017. A Framework for Blockchain Technology in Rice Supply Chain Management. *Adv. Sci. Technol. Lett.*, 146, 125–130.
- 26. Lin, Y.P.; Petway, J.R.; Anthony, J.; Mukhtar, H.; Liao, S.W.; Chou, C.F.; Ho, Y.F. 2017. Blockchain: The Evolutionary Next Step for ICT E-Agriculture. *Environments*, 4, 50. [CrossRef].
- 27. Buterin, V. 2014. A next generation smart contract & decentralized application platform. Ethereum White Paper. [https://blockchainlab.com/pdf/Ethereum\\_white\\_paper-a\\_next\\_generation\\_smart\\_contract\\_and\\_decentralized\\_application\\_platform-vitalik-buterin.pdf](https://blockchainlab.com/pdf/Ethereum_white_paper-a_next_generation_smart_contract_and_decentralized_application_platform-vitalik-buterin.pdf).
- 28. Molinaro, M.; Orzes, G. 2022. From forest to finished products: The contribution of Industry 4.0 technologies to the wood sector. *Computers in Industry*, 138, 103637.
- 29. Gurtu, A.; Johnny, J. 2019. Potential of blockchain technology in supply chain management: a literature review. *Int. J. Phys. Distrib. Logist. Manag.*, 49 (9), 881–900.
- 30. Wang, Y., Singgih, M., Wang, J., Rit, M., 2019. Making sense of blockchain technology: how will it transform supply chains? *Int. J. Prod. Econ.* 211, 221–236.
- 31. Figorilli S.; Antonucci F.; Costa C.; Pallottino F.; Raso L.; Castiglione M.; Pinci E.; Del Vecchio D.; Colle G.; Proto A.R.; Sperandio G.; Menesatti P. 2018. A Blockchain implementation prototype for the electronic open source traceability of wood along the whole supply chain. *Sensors*, 18: 3133 (12 pp). Doi:10.3390/s18093133.
- 32. He, Z.; Turner, P. 2022. Blockchain Applications in Forestry: A Systematic Literature Review. *Appl. Sci.*, 12, 3723. <https://doi.org/10.2290/app12083723>.
- 33. Figorilli S.; Antonucci F.; Costa C.; Pallottino F.; Raso L.; Castiglione M.; Pinci E.; Del Vecchio D.; Colle G.; Proto A.R.; Sperandio G.; Menesatti P. 2018. A Blockchain implementation prototype for the electronic open source traceability of wood along the whole supply chain. *Sensors*, 18: 3133 (12 pp). Doi:10.3390/s18093133.
- 34. <https://www.unina.it/-/40592309-progetto-digimedfor-foreste-digitali-del-mediterraneo>
- 35. He, Z.; Turner, P. 2022. Blockchain Applications in Forestry: A Systematic Literature Review. *Appl. Sci.*, 12, 3723. <https://doi.org/10.2290/app12083723>.