Percorso dottorale sviluppato con il sostegno finanziario di NextGenerationEU:

Missione 4, Componente 1, Investimento 4.1, CUP B63C22000900001

Borsa MUR ex DM 351/2022

Dipartimento di Giurisprudenza

Dottorato in Scienze Giuridiche

38° Ciclo

Coordinatore: Prof. Alessandro Palmieri

Prospettive di riforma nel campo del trasferimento dei diritti di proprietà: l'impatto della tokenizzazione nel settore immobiliare

Settore scientifico disciplinare: Diritto privato comparato

Candidata

Costanza Naldini

Sede di attività

Università degli Studi di Siena

Firma digitale del/della candidato/a

Costanza Naldini
01/10/2026 22:17:08 UTC+0200

Supervisore

Gianluca Navone

Ente di appartenenza

Università degli Studi di Siena

Co-supervisore

Alessandro Palmieri

Ente di appartenenza

Università degli Studi di Siena

Anno accademico di conseguimento del titolo di Dottore di ricerca

2025/2026

Università degli Studi di Siena
Dottorato in Scienze Giuridiche
38° Ciclo

Data dell'esame finale
12 ottobre 2026

Commissione giudicatrice
Dott.ssa Jihane Benarafra
Dott.ssa Giulia Dore
Prof.ssa Irene Mecatti

Supplenti
Prof. Paolo Pardolesi

Indice

Elenco delle abbreviazioni e degli acronimi

Introduzione……..7

Capitolo I. Tecnocrazia e globalizzazione…….13

1. L'innovazione tecnologica e la crisi delle coordinate classiche del diritto……...13

1.1. (segue) oltre i confini territoriali: regolazione del diritto e tecnologia tra delocalizzazione e globalizzazione……20

1.1.1. (segue) I regimi tecnologici a confronto con la teoria delle fonti: una nuova terra di nessuno? dall'elaborazione iniziale della *lex* informatica di Joel Reindeberg all'affermazione della *lex* critpographica……25

1.2. la digitalizzazione della società tra tecnica e diritto civile…….33

1.2.1. Il fenomeno della dematerializzazione: una rilettura dell'art. 810 c.c. oltre le tradizionali situazioni di appartenenza attraverso uno stravolgimento semantico del concetto di bene……45

1.3. *Crypto-assets economy*, *token based economy*, *sharing -or collaborative- economy*: tante facce della stessa medaglia……51

1.4. La certezza giuridica a confronto tra sistemi diversi……55

Capitolo II. La tecnologia *blockchain* ed i *token* crittografici……60

2. Premessa ed introduzione al fenomeno della tecnologia *blockchain*……60

2.1. Elementi connotativi della tecnologia *blockchain* e dei *token* crittografici……..64

2.1.1. (segue) I fondamenti alla base della *governance* della *blockchain* e la sua preliminare funzione di tracciamento……..67

2.1.2.(segue) Le funzioni *hash* crittografiche e la tassonomia dei meccanismi di consenso…….72

2.1.3. (segue) Differenti tipologie di *governance* nella dicotomia tra *blockchain public/consortium*/private……77

2.2. I *token* crittografici quali *assets* digitali e relativa tassonomia……...79

2.2.1. Le cripto-valute……..90

2.2.2. I *Non Fungible Tokens*……...94

2.2.2.1. La qualificazione giuridica dei *Non Fungible Tokens*……99

2.2.2.2. Lo *jus excludendi omnes alios* e regimi di appropriazione sotto rinnovata forma……103

2.2.2.3. La (sottile) linea di demarcazione tra fungibilità ed infungibilità……114

2.3. Il fenomeno della tokenizzazione sotto una duplice lente……119

2.3.1. La tokenizzazione del settore immobiliare in Italia con riferimento ai diritti reali immobiliari……121

2.3.2. La tokenizzazione immobiliare sul versante finanziario……...125

2.3.3. Qualificazione giuridica del *token* immobiliare……128

Capitolo III. Ambiti applicativi della tecnologia *blockchain*……132.

3. La rimozione delle parti istituzionali nella sicurezza della circolazione immobiliare nel sistema italiano……...132

3.1. Dalla forma scritta alla documentazione digitale: il token come nuova modalità di rappresentazione giuridica…….140

3.1.1. Blockchain e registri immobiliari: tra controllo pubblico e disintermediazione……..144

3.2. Concetto di proprietà nel modello di *common law* e la sua evoluzione come sintomo del portato delle nuove tecnologie in materia di *blockchain*…….147

3.2.1. Il sistema di *land registration* in Inghilterra e Galles: la pubblicità costitutiva…….154

3.2.2. *Land Registration Act* 1925 ed il passaggio dalla *registration of title* al *title by registration*…158

3.2.3. Considerazioni conclusive in materia di tokenizzazione immobiliare……160

3.3. *Blockchain* in ambito sanitario……164

3.3.1 Spazio europeo dei dati sanitari – Il nuovo Regolamento europeo per l'accesso transfrontaliero ai dati sanitari dell'Unione Europea……...168

3.3.2. L'impiego della *blockchain* in ambito sanitario: necessità di compliance con il GDPR e con l'EHR……..…175

Conclusioni……...187

Bibliografia……...192

Fonti istituzionali ed atti di *soft law*……218

Giurisprudenza citata……..220

Elenco delle abbreviazioni e degli acronimi

ACL	Access Control Layer
ART	Asset Referenced-Token
BTC	Bitcoin
CNIL	Commission Nationale Informatique & Libertés francese
DLT	Distributed Ledger Technology
DPIA	Valutazione d'Impatto sulla Protezione dei Dati
EDPB	European Data Protection Board
EMT	E-Money Token
ESA	European Supervisory Authorities
F-NFT	Fractional Non Fungible Token
FINMA	Financial Service Market Supervisory Authority
FSE	Fascicolo Elettronico Sanitario
ICO	Initial Coin Offerings
IMEL	Istituti di Moneta Elettronica
MiFID	Market in Financial Instruments Directive
NFT	Non Fungile Token
NRT	Non Referred Token
PoW	Proof of Work
STO	Security Token Offering
TVTG	Token and Trusted Technology Service Provider Act

Introduzione

L'emersione di nuove tecnologie nella realtà fenomenica, capaci di investire trasversalmente molteplici ambiti di relazione regolati dal diritto privato, induce ad una riflessione circa la loro effettiva portata, nonché le modalità di integrazione nelle categorie giuridiche esistenti e gli ostacoli positivi in tal senso, con particolare riguardo ai meccanismi di trasferimento dei beni immobili, cui il presente lavoro è dedicato.

Nel detto contesto, l'applicazione di strumenti tecnologici innovativi al comparto immobiliare lascia intravedere vistose implicazioni, ponendo in discussione la tenuta delle tradizionali disposizioni codicistiche, investendo così la funzione regolatrice del diritto privato che presidia gli scambi, per conferire una sorta di "mandato fiduciario" ad una nuova tecnologia, ovvero la tecnologia *blockchain,* attraverso l'affidamento di talune dinamiche di circolazione dei beni immobili.

L'emersione della tecnologia *blockchain* non si inscrive in una evoluzione meramente tecnica, ma si radica in una ben più profonda crisi di fiducia nei confronti delle istituzioni; non appare casuale la sua genesi in concomitanza della crisi finanziaria globale innescata dal crollo del mercato dei mutui *subprime*, che ha messo in luce le fragilità strutturali dei meccanismi tradizionali di rappresentazione e trasferimento della ricchezza.

Una delle criticità è stata collegata alla inidoneità dei titoli formali nel garantire in concreto l'affidabilità e la solidità delle operazioni di cartolarizzazione e di utilizzo di beni immobili, quali sottostanti di strumenti finanziari complessi.

Da ciò, la risposta sistemica a tale crisi di fiducia ovvero l'emersione di una infrastruttura tecnologica che ambisce a ridisegnare -o a sostituire del tutto- il ruolo dell'intermediazione istituzionale, proponendo un modello di validazione distribuita orizzontalmente e fondato su registri immutabili e condivisi in ottica paritaria.

Ciò denota una proverbiale crisi di fiducia, sollecitando il giurista ad una rilettura del rapporto tra il cittadino e lo Stato, nell'ottica di un potenziale superamento della sfera di sovranità nazionale, così come riconsiderare l'importanza di un sistema di certificazione, raccolta e tenuta degli atti relativi ai trasferimenti dei diritti reali immobiliari, che possa altresì veder potenziata la propria efficienza con l'ausilio dei portati delle nuove tecnologie.

Centrale è il concetto di fiducia che, se dal lato del diritto privato classico è giuridicamente rilevante, come nel caso del sistema tradizionale in cui la fiducia è istituzionalizzata nelle mani di soggetti garanti, nel *trustless system* della tecnologia

blockchain la fiducia subisce una trasposizione dalle tradizionali figure investite di funzioni di garanzia, al sistema tecnico ed al suo funzionamento.

In questa prospettiva la tecnologia *blockchain* sembra riproporre una antica tensione che, seppur nella radicale distanza dei contesti, può evocare l'esperienza socratica, fondata sul dialogo e su di una ricerca condivisa della verità più che sulla sua trasmissione verticale da parte di un'autorità precostituita. Proprio come il pensiero socratico non conduce necessariamente al rifiuto della *polis,* così la disintermediazione tecnologica non implica il superamento dell'istituzione, ponendo al contrario la questione di come l'istituzione possa ridefinire le proprie forme di mediazione alla luce della nuova infrastruttura relazionale.

Al cospetto di un fenomeno di così ampia portata, si è inteso procedere mediante un'analisi per lemmi, volta ad isolare ed interrogare le categorie che ne sorreggono la costruzione.

L'avvento di queste innovazioni digitali conduce ad interrogativi sulla nozione stessa di proprietà in relazione a beni privi di un substrato materiale e se ciò possa essere ammissibile in una prospettiva *de iure condendo,* così come quale possa essere il ruolo affidato allo Stato negli scambi immobiliari con l'emersione di una nuova forma di *governance* a carattere esclusivamente tecnocratico, almeno secondo i propulsori di questa nuova architettura; altro aspetto da considerare è l'emersione di un nuovo concetto di contratto, che, nella commistione con la nuova tecnologia a registri distribuiti, implica una comprensione di ruoli inediti dei soggetti coinvolti: l'acquirente diventa il detentore del *token* -sotto forma di detenzione delle chiavi crittografiche- mentre il terzo in veste di intermediario nei trasferimenti immobiliari, secondo la linea più dura adottata, si dissolve completamente.

Il tutto si condensa poi nell'annosa questione ormai di lunga data, ovvero se sia opportuno adattare le regole tradizionali alla nuova realtà oppure se sia necessario predisporre un ridisegno complessivo del sistema giuridico in vigore. Di fronte a tali interrogativi, il formante legislativo non riesce ad elaborare un assetto organico, risolvendosi in interventi parziali che non esauriscono le criticità sottese al fenomeno.

Affrontando il fenomeno della nascita dei *token* e del loro inquadramento giuridico e tassonomico, è stato ritenuto fondamentale non tralasciare uno degli aspetti preponderanti, ovvero la dinamicità del fenomeno, essenziale per comprenderne le variegate sfaccettature; risulta del tutto velleitario nonché semplicistico tentare di

ricondurre detto fenomeno ad un unico modello, sulla base dell'analogia data dalla loro natura digitale ed immateriale, nonché dal loro accostamento alla tecnologia *blockchain*.

Occorre una più precisa messa a fuoco del fenomeno, partendo dal concetto generale di "*token*" per poi ricorrere all'indagine compiuta dai legislatori e regolatori, ed alla tassonomia che è stata compiuta nel tempo, che dimostra un ripensamento nella considerazione delle varie tipologie, da ultimo escludendo del tutto, da parte della regolamentazione eurounitaria, una particolare categoria, ovvero quella dei c.d. *security token.*

Si intende svolgere poi un intervento qualificatorio con riguardo ai *token,* quali espressione paradigmatica di quella che potremmo definire una "categoria mancata", costituita dalle nuove entità immateriali generate dall'evoluzione digitale e dai progressi dell'informatica, non riconducibili ai tradizionali diritti di proprietà intellettuale. L'indagine è volta a verificare se tali entità possano o meno essere ricondotte alla categoria tradizionale dei beni giuridici, al fine di colmare un vuoto che appare, prima ancora che ontologico, eminentemente normativo. Nonostante la loro collocazione in una persistente "zona d'ombra" all'interno degli ordinamenti -pur con qualche vistosa eccezione- la loro crescente circolazione, così come la capitalizzazione del relativo valore, evidenziano l'importanza che hanno assunto nella scena economica a livello globale e le inevitabili conseguenze in punto di diritto. Diventa poi fondamentale, per un corretto inquadramento delle nuove entità immateriali, considerare l'aspetto funzionale che li connota.

Sebbene le categorie tradizionali del diritto dei beni mostrino profili di inadeguatezza rispetto alle nuove entità, permane l'esigenza, propria dell'ordinamento, di procedere alla loro qualificazione giuridica, nonostante l'estrema eterogeneità del fenomeno e pertanto di difficile categorizzazione. Tuttavia, il concetto di "bene giuridico" sembra essere un terreno fertile su cui ragionare, e che consente altresì di poter rispondere agli interrogativi non solo in materia di qualifica dell'entità ma parimenti in termini di possibile oggetto di appartenenza esclusiva nonché in termini di titolarità della situazione soggettiva su di essi. Ci si propone dunque di comprendere il grado di dilatazione del concetto di bene giuridico, in un'ottica di necessario adeguamento del pensiero tradizionale. Discostandosi dalla concezione di cosa intesa in senso corporale, è necessario far leva sulla concezione di bene inteso come potenziale oggetto di diritti.

Dal piano ontologico, occorre poi collocarci nell'ottica funzionale dell'utilizzo del *token*, che implica il tentativo di comprendere cosa debba intendersi per processo di tokenizzazione, il quale presenta, con riferimento ai diritti reali immobiliari, una duplice

accezione. In tale prospettiva, si cercherà prima di analizzare e decostruire il concetto di proprietà digitale o *smart property,* al fine di pervenire ad una concezione della tokenizzazione dei diritti reali immobiliari che non si ponga in antitesi rispetto all'impianto codicistico ma bensì in armonia con esso, in una prospettiva *de iure condendo*. In via preliminare, si ritiene opportuno compiere un accenno alla dicotomia formata da due concetti estremi ovvero quello di "tokenizzazione forte" e "tokenizzazione debole", quali chiavi interpretative necessarie per l'analisi delle diverse applicazioni della tecnologia *blockchain* nel settore dei trasferimenti immobiliari. Tale distinzione verrà assunta in questa sede in senso puramente descrittivo-analitico, al fine di rappresentare i diversi gradi di incidenza di tale tecnologia sui meccanismi di circolazione dei diritti.

In particolare, tra l'ipotesi teorica della "tokenizzazione forte", nella quale il *token* tende ad assumere una funzione sostitutiva del diritto sottostante, incidendo direttamente sul piano sostanziale, ed il concetto della "tokenizzazione debole" declinata nella mera funzione di tracciamento, attestazione del bene o del diritto, si opterà per una collocazione intermedia, prospettando una ricostruzione sistematica che valorizzi la funzione rappresentativa del *token*, all'interno di un sistema di pubblicità immobiliare che l'ordinamento riconosca quale giuridicamente rilevante ai fini della circolazione del diritto.

Parallelamente, accanto alla procedura di tokenizzazione immobiliare intesa in termini di diritti reali sul bene immobile, emerge una diversa impostazione, prettamente finanziaria, che mantiene al centro delle varie tipologie di operazioni il bene immobiliare, stavolta parcellizzato nel suo valore, dando luogo, secondo alcuna dottrina, ad una nuova forma di multiproprietà.

Tali argomentazioni rimandano ad un aspetto particolarmente rilevante ovvero porre l'attenzione sulle modalità costitutive di questa nuova ricchezza moderna e ciò si interseca con la sua configurazione e tutela tramite gli apparati di pubblicità.

Occorre farci strada tra il pensiero di chi ripone nel dominio giuridico-notarile la fiducia della società civile e chi invece sostiene la tesi della "tecnocrazia" per tentare di adagiarsi su di una soluzione intermedia, mettendo a fuoco le opportunità ed i limiti intrinseci che si scontrano, talora di più, talvolta di meno, con i sistemi normativi vigenti.

Il fenomeno oggetto del presente lavoro si colloca entro l'orizzonte di una trasformazione di portata globale che, per sua natura intrinseca, eccede i confini tradizionali nonché territoriali entro cui si è storicamente strutturato il diritto. A fronte

di tali dinamiche, la comparazione tra sistemi giuridici assume un ruolo metodologico centrale. Essa non si esaurisce in un mero esercizio di raffronto tra soluzioni adottate in ordinamenti diversi, nello specifico in tema di sistemi di pubblicità immobiliare, ma si configura piuttosto quale strumento sia idoneo ad orientare le scelte ricostruttive prospettate rispetto a fenomeni inediti. La dimensione globale della tecnologia impone, infatti, di superare una lettura autoreferenziale del singolo ordinamento, aprendo l'indagine a modelli alternativi che possono offrire chiavi interpretative più adeguate.

Un probabile accostamento che si è ritenuto doveroso analizzare è quello con il sistema di pubblicità immobiliare di *common law,* laddove si coglie una suggestione teorica ovvero una prossimità funzionale tra il sistema di *land registration* ed il sistema di registrazione adottato dalla tecnologia *blockchain,* avente ad oggetto trasferimenti di diritti reali immobiliari. Il raffronto tra i sistemi di pubblicità immobiliare e la tecnologia *blockchain* consente di mettere in luce significative affinità funzionali sotto il profilo della registrazione delle vicende traslative e della certezza delle situazioni giuridiche. Le difficoltà di ricondurre detto fenomeno entro le coordinate del sistema italiano vigente, ed in particolare entro le logiche della pubblicità immobiliare, induce a volgere lo sguardo ad altre esperienze giuridiche; pertanto, il modello inglese della *title by registration* si presta ad essere assunto quale termine di confronto privilegiato, nella misura in cui presenta delle caratteristiche strutturali potenzialmente compatibili con l'impiego dei registri distribuiti. La comparazione consente di sostenere, in via propositiva, l'ipotesi che un simile modello possa offrire un terreno idoneo all'integrazione dei tradizionali sistemi di pubblicità immobiliare mediante tecnologie *blockchain*, come si avrà in ispecie modo di argomentare nell'ultimo paragrafo del terzo capitolo.

Sotto il profilo metodologico, la ricerca si fonda su di un approccio prevalentemente sistematico e comparatistico; l'analisi della disciplina positiva è stata affiancata dall'esame della più recente letteratura nazionale ed internazionale dedicata ai registri distribuiti, nonché dei principali interventi normativi e regolatori in materia. L'analisi non è però mossa dalla ricerca di modelli suscettibili di essere trapiantati automaticamente nell'ordinamento italiano, bensì di individuare, attraverso il modello comparato, categorie e strutture giuridiche idonee a verificare la compatibilità della tecnologia *blockchain* con i principi del diritto civile e, *de iure condendo,* ad orientarne l'eventuale evoluzione.

CAPITOLO I

Tecnocrazia e globalizzazione

SOMMARIO: 1. L'INNOVAZIONE TECNOLOGICA E LA CRISI DELLE COORDINATE CLASSICHE DEL DIRITTO; 1.1. (SEGUE) OLTRE I CONFINI TERRITORIALI: REGOLAZIONE DEL DIRITTO E TECNOLOGIA TRA DELOCALIZZAZIONE E GLOBALIZZAZIONE; 1.1.1. (SEGUE) I REGIMI TECNOLOGICI A CONFRONTO CON LA TEORIA DELLE FONTI: UNA NUOVA TERRA DI NESSUNO? DALL'ELABORAZIONE INIZIALE DELLA LEX INFORMATICA DI JOEL REINDEBERG ALL'AFFERMAZIONE DELLA LEX CRITPOGRAPHICA; 1.2. LA DIGITALIZZAZIONE DELLA SOCIETÀ TRA TECNICA E DIRITTO CIVILE; 1.2.1 IL FENOMENO DELLA DEMATERIALIZZAZIONE: UNA RILETTURA DELL'ART. 810 C.C. OLTRE LE TRADIZIONALI SITUAZIONI DI APPARTENENZA ATTRAVERSO UNO STRAVOLGIMENTO SEMANTICO DEL CONCETTO DI BENE; 1.3 CRYPTO-ASSETS ECONOMY, TOKEN BASED ECONOMY, SHARING -OR COLLABORATIVE- ECONOMY: TANTE FACCE DELLA STESSA MEDAGLIA; 1.4. LA CERTEZZA GIURIDICA A CONFRONTO TRA SISTEMI DIVERSI.

1. *L'innovazione tecnologica e la crisi delle coordinate classiche del diritto*

Affrontare il fenomeno della digitalizzazione della società moderna rappresenta un compito tutt'altro che agevole per lo studioso di diritto, avvezzo a confrontarsi con il *ius* positivo nel quale riversa una sorta di "fede", legittimata dal desiderio di verità assoluta sia sul piano contenutistico che procedurale, in quanto promanata secondo i dettami delle norme di ciascun ordinamento[1]. Lo *iuris peritus* si trova oggi a misurarsi con un diffuso atteggiamento riconducibile, per analogia, ad una forma di scientismo di matrice tecnologica[2]. Questo orientamento risulta in larga misura determinato dall'affermarsi di tecnologie emergenti tra cui, prima fra tutte in quanto di particolare interesse nella presente

[1] L. MENGONI, *Diritto e tecnica,* in *Riv. Trim. dir. proc. civ.*, 1, 2001, p. 4 ss., critica l'estremizzazione del concetto di "fede" nella norma -di cui si nutre il giurista- sostenendo che la radicalizzazione della concezione positivistica del diritto si basi su di una serie di presunzioni infondate, tra cui quella che fa derivare la razionalità della norma dal rispetto dei procedimenti di formazione, ovvero: «*ciò che conta per la validità della norma è la legalità del procedimento di statuizione, non la fondazione razionale del suo contenuto: la verità del diritto è meramente procedurale*». La dottrina pura del diritto di H. KELSEN, alla base della concezione positivistica del diritto, riconosce come quadro normativo in vigore esclusivamente il diritto posto mediante atti formalmente validi; esasperando tale concetto, ne consegue che tutto ciò che non è integrabile nelle categorie formali del diritto, è giuridicamente irrilevante. Coloro i quali seguono pedissequamente tale orientamento, sono destinati ad assistere allo scontro tra i valori del positivismo puro e le novità nascenti dal fenomeno digitale; si v. H. KELSEN, *La dottrina pura del diritto,* (trad. it. a cura di MARIO G. LOSANO) Torino, Einaudi editore, 1966, p. 217 ss. L'approccio teorico secondo il quale si considera una norma giuridica valida solo se soddisfa dei requisiti formali (in particolar modo procedurali) è, altresì, paradossalmente, compatibile con il processo di informatizzazione del sistema giuridico, ove è preminente il criterio della validità formale della regola.

[2] Lo scientismo tecnologico, a fondamento della nascita della cultura informatica, trae a sua volta origine dal concetto di scientismo inteso quale atteggiamento intellettuale che esalta le scienze fisiche e sperimentali quale unico valido sapere. In questa sede, il termine è utilizzato per indicare l'estensione di tale atteggiamento alle novità portate dalla società tecnologica. Sul concetto di scientismo, si rimanda a A.A.V.V., *Scientism Prospects and Problems,* Oxford University Press, Oxford, 2019.

ricerca, la *blockchain*[3], ma non possiamo esimerci dal richiamare fenomeni come il *machine learning,* i *big data,* il fenomeno dell'*Internet of Things*[4] e quello dell'*Internet of Value*[5].

Tra le tematiche che, negli ultimi tempi, hanno suscitato particolare attenzione da parte degli studiosi di diritto si annovera senza dubbio la penetrazione progressiva e capillare della tecnologia nei diversi ambiti della società e le sue ricadute sul piano del diritto[6]. Le nuove implicazioni sistematiche sollecitano il giurista contemporaneo ad una revisione delle basi del proprio mestiere[7], assistendo ad una metamorfosi del suo dover essere: passare dal basare la sua essenza sul rapporto tra norma e luogo, ad essere un giurista "tecnologico"[8]. Ciò che si trova davanti è una potenziale deriva tecnocratica,

---

[3] Nel presente lavoro si è deciso di seguire una prassi ormai avvalsa a livello internazionale, utilizzando termine "*blockchain*" con lettera minuscola, per riferirsi alla detta tecnologia nel suo complesso.

[4] Espressione coniata da K. ASHTON, *That 'Internet of Things' Thing,* in *RFiD Journal,* 2009, 22, p. 97 ss., reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.rfidjournal.com/expert-views/that-internet-of-things-thing/73881/.

[5] Difatti se *Internet* ha modificato la modalità di scambio delle informazioni tra gli utenti, la tecnologia *blockchain* ha trasformato la modalità di scambio del valore; si v. sul punto M. GIULIANO, *La blockchain e gli* smart contracts, *nell'innovazione del diritto del terzo millennio*, in *Il diritto dell'Informazione e dell'Informatica,* 6, 2018, p. 989 ss.

[6] L'incessante evoluzione tecnologica è un fenomeno la cui portata è oramai inarrestabile; sulle interazioni tra diritto e tecnica si rimanda alle intuizioni di S. RODOTÀ, *Tecniche, tecnologie e regolamentazione giuridica,* in G. PIVA, F- SPANTIGATI (a cura di), *Nuovi moti per la formazione del diritto. Atti del convegno internazionale Roma, Consiglio delle Ricerche, 2-3 giugno 1987,* Padova, Cedam, 1988, p. 387 ss. Con riguardo al rapporto tra scienza e diritto, tra i tanti testi, si veda *ex multis* F. LONGOBUCCO, *Utopia di un'autonoma Lex Criptographi(c)a e responsabilità del giurista. Dallo smart contract al "giusto rimedio" del "re-coding" tra "testo informatico" e "regolamento definitivo",* Napoli, Edizioni Scientifiche Italiane, 2023, p. 1 ss.; A. ALPINI, *L'impatto delle nuove tecnologie sul diritto,* in *Comparazione e diritto civile,* 4*,* 2018, p. 1-13; C. PONGIBÒ, *Il Diritto Comparato e la Blockchain,* Napoli-Torino, Edizioni Scientifiche Italiane-Università degli studi di Torino, 2020; A. CINQUE, *La Blockchain,* Pacini Editore, Pisa, 2022. Con riguardo a specifici ambiti del diritto civile influenzati dall'avvento delle nuove tecnologie, *ex multis* P.M. PUTTI, *Diritto e nuove tecnologie: il caso del formalismo negoziale,* in *Contr. impr.,* 6, 2014, p. 1229 ss., con riguardo al formalismo testamentario; ma anche, in tema di successioni *mortis causa,* ambito spesso lasciato in ombra in quanto considerato refrattario a qualsivoglia forma di cambiamento, G. CAMARDI, *L'eredità digitale. Tra reale e virtuale,* in *Dir. inf.,* 2018, p. 65 ss.; G. RESTA, *La successione nei rapporti digitali e la tutela post-mortale dei dati personali,* in *Contr. impr.,* 2019, p. 85 ss.; G. MARINO, *La «successione digitale»* in *Oss. dir. civ. comm.,* 2018, p. 167 ss.; I. MARTONE, *Sulla trasmissione del «patrimonio digitale»,* in *Tecn. Dir.,* 2, 2020, p. 420 ss.

[7] In proposito della necessaria interdisciplinarità degli studi giuridici, per tutti, G. PERLINGIERI, *Produzione scientifica e realtà pratica: una frattura da evitare,* in ID., *Scuole tendenze e metodi. Problemi del diritto civile,* Napoli, Edizioni Scientifiche Italiane, 1989, p. 1 ss.; si aggiunga che l'Autore ribadisce alla p. 6: *«Il diritto civile non si esaurisce nella dommatica, come non si identifica con la sociologia, né è la sintesi dell'una e dell'altra ma ha un unico fondamento nella realtà normativa che pur va sistemata ed interpretata in considerazione degli impulsi sociologici che sono alla base del sistema ed in costante riferimento alla natura dei fatti e dei problemi che la norma intende rispettivamente sussumere e risolvere»*.

[8] V. FROSINI, *Il giurista e le tecnologie dell'informazione,* Bulzoni*,* Roma, 2000, p. 9 ss.; T.E. FROSINI, *Le sfide attuali del diritto ai dati personali,* in S. FARO, T.E. FROSINI, G. PERUGINELLI (a cura di), *Dati e algoritmi. Diritto e diritti nella società digitale,* Il Mulino, Bologna, 2020, p. 35, secondo cui *«si assiste, a seguito dell'affermarsi della tecnologia, a un nuovo modo di essere del diritto e, conseguentemente, a un processo di metamorfosi della figura del giurista come umanista in quella del giurista tecnologico»*. Tuttavia, il mutamento della condizione e funzione del giurista era stata profetizzata, in tempi lontani, dal giurista LEE LOEVINGER, nel suo articolo *Jurimetrics The Next Step Forward,* in *Minnesota L. Rev. – Journal of the State Bar Association*, 33/5, 1949, il quale annunciava l'avvento di una nuova disciplina -ciò che viene definita

portata dal progresso compiuto dalla scienza e dalla tecnica, fusi insieme in quella che viene definita tecnologia. In alcune ricostruzioni (fondate per altro su considerazioni piuttosto realistiche) il diritto incontrerebbe notevoli difficoltà nell'orientare lo sviluppo delle tecnologie, risultando piuttosto destinato a seguirne gli effetti[9]. Secondo altre opinioni diffuse, è compito del giurista plasmare il diritto in vigore fornendo adeguate risposte alle istanze sociali di tutela e certezza del diritto al tempo del cambiamento paradigmatico avanzato dalla tecnologia, di modo da non rendere tutto ciò che è tecnologicamente possibile, solo per questo, giuridicamente valido ed efficace[10].

Il *fil rouge* che si coglie in questo periodo di grandi innovazioni informatiche è duplice: da un lato, l'intento del giurista di evitare una resa passiva nei confronti della tecnologia, esortato a prestare la propria opera nelle fasi in cui il progresso informatico si articola, istaurando una sorta di collaborazione tacita tra linguaggio del diritto e linguaggio di programmazione informatica, dall'altro una possibile rinuncia, in chiave nichilistica, alla secolare concezione della capacità regolatrice del diritto[11]. Nell'ottica delle considerazioni che verranno sostenute nel proseguo, la figura del civilista appare sollecitata dall'evoluzione tecnologica, nell'intento di preservare una dimensione propriamente "umana" del diritto di fronte all'incidenza sempre più pervasiva della tecnica nei rapporti giuridici, la quale mette in atto dei veri e propri rapporti di dominio. Tuttavia, la consapevolezza della storicità del sapere giuridico consente al giurista un confronto libero e razionale con le nuove tecnologie informatiche, nell'ottica di *«medicarne gli effetti negativi»*[12]**.**

È questa una fase storica caratterizzata dall'irruzione di macchine straordinarie, capaci di documentare atti ed eventi, portando ad un palese mutamento della produzione di diritto ed elaborazione di atti. Nella società tecnologica l'essere umano considera la dimensione

---

"*jurimetrics*" - portata dalla macchina di recente invenzione (al tempo), ovvero il *computer*, con cui il giurista avrebbe dovuto rapportarsi. I risultati della "giurimetria", derivanti dall'applicazione di metodi propri della scienza artificiale al fenomeno giuridico, diventano dati verificabili empiricamente. Tale articolo anticipava i temi ed i tempi di cui discutiamo oggi con l'avvento delle nuove tecnologie ed architetture che necessitano del sostegno del *Web*. Si rivela interessante, sotto il profilo dell'evoluzione della figura del giurista, l'emersione di figure ibride, per lo più di derivazione anglo-americana, frutto della interrelazione tra diritto e tecnologia, come i *tech lawyers,* i *legal engineers,* ed ancora, gli esperti di *legal design.*

[9] G. ALPA, *Code is law: il bilanciamento dei valori e il ruolo del diritto,* in *Contr. impr.,* 2, 2021, p. 386 ss.

[10] M. GIULIANO, *La blockchain e gli* smart contracts, *nell'innovazione del diritto del terzo millennio*, cit., p. 993.

[11] E. MAESTRI, *Lex informatica. Diritto, persona e potere nell'età del cyberspazio,* Napoli, Edizioni Scientifiche Italiane, 2015, p. 24, afferma in proposito *«Le categorie giuridiche tradizionali si stanno sgretolando sotto il peso delle continue innovazioni tecnologiche».*

[12] G. ALPA, *New economy e libere professioni: il diritto privato e l'attività forense nell'era della rivoluzione digitale,* in *Contr. impr.,* 3, 2000, p. 1176.

digitale sempre più integrata nella sua stessa essenza, al punto da costruirsi una seconda natura, artificiale; anche il *nomos* non sembra più essere espressione del tradizionale potere ordinativo, politico-giuridico, bensì espressione della scienza informatica nella persona di veri e propri programmatori informatici.

Tali cambiamenti incidono sull'attuale configurazione della società[13], oramai definita società dell'informazione, fondata su di un circuito informativo automatizzato[14]. Il processo di produzione, elaborazione, circolazione e conservazione delle informazioni rappresenta, al contempo, una riflessione teorica ed un frammento materiale e concreto di quella che abbiamo poc'anzi descritto come realtà artificiale.

Compito del giurista diventa confrontarsi con l'innovazione digitale e precisamente con le dinamiche tecnologiche fruibili dalla collettività, abbandonando l'idea del diritto strettamente inteso, per tentare di comprendere una tecnologia che segue regole proprie dettate sia dagli strumenti che utilizza, sia dagli uomini, che ne organizzano i processi. La tecnica/tecnologia, spinge lo studioso a trovare soluzioni che vanno oltre i confini nazionali o europei, nonostante tuttora il giurista rimanga avvolto nell'annoso problema, ovvero se sia opportuno adattare le regole tradizionali alla nuova realtà, oppure se sia necessario predisporre un nuovo intervento normativo.

Dinanzi ad un fenomeno di così vasta portata, si intende in questa sede proporre una linea di ricerca condotta attraverso una riflessione su singoli lemmi di cui esso si compone. Tra i temi affioranti evocati dalla digitalizzazione si annovera la relazione che lega il concetto di "territorio" e di "spazio virtuale", quali poli opposti dell'indagine. Più specificamente, l'indagine ha inizio con l'osservazione del rapporto tra gli ordinamenti giuridici nazionali ed il processo di "globalizzazione"[15], insofferente ai confini nazionali

---

[13] Sull'impatto generale della scienza informatica sulla società, si v. V. FROSINI, *Cibernetica, diritto e società,* Milano, Edizioni di comunità, 1968; ID., *Il diritto nella società tecnologica,* Giuffrè Editore, Milano, 1981, p. 232 ss.; preziose ed ampie riflessioni vengono offerte da F. FAINI, S. PIETROPAOLI, *Scienza giuridica e tecnologie informatiche: temi e problemi,* (II ed.) Torino, Giappichelli, 2021.

[14] Inteso come cambiamento di paradigma economico e sociale che ha drasticamente sovvertito le tradizionali strutture di pensiero; detta realtà socioeconomica viene definita anche *digital society,* locuzione traducibile nella "società dell'informazione". Tale termine venne coniato per la prima volta nel 1973 da DANIEL BELL, professore di sociologia presso l'Università di Harvard, nonché successivamente nell'ambito delle istituzioni dell'Unione Europea, in occasione della stesura del Libro Bianco della Commissione Europea nel 1993, su crescita, competitività ed occupazione, ovvero il c.d. "rapporto Delors", ove l'informazione viene interpretata come elemento di ricchezza nonché componente essenziale nei processi economici (in particolare p. 111 ss.). Detto documento a carattere unionale è reperibile *online* al seguente indirizzo: https://op.europa.eu/it/publication-detail/-/publication/4e6ecfb6-471e-4108-9c7d-90cb1c3096af

[15] Il fenomeno della globalizzazione appare, sin dalla sua formulazione, un concetto controverso; in un primo momento si enfatizza una impostazione prettamente economica, intesa come liberalizzazione dei mercati e dimensione planetaria dei rapporti economici, per poi passare ad una seconda fase in cui si respinge questa vocazione alla integrazione dei mercati su scala mondiale, ribadendo l'esistenza di barriere non solo culturali ma altresì economiche e sociali tra gli Stati nazione. La letteratura sul tema è ampia; cfr. G. SETTANI,

e di conseguenza anche agli ordinamenti statali, ed implica un processo verso il basso, a favore di comunità ed aggregati sociali. È in atto un duplice affievolimento del fenomeno della territorialità, connotato del diritto moderno, sia sotto forma di territorio inteso ad oggi come entità metagiuridica, sia, come corollario, un impoverimento di forza nella produzione della normatività giuridica, che appare indebolita innanzi alla potenza della tecnologia[16].

Ciò mette in luce una innegabile difficoltà dello Stato nel fronteggiare i problemi generati dai fenomeni connessi alla digitalizzazione, tra cui, non privo di importanza, il rapporto tra la potenza giuridica ed in antitesi, la potenza della tecnica che impone, servendosi di tre grandi frontiere tecnologiche ovvero l'*hardware*, il *software* ed *Internet*[17], di effettuare delle operazioni prescindendo da elementi -quali ad esempio, il bene immobile ceduto- che tradizionalmente legavano una attività ad un determinato territorio.

La realtà del mondo fattuale perde le proprie peculiarità quali gli elementi spaziali o la materialità del bene fisico, oggetto del contratto, per essere in parte sostituito dalla realtà virtuale e dal mondo dell'informazione, creando una rete universale di utenti. L'ampiezza delle tematiche sopra accennate impone numerose precisazioni introduttive, funzionali a circoscrivere il campo oggetto di osservazione, affrontato attraverso la lente dell'adozione di una particolare tecnologia informatica a registro distribuito, la c.d. *Blockchain*.

Tale tecnologia, diremo in via preliminare, sembra consentire una adesione alla generalizzata tendenza di disfarsi delle categorie tradizionali del diritto, sull'assunto che esse non siano più idonee a comprendere l'avanzamento informatico, consentendone il superamento.

Appare doverosa una precisazione iniziale quando trattiamo di società digitale e diffusione del *ciber*spazio, meta-spazio privo di ancoraggi geografici, ovvero stiamo

---

Globalizzazione del diritto e contratti intelligenti. Interessanti spunti di approfondimento dalla giurisprudenza estera, in *Nuova giur. civ. comm.,* 2025, 1, p. 233 ss.; J. HABERMAS, *La costellazione postnazionale. Mercato globale, nazioni e democrazia,* Torino, Feltrinelli, 2008, p. 103 ss.; S. ROGARI, *L'età della globalizzazione. Storia del mondo contemporaneo dalla restaurazione ai giorni nostri*, Torino, Utet giuridica, 2018.

[16] Il rapporto fra diritto e tecnica appare sotto forma di celebre dibattito tra due illustri studiosi, NATALINO IRTI ed EMANUELE SEVERINO, *Le domande del giurista e le risposte del filosofo (un dialogo su diritto e tecnica),* in *Contratto e Impresa,* 2006, p. 665 ss., sotto la duplice lente del giurista e del filosofo, in cui si confrontano due posizioni contrapposte, la posizione di N. IRTI, seguita da L. MENGONI, *Diritto e Tecnica,* in *Riv. trim. dir. e proc. civ.*, 2001, p. 1 ss., che affermano la prevalenza del diritto sulla tecnica, in una concezione positivistica delle norme aventi validità procedurale e non verità di contenuto, e quella di E. SEVERINO che contrariamente, afferma la preminenza della tecnica sul diritto, in quanto «*destinata a diventare il principio regolatore di ogni materia, la volontà che regola ogni altra volontà.*».

[17] N. IRTI, *Il diritto nell'età della tecnica,* Editoriale Scientifica, Napoli, 2007, p. 13 ss. In tema di legislatore sovraordinato alla rete, al contrario, si v. G. DE MINICO, *Big Data e la debole resistenza delle categorie giuridiche*. *Privacy e* '*lex mercatoria*', in *Diritto pubblico*, 1, 2019, p. 89 ss.

parlando di un sistema governato da un impianto perfettamente strutturato[18]. La scienza informatica appare difatti connaturata da un coacervo di regole dominate da una volontà di potenza, uno slancio vitale nell'imporsi al mondo naturale. Tali regole si dividono tra quelle di natura strettamente tecnica, ovvero "protocolli" informatici, altre di tipo tecnico-amministrativo ed infine regole di condotta (la cosiddetta *netiquette*)[19]. Tuttavia, la rete non viene governata da altre regole che non siano le sue proprie, arrivando ad influire non solo su situazioni giuridiche endogene al sistema, ma anche situazioni giuridiche esogene ad esso, con riferimento ad assetti di interessi inediti in ambito di diritto di proprietà, esecuzione di contratti, nonché l'impianto tutto della pubblicità degli stessi.

Per tentare delle risposte sensate agli interrogativi che ci porremo nelle prime pagine, è necessario essere consci che detta rete di telecomunicazioni garantisce un accesso libero a chiunque possieda dei semplici requisiti ovvero possieda un *computer*, abbia concluso un contratto con un *Internet Access Provider* per ottenere diritto all'accesso alla rete ed aver installato un *software*, caratterizzato da un insieme di protocolli. Si ammette, così, la partecipazione in massa a detta rete da parte degli utenti, utilizzando strutture basate su regole tecniche, tra loro interconnesse al fine di permettere lo scambio di informazioni[20]. Si estende un vero e proprio sistema di circolazione delle informazioni, che avviene attraverso l'invio di una sorta di messaggio criptato e pertanto reso non comprensibile alla platea di utenti, che viene poi decifrato una volta giunto a destinazione. Nello spazio virtuale avvengono relazioni di vario genere, che non subiscono il limite della territorialità, bensì godono degli effetti di questa realtà *extra* territoriale.

È proprio laddove vengono in rilievo fenomeni nuovi, per loro natura refrattari ad ogni forma di delimitazione dei confini nazionali, che il ricorso alla comparazione tra esperienze giuridiche diventa particolarmente opportuno: non tanto quale mero strumento di raffronto tra soluzioni offerte da sistemi diversi, quanto piuttosto come metodo idoneo a fondare e giustificare le opzioni interpretative prospettate con riferimento a fenomenidi matrice emergente, come nel caso in esame la particolare

[18] M. CAMMARATA, *Quali leggi per il "territorio Internet?* in *InterLex Diritto Tecnologia informazione*, 19 giugno 1997, reperibile *online* al seguente indirizzo http://www.interlex.it/regole/mcmeta1.htm.
[19] L'architettura tecnologica pone regole di condotta suscettibili di applicazione automatica ed *autoesecutive*, sollevando così una tensione tra Stato e rete informatica al fine dell'esercizio della giurisdizione.
[20] Gli utenti, cittadini di un nuovo concetto di società, vengono definiti "*netizen",* quale formula evocativa di un inedito concetto di cittadinanza digitale.

tecnologia a registri distribuiti, ovvero la *blockchain* e la procedura di tokenizzazione immobiliare[21].

La digitalizzazione ha contribuito a destabilizzare l'assioma tradizionale secondo il quale il potere promana dallo Stato (e dai suoi derivati) e la cui principale espressione del potere risiede nella norma, da esso prodotta[22], per ricorrere all'espressione "sovranità digitale" quale formula di grande forza evocativa e capacità suggestiva[23]. In un simile contesto come quello descritto, attraversato da un fenomeno di portata globale -ovvero la rivoluzione digitale in atto- cui gli ordinamenti sono chiamati ad applicare un diritto strutturalmente ancorato alla dimensione territoriale, la comparazione assurge a metodo privilegiato per fondare e giustificare scelte strategiche alternative, secondo quanto si avrà modo di evidenziare nel terzo capitolo[24].

L'enfasi su tale scenario ha avuto inizio dagli anni Novanta, con l'avvento di *Internet* e la consequenziale diffusione dei rapporti telematici nell'ambito del commercio elettronico, inquadrati quali fenomeni economici che trascendevano i classici confini nazionali, aventi tuttavia densa rilevanza giuridica[25].

L'inizio del nuovo millennio registra due fenomeni, la rivoluzione digitale (definita anche rivoluzione di *Internet*) e la globalizzazione, sviluppatisi parallelamente e che finiscono poi per convergere.

---

[21] A. SOMMA, *Introduzione Dialogo tra esperienze giuridiche e comparazione: verso nuovi paradigmi?,* in (a cura di) M. GRAZIADEI, A. SOMMA, *Esperienze giuridiche in dialogo Il ruolo della comparazione,* Sapienza Università Editrice, Roma, 2024, p. 18 ss.

[22] N. IRTI, *Le categorie giuridiche della globalizzazione*, in *Riv. dir. civ.*, 1, 2002, p. 629.

[23] Le definizioni di "sovranità digitale" sono molteplici; *ex multis,* G. FINOCCHIARO, *La sovranità digitale,* in *Diritto pubblico,* 3, 2022, p. 809 ss.; F. GAMBINO, *Blockchain, smart contract e diritto sradicato,* in *Tecn. Dir.*, 2, 2021, p. 29, ove tale inedita costruzione del potere, basata su di una fiducia tecnologica diffusa piuttosto che su di una legittimazione istituzionale, viene dall'Autore definita «*sovranità oscura*»*;* V. ZENO-ZENCOVICH, *Intorno alla decisione nel caso Schrems: La sovranità digitale e il governo internazionale delle reti di telecomunicazione,* in *Dir. Inf.*, 4-5, 2015, p. 683 ss., il quale si sofferma in particolare sulla "sovranità digitale" dell'Unione Europea in tema di reti di telecomunicazioni; A. GATTI, *Istituzioni e anarchia nella rete. I paradigmi tradizionali della sovranità alla prova di Internet,* in *Dir. Inf.,* 3, 2019, p. 711 ss.; H. ROBERTS, J. COWLS, F. CASOLARI, J. MORLEY, M. TADDEO, L. FLORIDI, *Safeguarding European Values with Digital Sovereignity: An Analysis of Statements and Policies,* in *Internet Policy Review,* 3, 2021, 10, p. 2 ss., i quali si soffermano su due elementi peculiari del concetto di sovranità digitale, ovvero la legittima autorità e controllo, proponendo la seguente definizione di sovranità digitale: «*A form of legitimate, controlling authority over -in the digital context-data-, software, standards, services, and other digital infrastrucutre, amongst other things* »; l'importante contributo di O. POLLICINO, voce *Potere digitale,* in *Enc. Dir.*, Annali V, Giuffrè, Milano, 2023, p. 410 ss.; sulla polisemia dell'espressione, si v. L. MOEREL, P. TIMMERS, *Reflections on Digital Sovereignity,* in *EU Cyber Direct,* Research in Focus series, 15 gennaio 2021, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://eucyberdirect.eu/research/reflections-on-digital-sovereignty.

[24] G. SMORTO, *Il ruolo della comparazione giuridica nella contesa per la sovranità digitale,* in (a cura di) M. GRAZIADEI, A. SOMMA, *Esperienze giuridiche in dialogo Il ruolo della comparazione,* Sapienza Università Editrice, Roma, 2024, p. 75 ss.

[25] Sul punto v. G. FINOCCHIARO, Lex mercatoria *e commercio elettronico. Il diritto applicabile ai contratti conclusi su Internet,* in *Contr. impr.,* 2, 2001, p. 571 ss.

Questo inedito scenario ha sollevato il quesito dell'individuazione della legge applicabile in relazione alle attività giuridiche che si svolgono nell'ambiente digitale, reso ancor più rilevante dall'ascesa di soggetti privati capaci di esercitare incisivi poteri di intervento sul funzionamento della Rete, pur in assenza di qualsiasi formale investitura pubblicistica. Già in una fase precedente si iniziava ad avvertire una trasformazione della sovranità, intesa non come sua erosione in senso proprio, bensì come mutamento dei soggetti titolari dell'esercizio del potere politico e di controllo. In tale prospettiva gli Stati sovrani iniziano progressivamente a cedere importanti fette del loro *imperium* prima ad organizzazione *inter* o sovra-nazionali, poi ad imprese multinazionali di grandi dimensioni, rappresentative del potere economico globalizzato.

L'avvento della Rete e la sua peculiare natura acentrica, nonché l'impianto regolativo auto-prodotto, solleva molteplici interrogativi in termini di sovranità, oramai digitale[26], che si tenterà di scandagliare nei paragrafi successivi.

1.1. (Segue) Oltre i confini territoriali: regolazione del diritto e tecnologia tra delocalizzazione e globalizzazione

Del sistema tradizionale appare oramai modificata la nozione di spazio, in virtù di un "non-luogo" metagiuridico ove però si svolgono, e con successo, le sfere della vita economica, giuridica, sociale[27]. Le linee evolutive di questo processo consentono di abbandonare repentinamente la compenetrazione concettuale tra *territorium* e *jurisdictio*[28], rendendo il concetto di sovranità statale quale stabile dominio che si avvale

[26] Il concetto di sovranità, utilizzato anche in ambito digitale, sembra essere un concetto inappropriato per tale contesto, in quanto sembra più corretto preferire, come si dirà nel proseguo, il termine "potere", piuttosto che controllo *de iure* e *de facto* di un determinato spazio e le attività che vi si svolgono al suo interno; si v. G. FINOCCHIARO, *La sovranità digitale,* cit., p. 810.

[27] M.R. FERRARESE, voce *Globalizzazione giuridica,* in *Enciclopedia del Diritto*, Annali IV, Giuffrè Editore, Milano, 2011, p. 549, la quale afferma «*Più in generale, si può parlare di due tipi di linee divisorie che caratterizzano la cultura istituzionale moderna: due tipi di confini e distinzioni che sono stati messi in crisi, ridimensionati, o addirittura travolti dalla globalizzazione: da una parte, i rigidi confini geografici tra gli Stati, che servivano a recintare lo spazio in cui essi potevano legittimamente esercitare il proprio potere "sovrano"; dall'altra, i confini concettuali posti dalle teorizzazioni relative all'architettura giuridica moderna. I primi servivano a dare una rigida identificazione territoriale al potere normativo degli Stati, circoscrivendolo in "giurisdizioni"; i secondi servivano a identificare le competenze dei vari organi statali, le modalità dei loro reciproci rapporti e le possibilità di risolvere eventuali conflitti o sovrapposizioni di competenza tra essi, nonché relative mappe di identità nazionali e di diritti*.»

[28] Compenetrazione di romana memoria, che in epoca medievale inizia ad essere meno incisiva, con l'elemento oggettivo fisico del *limes* non più così connesso con il concetto di territorio, il quale si lega invece all'esercizio dell'autorità personale; un esempio in tal senso si ricava dall'esercizio dell'autorità vescovile, che veniva fatta valere all'interno di un determinato territorio su cui non si aveva apprensione materiale, ma

della legittima forza coattiva ed i poteri da esso discendenti, nonché la consequenziale negazione di un pluralismo territoriale, superflua, quasi obsoleta[29]. La negazione di un pluralismo territoriale muta la secolare prospettiva per cui la dimensione territoriale è stata considerata campo di estensione -ed al contempo limite- del potere sovrano.

La tematica del territorio come concetto spaziale, connaturato da una ben definita "materialità", si intreccia, come è ben visibile notare, con il rapporto dogmatico tra territorio e Stato[30]. Nella dottrina dello Stato novecentesca, il territorio, al termine di un esercizio di pura astrazione, diventa «*mera derivazione logica della normatività*»[31], in ispecie nel normativismo puro di H. Kelsen[32] in cui il territorio diventa spazio puramente normativo e dunque allegorizzato, concettualizzato per ridurlo alla sola dimensione giuridica, riconoscendogli esclusivamente un ruolo chiave in termini di validità della produzione normativa. Nella dottrina pura del diritto, così come il rapporto tra la norma ed il tempo viene ricondotto all'ambito della validità temporale, la relazione tra norma e territorio si risolve esclusivamente nell'ambito di validità spaziale della norma stessa. Sarà questa, nella dottrina dello Stato novecentesca, la concezione che appare dominante rispetto a quelle che sostenevano l'identità dello Stato nell'interconnessione tra territorio e popolo, inteso come identità culturale.

Il territorio statale ha segnato, sino ad adesso, il tracciato all'interno del quale si estende l'esercizio del potere politico e giuridico, la c.d. potestà territoriale, includendo tutti coloro i quali risiedono -o sono di passaggio, in certi casi- al suo interno ed escludendo tutti coloro

---

il cui magistero veniva legittimato dalla presenza di fedeli che in quella terra esercitavano il loro culto. Addirittura, nel Medioevo si era diffusa la c.d. "marca", zona di frontiera tendenzialmente dedita alla convivenza tra gruppi diversi, caratterizzata dalla inclusione, piuttosto che dalla esclusione e chiusura. Cfr. G. SCACCIA, *Il territorio fra sovranità statale e globalizzazione dello spazio economico,* in *Riv. AIC*, 3, 2017, p. 1 ss. Per una esauriente analisi dell'evoluzione del concetto di territorio e di spazialità giuridica nel Medioevo, si veda A. DI MARTINO, *Il territorio dallo Stato-Nazione alla globalizzazione. Sfide e prospettive dello Stato costituzionale aperto,* Giuffrè Editore, Milano, 2010, in particolare i capitoli I e II.

[29] Tuttavia, N. IRTI, *Norma e luoghi. Problemi di geo-diritto,* Laterza, Roma-Bari, 2006, p. 3, chiosa nella sua opera con questo *incipit* «*il diritto ha bisogno del 'dove'*», enfatizzando il legame, che definisce quasi «*intimo*», tra diritto e territorio, tanto che quest'ultimo viene assunto quale elemento della sovranità statale, ovvero uno tra gli elementi costitutivi del concetto di Stato. L'Autore, nel suo articolo *Le categorie giuridiche della globalizzazione*, cit., p. 626, sostiene «*l'intrinseca e originaria spazialità del diritto*», da cui discende la necessità di misurazioni territoriali sia per l'efficacia delle norme, che per l'osservanza delle stesse. La letteratura americana risponde così: «*The trouble with cyberspace (…) is that there is no "there", there*» M.R. BURNSTEIN, *Conflicts on the Net: Choice of Law in Transnational Cyberspace,* in *Vanderbilt J. of Transnational L.,* 1996, p. 80.

[30] Sul significato polisemico del lemma "territorio" si V. I. MASSA PINTO, voce *Territorio e potere,* in *Enc. Dir.*, Annali V, Giuffrè Editore, Milano, 2023, p.1211-1230.

[31] G. SCACCIA, *Il territorio fra sovranità statale e globalizzazione dello spazio economico,* cit., p. 5; v. altresì C. NAPOLI, *Territorio, globalizzazione, spazi virtuali,* in *GdP Dibattito aperto sul Diritto e la Giustizia Costituzionale,* p. 192 ss.

[32] H. KELSEN, *La dottrina generale dello Stato,* Giuffrè Editore, Milano, 2013.

i quali sono fuori del così detto confine[33]. Detta linea di demarcazione spezza la coesione della terra per esercitare al contempo una funzione inclusiva, in termini non solo di soggezione alla potestà di imperio di uno Stato ma altresì di identità storica, ed una funzione esclusiva[34]. La sovranità territoriale -così come, per analogia, il diritto di proprietà- si risolve in un *aut-aut;* non possono coesistere nel medesimo tempo due sovranità all'interno di un unico delimitato territorio[35]. La similitudine con il diritto di proprietà si risolve specificamente nella pretesa di escludere ogni altro soggetto o autorità dall'esercizio di potere sul territorio, ovvero esercitando di fatto un *jus excludendi omnes alios.*

La digitalizzazione introduce, in antitesi, la prospettiva teorica di un diritto a-topico, passibile di essere svincolato da una collocazione spaziale determinata ed idoneo ad operare in contesti indifferentemente localizzati. Così come, al diffondersi del moderno capitalismo, si era dipanato un sentimento di andare oltre, sconfinare il limite territoriale, l'indole alla sconfinatezza si afferma nuovamente ma in maniera ancora più incisiva. Tra i fattori di crisi[36] della territorialità statuale vi è proprio la nascita della rete telematica, la quale genera uno spazio al di fuori del territorio, scardinando totalmente il concetto di sovranità statale ed i suoi connotati, tra cui la tipica capacità di regolare propria della norma[37].

La parabola del mondo artificiale, artefatto e senza delimitazioni spaziali, si estende al punto da accogliere l'esperienza del Metaverso, all'interno del quale gli utenti

[33] In questo dualismo si ritrovano suggestioni per un parallelismo costruito dalla moderna dottrina tra il concetto di sovranità statale e di proprietà, entrambe connotate dall'"esclusività", nel primo caso intesa come impossibilità di concorrenza tra la sovranità di due o più Stati, nel secondo caso intesa come espressione massima del diritto di godere e disporre di una cosa in maniera esclusiva.

[34] Il territorio inteso quale elemento inscindibile al concetto di Stato viene paragonato al rapporto che il corpo umano instaura rispetto alla persona umana nella sua totalità «*[…] in quanto contribuisce a farlo essere quello che è, a dargli una sua individualità, insieme al popolo che lo abita, ma senza confondersi con questo, venendo ad assumere una posizione analoga a quella del corpo per la persona umana*»; v. C. MORTATI, *Istituzioni di diritto pubblico,* Padova, 1969, p. 102-103.

[35] Se l'ambito giuridico sembra coincidere con la delimitazione territoriale di riferimento, l'ambito degli scambi economici dei mercati rifugge dal concetto di sovranità territoriale, per albergare ovunque si offra guadagno; cfr. J.G. FICHTE, *Lo Stato secondo ragione o lo Stato commerciale chiuso: saggio di scienza del diritto e d'una politica del futuro,* Bocca, Torino, 1909, p.78 ss., il quale propugna l'inclinazione degli scambi ad espandersi in maniera sconfinata.

[36] Tra i vari, si adduce anche la formazione del principio di globalizzazione dell'economia, che ha ampliato il divario tra politica statale e spazio del mercato.

[37] Difatti questa vocazione all'assenza di confini è già stata messa in atto dai trattati europei, che affidavano all'Unione il compito di creare «*uno spazio senza frontiere interne*», deputato alle attività economiche.

possono vivere una esperienza parallela alle vicende appartenenti al mondo reale, secondo le dinamiche normali della vita quotidiana[38].

Ragionare alla luce di questo scenario induce ad interrogarsi se una prestazione giuridica possa essere migliore, non solo in termini economici, ma anche sistematicamente più funzionale, considerando l'incedere del progresso tecnologico e l'avvento di un territorio artificiale sovrapposto a quello fisico. Le reti (con riguardo a quelle telematiche, ma non solo) consistono in forme particolari di organizzazioni, che si ergono su regole, non tanto sostanziali, quanto procedurali, predisposte dal programmatore. Il diritto, in questa nuova fase, appare destatualizzato e deterritorializzato, per plasmarsi in ottica globale, tramite l'opera dei tecnici informatici. I beni digitali, frutto della rivoluzione in atto, con carattere intrinsecamente ed esclusivamente atopico, creano nuove tensioni rispetto alle categorie dommatiche tradizionali. Difatti, si conferma la loro irriducibilità ad un ambito territorialmente delimitato. Il principio di stretta territorialità ha verosimilmente subito un ridimensionamento in favore di un fenomeno di globalizzazione che assume varie sembianze.

La tecnologia che qui rileva è quella declinata congiuntamente all'informazione, potenziata dalle nuove tecnologie; le reti di telecomunicazione assumono la configurazione di organizzazione, in cui chi determina le regole acquisisce una posizione di predominio. Tra queste, vi si trovano le c.d. reti *Blockchain*, termine oramai entrato nell'uso comune, la quali esistono sincronicamente in nessun posto ed in più luoghi -se con il termine "luogo" si vuole intendere uno *spatium* fisico- avvalendosi di una tecnologia capace di autodisciplina, che ambisce a porsi come soggetto regolatore di portata globale e pertanto generare delle istituzioni sociali che, seppur operando in ambiente virtuale, risultino potenzialmente competitive rispetto alle istituzioni reali. Quello che è certo è che la tecnologia *Blockchain* e l'utilizzo congiunto di *smart contracts* e *tokens* (i quali verranno qualificati, in un timido tentativo di tassonomia, nel prosieguo) permettono di raggiungere risultati, nel mondo digitale, difficilmente inquadrabili nelle categorie tradizionali del diritto. Trattasi di un'arena in cui le norme non sono prodotte da organismi statali o sovranazionali, bensì determinate da una ridotta platea di programmatori informatici[39]. In

[38] *Ex multis,* cfr. R. BOCCHINI, *Nuovi beni digitali e mondi dematerializzati. Il metaverso,* in *European Journal of Privacy Law & Technologies,* 1, 2023, p. 46 ss.; F. LI, *The impact of Technological Developments in Virtual Real Estate on Transactions: Virtual Reality, Blockchain, Tokens,* in F. BALLI, H. N. A. YONG, S. A. QALATI, Z. ZENG (eds.), *Proceedings of the 2023 2nd International Conference on Economics, Smart Finance and Contemporary Trade (ESFCT 2023), Advances in Economics, Business and Management Research 261*, p. 107 ss.;

[39] U. BECHINI, *Il Notaio digitale,* Giuffrè, Milano, 2019, p. 160

questo senso, la tecnologia sembra riconoscere i tratti della struttura normativa, in grado di disciplinare in autonomia i segni rappresentativi di diritti o valute, verificandosi un sistema di scambi di valore tra soggetti[40]. Una delle principali linee di sviluppo applicativo della tecnologia in esame, che genera particolare attrattiva, riguarda la possibilità di assicurare all'intero sistema del commercio giuridico digitale, *standard* di sicurezza almeno pari, se non addirittura migliori, a quelli propri del sistema tradizionale, imperniato sui requisiti della certezza, autenticità, integrità, imputabilità e conservazione del documento oramai non più solo cartaceo. Si ipotizzano sistemi *Blockchain* quali voci di rottura nei confronti del sistema tradizionale dei registri centralizzati affidati ad un unico soggetto -pubblico o privato- tra cui nel campo della pubblicità immobiliare, ipotizzando i notai in veste di *Gatekeepers* votati alla verifica dei titoli di trasferimento, curandone poi il deposito su di un *ledger* (registro) utilizzando la tecnologia *Blockchain*. Lo scenario che appare sembra caratterizzato da una commistione tra tecnologia globale e mondo reale (*i.e.* diritto degli Stati nazionali).

Ed è in questo contesto che si inserisce il confronto tra i due grandi sistemi giuridici: modello europeo, in cui il diritto fa da contrappeso quale garante della legalità ed il modello anglo-americano, in cui è sconosciuto il concetto di protezione collettiva, non essendo presente una garanzia preventiva fornita da un soggetto terzo che attribuisca valore specifico -la pubblica fede- ai documenti.

Nel sistema europeo, il Notaio riveste il ruolo di produttore di un bene generale quale la certezza giuridica, la legalità, valori che vengono gradualmente messi in crisi dall'avanzamento delle tecnologie e dalla conseguente digitalizzazione. La *Blockchain* appare, in questo contesto futuristico, come la naturale sostituzione a tutte le istituzioni terze di controllo e di certificazione. Tuttavia, almeno nel mondo latino, vi è un certo grado di diversità tra la garanzia del dato conservato e la garanzia della sicurezza in materia di conservazione.

---

[40] P. GROSSI, *Globalizzazione, diritto, scienza giuridica,* in *Foro it*., 2002, V, p. 156, il quale sostiene che le due grandi forze aventi vocazione deterritoriale sono le forze economiche e le nuove tecnologie; in particolare, la prassi economica secondo P. Grossi si fa *«produttrice del diritto: la nuova economia e le mirabolanti tecniche esigono arnesi giuridici nuovi irreperibili nel solco della bimillenaria tradizione romanistica radicata fondamentalmente sulla nozione di cosa corporale, una nozione che a fine novecento appare paleolitica ai contemporanei uomini d'affari. Ci sono esigenze giuridiche nuove e si «inventano» strumenti giuridici nuovi atti a ordinare la nuova circolazione globale».* La sua impostazione si è rivelata significativamente lungimirante nell'individuare gli effetti del fenomeno della tecnologia a registro distribuito così come dei *token* e la loro circolazione. È stata difatti affermata la nascita della c.d. "società del valore", all'interno della quale ogni informazione in formato digitale può essere conservata, fatta circolare e dunque scambiata, acquisendo un determinato valore.

È quindi essenziale definire la prospettiva teorica da assumere, nel considerare lo sviluppo tecnologico che invade la società attuale: occorre muoversi lungo un acritico attaccamento a modelli del passato, in una sorta di retroguardia culturale, oppure volgere lo sguardo alle tecnologie digitali ed ai vantaggi che l'era informatica offre?

Tra gli evangelizzatori del potere tecnocratico che si esaltano per le sorti delle meraviglie tecnologiche ed i propugnatori del diritto positivo, non sembrano ammettersi posizioni intermedie.

L'implementarsi della globalizzazione, scenario che ha preso avvento per tutto il distendersi del XX secolo, viene anche ricordato per le posizioni strenuamente difese dai sostenitori della internazionalizzazione dei consumi e delle produzioni, i quali sostenevano l'inutilità del ruolo delle professioni liberali, tra cui la funzione notarile, al punto da prevedere una parificazione con le imprese oppure, addirittura, un loro totale dissolvimento dal panorama giuridico[41]. Non è possibile negare l'aspirazione che si sta diffondendo in questi anni, nel voler affidare allo strumento digitale un ruolo di per sé funzionale e sostitutivo di ogni altro titolo di legittimazione. Tali caratteristiche comportano sfide virtuose per il ruolo dell'autonomia privata ma soprattutto, per la concreta efficienza del sistema tradizionale.

1.1.1. (Segue) I regimi tecnologici a confronto con la teoria delle fonti: una nuova terra di nessuno? dall'elaborazione iniziale della lex informatica di Joel Reindeberg all'affermazione della lex criptographica

[41] A tal proposito, risultano profetiche le parole pronunciate da F. CARNELUTTI , *La figura giuridica del notaro,* in *Riv. Trim. dir. Proc. civ.,* 1950, p. 921, il quale, nel presentare una riflessione attorno alla figura ed alle funzioni del notaio, osserva «*il notaro è un documentatore, un formatore di documenti. È vero, ma non è tutto. Anzi, potrà esser nulla, domani*». La riflessione carneluttiana è volta al rifiuto della figura del notaio quale mero documentatore, affermando che se così fosse, non ci sarebbe di che stupirsi in caso di una loro sostituzione con delle macchine, programmate per documentare e certificare in maniera del tutto affidabile ed infallibile un fatto giuridicamente rilevante. Carnelutti sostiene che le macchine certificatrici saranno certamente in grado di svolgere detto compito, ma il dubbio risiede sulla sostituzione della funzione propria del notaio quale interprete della volontà delle parti. Affinché si possa adempiere a tale compito, è richiesta sensibilità, intelligenza ed anche creatività; la scrittura, secondo Salvatore Satta, altro eminente processualista insieme a Carnelutti, si mette «*al servizio della parola*», la quale, di fatto domina ciò che viene reso sulla carta – e poi anche telematicamente- riportando la reale intenzione delle parti. Sul punto si v. A. PUNZI, *Il sigillo e la macchina. Carnelutti, Satta e il futuro della funzione notarile,* in G. TRACUZZI (a cura di), *La filosofia del diritto di Francesco Carnelutti,* Cedam, Padova, 2019, p. 31 ss.

Resta ancora da risolvere il quesito relativo alla qualificazione dei precetti generati dalla forza regolatrice della scienza informatica, esaminando le variabili che il diritto della contemporaneità può assumere, in termini di diritto spontaneo (o normazione spontanea).

D'altronde è opportuno partire da un punto incontrovertibile, ovvero che il diritto positivo e le regole tecniche incorporate nei sistemi informatici condividono delle analogie di fondo, essendo entrambi insiemi coerenti di regole predisposte per il perseguimento di scopi prestabiliti[42]. Al contempo, secondo taluni, magnificare il fenomeno del diritto spontaneo formatosi dalla tecnologia informatica a danno dello *ius positum,* espone a pericolose violazioni del principio di legalità, oltre alla perdita di una delle caratteristiche tipiche delle norme di diritto ovvero la loro legittimità democratica[43].

Si assiste senza dubbio ad una evoluzione della teorizzazione delle fonti del diritto; da un modello piramidale a carattere fortemente rigido[44], ad un modello totalmente decentrato e costituito da una rete di fonti e soggetti con legittimazione (più o meno formale) a creare diritto a formazione prettamente orizzontale.

Si configura un conflitto tra istanze tra loro antagoniste: le istituzioni dello Stato da un lato, sistema dogmatico e positivizzato, considerato da taluni il *prius* da cui deriva il diritto[45], ed un diritto spontaneo[46] che assume di fatto la forza del legislatore, senza che l'uomo, inteso quale soggetto facente parte di una comunità, ne sia autore cosciente ed intenzionale.

Ci si può interrogare se, per le regole interne prodotte dall'apparato tecnologico, sia necessario utilizzare il termine "diritto", concedendoci una iperestensione semantica del

---

[42] G. TADDEI ELMI, *Cultura informatica e cultura giuridica,* in *Informatica e diritto,* 1992, p. 117 e ss.

[43] G. LAURINI, G. PERLINGIERI, *Professioni legali e nuove tecnologie,* in *Tecn. Dir.,* 1, 2021, p. 175 ss., i quali sostengono che tra i vari rischi in cui si può incorrere, vi sia quello di «*trascurare le peculiarità del caso concreto, nonché quell'identità culturale e nazionale che caratterizza il concetto di ordine pubblico interno ed internazionale.*».

[44] Tanto che al suo vertice vi era la *Grundnorm* postulata da H. KELSEN, *La dottrina pura del diritto,* cit., che può fare a meno di ogni contatto con il concetto stesso di territorio, in una logica di separatezza dalla terra, prodromica ad ammettere esclusivamente la prevalenza della volontà sovrana.

[45] *Ivi,* p. 36

[46] Vi sono stati dei tentativi di avvicinare il diritto globale spontaneo ad una sorta di variante moderna del tradizionale diritto consuetudinario, basando la somiglianza sulla mancanza di riconoscimento giuridico da parte dell'autorità statale; tuttavia, autori come G. TEUBNER, *La cultura del diritto nell'epoca della globalizzazione. L'emergere delle costituzioni civili,* (trad. it. a cura di R. PRANDINI) Armando, Roma, 2005, p. 62 ss., non trovano similitudini tra una produzione normativa tipica del diritto consuetudinario, che matura attraverso lunghi anni in cui si sedimentano determinate azioni coordinate in un graduale processo d'interazioni ripetute, ed una produzione che deriva quale prodotto di organizzazioni specializzate.

termine[47], o sia più corretto parlare di "potere" periferico[48], risolvendosi il dubbio nella preferenza del termine "potere" in quanto il fenomeno tecnologico non si scontra con il meccanismo di adesione normativa, bensì «*si riduce e si risolve in un impersonale funzionare*»[49].

Una prima differenza tra norma di diritto e regola quale espressione del potere informatico, risiede nel carattere sanzionatorio. La norma contiene al suo interno il carattere della "giuridicità", che deriva dall'autorità assunta dal legislatore, legata tradizionalmente al sistema dogmatico positivizzato. Nel contesto *cyber*netico, la Rete, infrastruttura della globalizzazione, è retta dal "*code*"[50], il quale nonostante sia una forma inedita di *soft law*[51] e dunque privo di efficacia giuridica vincolante, ciò nonostante, è in grado di condizionare il comportamento dell'utente, restringendone i suoi margini di scelta, esercitando altresì una funzione quasi repressiva.

Nascono così assetti giuridici autonomi di matrice privata, legittimati dal consenso condiviso di chi ne riconosce l'affidabilità, senza che vi sia la necessità di strutture o apparati del diritto tradizionale. Se è dunque vero che il *cyber*spazio, nonostante l'assenza di demarcazioni territoriali, non è uno spazio vuoto, le regole che disciplinano questa "terra

---

[47] G. TEUBNER, *Ordinamenti frammentati e costituzioni sociali,* in A. FEBBRAJO, F. GAMBINO (a cura di), *Il diritto frammentato,* Giuffrè Editore, Milano, 2013, p. 381, il quale afferma «*Una piena comprensione di questo pluralismo giuridico multidimensionale può essere raggiunta solo a patto di rinunciare ad un terzo assunto presente nella teoria politica e sociale. Ossia, alla convinzione che il diritto derivi la propria validità esclusivamente da processi di produzione normativa promossi dallo stato; ovvero alla convinzione che il diritto, per essere qualificato come tale, debba necessariamente scaturire o da fonti giuridiche interne certe, oppure da fonti internazionali internazionalmente riconosciute. Ritengo opportuna, invece, una dilazione semantica del nostro concetto di diritto, per far sì che esso possa includere anche le norme operanti a prescindere dalle fonti giuridiche dello stato o del diritto internazionale.*».

[48] F. GAMBINO, *Blockchain, smart contract e diritto sradicato,* in *Tecn. Dir.*, 2, 2021, p. 29 ss., il quale si esprime a favore dell'utilizzo del termine "potere" per descrivere il fenomeno della produzione di regole da parte delle nuove tecnologie; della medesima opinione L. LESSING, *Code and other laws of cyberspace version 2.0,* Basic Books, New York, 1999, p. 8, in cui l'Autore osserva: «*[..] the invisible hand of cyberspace is building an architecture that is quite the opposite of its architecture at its birth. This invisibile hand [..] is constructing an architecture that will perfect control and make highly efficient regulation possible.*».

[49] F. GAMBINO, *Blockchain, smart contract e diritto sradicato,* cit., p. 30, il quale cita a sua volta N. IRTI, *Viaggio tra gli obbedienti,* La nave di Teseo Editore, Milano, 2021, p. 167.

[50] Con tale termine si intende fare riferimento all'architettura tecnologica -comprendente i codici sorgente, i protocolli informatici, *software, hardware,* algoritmi, i codici binari- con cui i programmatori informatici strutturano la rete e stabiliscono i vari modi d'uso delle tecnologie informatiche. Si riporta di seguito una definizione di "*code*" fornita da L. LESSING, *The Law of Cyberspace,* Aprile 1998, *«By code, I simply mean the software and hardware that constitutes cyberspace as it is—the set of protocols, the set of rules, implemented, or codified, in the software of cyberspace itself, that determine how people in- teract, or exist, in this space. This code, like architecture in real space, sets the terms upon which I enter, or exist in cyberspace. It, like architecture, is not optional.»,* reperibile *online* la seguente indirizzo: https://cyber.harvard.edu/works/lessig/laws_cyberspace.pdf.

[51] B. PASTORE, *Il soft law nella teoria delle fonti,* in A. SOMMA (a cura di), *Soft law e hard law nelle società postmoderne,* Torino, Giappichelli, 2009, p. 117 ss.

di nessuno", dettate dagli stessi utenti della rete, finiscono per soppiantare i valori del diritto, disarticolando i principi su cui si fondano gli ordinamenti giuridici contemporanei.

È innegabile che il progressivo affermarsi di forme di auto-regolazione proprie delle tecnologie emergenti che si sta delineando comporti un ridimensionamento dell'importanza delle fonti tradizionali del diritto, a favore dell'emersione di regole generate da sottosistemi sociali autonomi. Tra questi, la tecnologia assume un ruolo primario, sino ad essere addirittura considerata il fulcro della produzione normativa a vocazione generale, nel contesto di un processo di globalizzazione che sembra favorire un pluralismo giuridico globale[52].

Ad inizio degli anni Novanta del secolo scorso, iniziò a farsi spazio un quesito ovvero se non fosse necessario un nuovo corpo di leggi definito *cyberlaw,* inedita branca del diritto dedicata alla sfera digitale e pertanto capace di meglio comprendere ed interpretare il rapporto tra lo spazio *cyber*netico ed il diritto positivo.

La tesi che però inizia maggiormente a diffondersi in questa dislocazione spaziale a tendenze globali è quella per cui la relazione tra attori, azioni e diritto si dispiega attraverso forme regolative contenenti scelte tecniche stabilite da chi gestisce le tecnologie informatiche, ovvero la c.d. *lex* informatica o *digitalis*[53]. La dottrina nordamericana inizia a parlare di non tanto di *cyberlaw* quanto di *lex* informatica quale fattore di attenuazione della sovranità degli Stati precisamente dal 1998, anno in cui Joel Reindeberg fornisce per la prima volta una serie di principi e prassi armonizzate del diritto delle tecnologie[54].

I tre settori di disciplina giuridica sostanziale che iniziano a subire un cambiamento dato dall'avvento della rete informatica sono, precisamente, l'ambito del trattamento dei contenuti, il trattamento delle informazioni personali e la salvaguardia dei diritti di proprietà, che mostrano una mancanza di armonizzazione al di là dei confini nazionali.

---

[52] G. TEUBNER, *La cultura del diritto nell'epoca della globalizzazione. L'emergere delle costituzioni civili,* cit., p. 62, il quale sostiene *«Nei regimi privati globali sta emergendo una vera e propria auto-decostruzione del diritto che semplicemente mette fuori gioco alcuni principi fondamentali del diritto nazionale, tra i quali: la derivazione della validità giuridica da una gerarchia di fonti del diritto, la legittimazione del diritto mediante una costituzione politica, la statuizione del diritto tramite corpi parlamentari, la norma giuridica fondata su istituzioni, procedure e principi, nonché la garanzia delle libertà individuali tramite diritti fondamentali conquistati politicamente.».*

[53] L'espressione «*lex* informatica» è sinonimica dell'espressione *«code is law»,* coniata da L. LESSING, *Code is Law. On Liberty in cyberspace,* in *Harvard magazine,* 2000; entrambe le espressioni sottolineano l'aspetto regolatorio insito nel codice informatico.

[54] J. R. REIDENBERG, *Lex informatica: The Formulation of Information Policy Rules Through Technology,* in *Texas L. Rev.,* 3, 76, 1998, p. 553 ss.

Nell'ideologia di Joel Reindeberg la *lex* informatica costituirebbe la soluzione altresì ai problemi di armonizzazione delle norme nazionali. L'Autore rammenta la capacità normativa propria della tecnologia, insistendo per una analogia tra il codice informatico e la legge, tanto da ritenere la *lex* informatica un sistema di regole parallelo a quelle già esistenti[55].

Alcuni giuristi hanno invece avanzato una analogia con la nuova *lex* mercatoria applicata al commercio elettronico, sulla base di un simile processo di formazione di regole uniformi a carattere transnazionale derivante da fonti private ed applicabile alla rete *Internet*[56]. Altri hanno invece inteso queste regole tecniche come una regolamentazione avente si efficacia normativa ma formatasi attraverso un processo non manifesto, celato nella tecnica, sollevando problemi di democrazia.

Quel che è certo è che, agli inizi degli anni Novanta, in uno spazio giuridico lasciato libero a seguito di scelte precise dei legislatori, si permette la proliferazione di un assetto regolatorio totalmente inedito[57]. Le comunità virtuali, condividendo tra loro le architetture di rete tipiche delle tecnologie *DLT*, producono ordinamenti giuridici privati, anzi un «*diritto privato prodotto da privati*»[58], connaturato da norme tecniche suscettibili di applicazione sostanzialmente globale, senza trovare alcuna limitazione territoriale[59].

Inspirati dalla *lex mercatoria*[60], così come intesa a seguito della digitalizzazione, si giunge all'affermazione della *lex* informatica, addirittura intesa come naturale

---

[55] *Ivi*, p. 554, ove l'Autore afferma: «*law and government regulation are not the only source of rule-making. Technological capabilities and system design choices impose rules on participants*»; ID, *Governing networks and rule-making in cyberspace,* in *Emory Law Journal,* 45, 1996, p. 919, in cui afferma: «*In addition to the new "geography" of borders, networks may now even supplant substantive, national regulation with their own rules of citizenship and participation. Networks themselves take on political characteristics as self-governing entities. Network determine the rules and conditions of membership.*». Tema ripreso da M.R. FERRARESE, *Poteri nuovi,* Il Mulino, Bologna, 2022, pp. 74 e ss., il quale riconosce la capacità normativa di algoritmi e piattaforme; L. LESSING, *The Constitution of Code: Limitations on Choice – Based Critiques of Cyberspace Regulation,* in *CommonLaw Conspectus: Journal of Communications Law and Policy,* 5, 2, 1997, p. 181 ss.; ID., *Code and other laws of cyberspace version 2.0,* Basic Books, New York, 2006; G. TEUBNER, *Ordinamenti frammentati e costituzioni sociali,* cit., il quale afferma *«Attualmente i più importanti sistemi giuridici privati sono* la lex mercatoria *internazionale e la* lex digitalis *di Internet.».*

[56] Per distinguere l'attuale *lex* mercatoria da quella antica e da quella medievale, v. C. PONGIBÒ, *Il diritto comparato e la blockchain,* cit., p. 244, ove l'Autrice la rinomina «*lex mercatoria ex machina*».

[57] Basti rammentare l'astensione da parte dell'Unione Europea nel regolamentare la responsabilità in capo ai *providers,* ed a tal fine è illuminante in tal senso il testo della Direttiva 2000/31/CE del Parlamento europeo e del Consiglio dell'8 giugno 2000 relativa a taluni aspetti giuridici dei servizi della società dell'informazione, in particolare il commercio elettronico, nel mercato interno («Direttiva sul commercio elettronico»), in G. U. n. L 178 del 17 luglio 2000, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:32000L0031.

[58] P. GROSSI, *Globalizzazione, diritto, scienza giuridica,* cit., p. 156, il quale discute di una «*reprivatizzazione del pianeta giuridico*».

[59] C. IORIO, *Blockchain e diritto dei contratti: criticità e prospettive,* in *Actualidad Juridica Iberoamericana,* 16, 2022, p. 656 ss.

[60] Sia Autori come L. LESSING che J. R. REIDENBERG.

prosecuzione della *lex* mercatoria, con l'impiego massiccio di regole sorte spontaneamente ed indipendentemente elaborate dalla conglomerata comunità di utenti di *Internet*, e che oggi, con protocolli di Rete e codici informatici memorizzati nei meandri dell'infrastruttura *Blockchain*, si evolve ulteriormente in quella che viene definita *lex* crittografica, sottoinsieme normativo generato dall'applicazione congiunta di *Smart contracts* e dal ricorso ad organizzazioni autonome decentralizzate[61].

La matassa da dipanare si fa ancora più intrigata: non siamo, difatti, come già ribadito precedentemente, di fronte ad un sistema caratterizzato da assenza di regole, bensì, siamo di fronte ad un nuovo sistema multilivello; oltre alle regole nazionali, sovranazionali ed internazionali, vi sono le regole a carattere tecnico-informatico (la c.d. *lex* informatica o *lex digitalis*, con la sua evoluzione in *lex* crittografica[62]) e le regole a carattere tecnico-giuridico che disciplinano il commercio elettronico a rilevanza globale. L'intreccio tra la dimensione a-territoriale, ovvero una zona franca, e la molteplicità di attori coinvolti nel funzionamento delle reti *Blockchain*, propone il tema della irriducibilità delle fonti che governano il funzionamento delle reti a registro decentrato con gli schemi tradizionali, sino a qui conosciuti. La deriva appare come l'utilizzo terminologico della parola "codice" avente due significati diversi, ovvero il codice del diritto ed il codice come diritto[63].

---

[61] O. CLARIZIA, *Lex mercatoria, lex informatica e self-regulation della tecnologia virtuale,* in *Teoria e storia del Diritto privato*, 17, 2024, p. 1 ss. Occorre sottolineare che la venuta della legge crittografica era già stata profetizzata da L. LESSING, *The Law of Cyberspace,* cit., in cui, contestando le idee anarchiche che sostenevano l'assenza totale di regole e norme nel mondo virtuale, ribadiva che il diritto avrebbe dovuto inevitabilmente confrontarsi con la *lex* crittografica.

[6262] Di *lex* crittografica discorre la letteratura straniera; V. A. WRIGHT, P. DE FILIPPI, *Decentralized Blockchain technology and the rise of lex cryptographia,* 10 Marzo 2015, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664, in cui gli Autori si riferiscono alla *Lex Cryptographia* definendola *«new body of law»,* amministrata attraverso *smart contracts* e le *DAO's,* ovvero organizzazioni autonome e decentralizzate; difatti, affermano *«[…] Lex Informatica (Informatics Law) —a particular set of rules spontaneously and independently elaborated by an international community of Internet users, which constitutes today an alternative normative system consisting of a particular set of rules and customary norms arising directly from the limitations imposed by the design of the infrastructures subtending the network.».* Giova osservare come il fenomeno dell'emersione di tale autonomo centro di produzione normativa, quale la *lex* crittografica, non costituisca un'esperienza del tutto inedita nella teoria delle fonti. Un significativo precedente deve essere individuato nella *lex* mercatoria intesa quale complesso di regole che operava pur senza essere inserito nel sistema incentrato sugli ordinamenti statali, attenuando di fatto la sovranità dello Stato stesso. Sul punto si V., F. GALGANO, *Lex mercatoria. Storia del diritto commerciale,* Il Mulino, Bologna, 1993; ID., *Diritto ed economia alle soglie del nuovo millennio,* in *Contratto e impresa,* 2000, p. 199 ss., ove l'Autore descrive la nuova *lex* mercatoria della società post-industriale come forma di diritto non fondato sull'elemento della territorialità, apprezzandone il carattere consuetudinario e ritenendolo un diritto "non dispotico". Sul punto si richiama anche M.J. BONELL, *The UNIDROIT Principles and Transnational Law,* in *Uniform Law Review,* 2000, 2, p. 199-217.

[63] E. TEROLLI, *Blockchain e compliance (RegTech),* in G. ALPA (a cura di), *Diritto e intelligenza artificiale,* Pacini Giuridica, Pisa, 2020, p. 377.

A tale impostazione, si accompagna l'ideologia della sufficienza della *self-regulation,* sostenuta dalla c.d. dottrina «*cyberlibertaria*»[64] che rivendica l'ipotesi di un modello autoregolativo basato sulla coincidenza soggettiva tra il soggetto regolatore ed il destinatario della norma[65]. Si determina così un ordine originario ed autonomo, caratterizzato si da regole volte ad orientare i comportamenti dei consociati, ma prive della capacità di proteggere categorie di privati, certamente meritevoli di tutela, non equi ordinati con gli altri soggetti regolati[66]. Da ciò nasce, e questo sin dai tempi dell'avvento del *cyberspazio*, un desiderio di resistenza volta a garantire e preservare l'aspetto libertario di *Internet*[67]. Questo atteggiamento, talvolta, si tramuta in una strenua opposizione a qualsiasi regola, senza distinguere tra quelle eccessivamente restrittive e quelle volte a garantire diritti e libertà, rese possibili dalla rete. Questa linea si contrappone alla logica della certezza, che affida allo Stato il potere di restringere libertà individuali e collettive.

Altra dottrina invece -soprattutto anglosassone- aderisce ad una forma ibrida, precisamente la *co-regulation*; si riconosce la possibilità di un ordinamento che pur aprendosi ai privati, ha al contempo una volontà normativa pubblica.

Dunque, i nuovi spazi giuridici si affollano di norme di fonte privatistica, o di regole tecniche? E cosa si deve intendere come regole tecniche? Sembra più corretto propendere per una concezione di regole tecniche in una duplice accezione, ovvero come tecniche-informatiche e come tecniche-giuridiche a produzione non statale. Dette scelte tecniche assumono, secondo la maggior parte della dottrina, la connotazione giuridica di *soft law.* Ad onor di verità, è doveroso chiarire che questo conglomerato di regole ha natura controversa ed ha conosciuto accezioni differenti nel corso del tempo. Dall'angolo visuale di un ordinamento giuridico seppur privato, è stata da taluna dottrina respinta la visione

---

[64] L'espressione «*cyberlibertaria*» viene presa in prestito da E. MAESTRI, *Lex informatica e soft law. Le architetture normative del cyberspazio*, in P. MORO, C. SARRA (a cura di), *Tecnodiritto. Temi e problemi di informatica e robotica giuridica,* FrancoAngeli, Milano, 2017, p. 162.

[65] A. WRIGHT, P. DE FILIPPI, *Decentralized Blockchain technology and the rise of lex cryptographia,* 10 Marzo 2015, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664; J. R. REIDENBERG, *Lex informatica: The Formulation of Information Policy Rules Through Technology,* in *Texas L. Rev.,* 3, 76, 1998, p. 572, «*Lex informatica [..] allows for automated and self-executing rule enforcement.*».

[66] Sul punto si v. C.M. BIANCA, *Le autorità private,* Jovene, Napoli, 1977, p. 4, ove l'Autore legge nella nuda attribuzione del potere di autoregolazione ad un privato, un danno al principio di eguaglianza.

[67] J. P. BARLOW, nella sua *Dichiarazione d'indipendenza del Cyberspazio*, rivolgendosi ai vari Stati appellandoli come "stanchi giganti di carne e d'acciaio", ribadisce che non hanno giurisdizione né sovranità alcuna nel *Cyber*spazio; si veda J. P. BARLOW, *A Declaration of the Independence of Cyberspace,* 8 febbraio 1996, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.eff.org/cyberspace-independence. Profetiche furono a tal proposito le riflessioni di D.R. JOHNSON, D. POST, *Law And Borders. The Rise of Law in Cyberspace,* in *Stanford L. Rev.,* 5, 1996, 48, pp. 1367 ss., i quali reclamavano uno spazio *cyber*netico, privo di confini territoriali e di esercizio della sovranità statale o locale.

della *lex* crittografica come autonomo referente normativo, non potendo essere una alternativa fungibile alla *Rule of law.*

La transizione, da un diritto positivo di matrice statuale o sovranazionale, a forme di normatività a tendenza globale e caratterizzate da meccanismi di auto-regolazione, solleva l'interrogativo circa la possibilità di qualificare tale apparato di regole come un ordinamento giuridico autonomo[68]. Ciò condurrebbe alla seguente constatazione, ovvero una *Rule of Code* sottratta da una *Rule of Law* ed una *lex informatica* sottratta al controllo dell'ordinamento, diversamente da quanto avviene per *lex mercatoria.*

Una differenza estremamente spiazzante tra le norme giuridiche e le regole derivanti dai programmatori informatici, ovvero le norme generate da algoritmi, è la caratteristica innata di rigidità, propria di quest'ultime, impenetrabili a qualsiasi forma di interpretazione così come a forme di eccezioni e deroghe, connotato invece delle norme giuridiche.

Alla base delle varie espressioni normative generate dalle nuove tecnologie, vi è altresì un problema che potremmo definire di democrazia: la leggibilità dei sistemi che strutturano gli algoritmi e le consequenziali transazioni è riservata a ben pochi specialisti, soggetti privati connaturati dalla qualità di essere dei tecnici informatici.

Sono dunque dei sistemi che sembrano godere di un'aura di impenetrabilità e complessità estrema, a fronte delle procedure legislative di formazione delle leggi attualmente in vigore, che regolano tradizionalmente gli sviluppi giuridici. Nel realizzare degli artefatti tecnici, vengono sviluppate dai programmatori informatici le regole che si pongono alla base delle architetture tecnologiche, aventi carattere arbitrario, senza possibilità di essere messe in discussione nell'ambito di procedure democratiche[69]. A fare da contraltare a questa problematica, i meccanismi di cifratura e controllo mediante il sistema del consenso condiviso, di cui diremo nel secondo capitolo, propri delle tecnologie a registro distribuito ed idonei a "democratizzare" i dati e rafforzare la fiducia attraverso algoritmi crittografici. In questa prospettiva la *blockchain*

---

[68] A.M. LUCIANI, *La nuova* '*lex mercatoria*', in *Osservatorio sulle fonti*, 1, 2021, p. 246 ss., reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.osservatoriosullefonti.it/archivi/archivio-saggi/numeri-speciali/speciale-l-impatto-delle-dinamiche-transnazionali-sui-sistemi-normativi-1-2021/1603-la-nuova-lex-mercatoria/file, la quale ripercorre l'evoluzione del pensiero di BERTHOLD GOLDMAN riguardo all'individuazione nella *lex mercatoria* come autonomo ordinamento giuridico, accanto a quello nazionale ed internazionale. In giurisprudenza, individua nella *lex mercatoria* un ordinamento autonomo rispetto a quelli nazionali Trib. Busto Arsizio, 17 ottobre 2003, in *Nuova giur. Civ. comm.*, 2004, I, p. 391 ss., con nota di F. MARRELLA, *Embargo iracheno e compromettibilità in arbitri delle controversie.*

[69] C. PONGIBÒ, *Il diritto comparato e la blockchain,* cit., p. 21

viene esaltata a livello di strumento non solo tecnologico ed economico, ma altresì a carattere politico[70].

1.2. La digitalizzazione della società tra tecnica e diritto civile

Il positivismo della tradizione italiana è essenzialmente -teoricamente e metodologicamente- formalistico, operando con categorie sistematiche al cui interno sono cristallizzati valori quali la centralità dell'istituto della proprietà individuale e del contratto, considerato efficace strumento per la sua circolazione, nonché la tutela ad oltranza dell'individuo proprietario, attraverso le azioni previste dal legislatore a difesa della proprietà e l'istituto del Registro Immobiliare, strettamente connesso all'apparato statale.

Difatti, il *titulus* su cui si fonda la giustificazione giuridica della trascrizione, si situa nell'atto di trasferimento, costituzione, concessione in godimento ultranovennale o estinzione di un diritto reale immobiliare, la cui pubblicità -ad efficacia dichiarativa- è affidata al pubblico ufficiale che riceve l'atto ed inoltra la nota di trascrizione in via telematica alla Conservatoria dei Registri Immobiliari, con finalità di tutela dell'interesse pubblico, resa anche attraverso la sua conservazione.

La fase odierna, al contrario, è caratterizzata dal regresso del ruolo dello Stato, una sorta di nuovo *laissez faire,* per il crescente protagonismo delle regole informatiche e fatti economici che irrompono, ricchi di vigore, entro i confini dell'ordinamento giuridico, divenendo voci di rottura rispetto alle certezze consolidate -al punto da essere sino ad oggi ritenute imperiture- in fatto di circolazione dei beni immobili. Si avverte l'inizio di un processo di sgretolamento delle categorie giuridiche tradizionali, sotto il peso delle innovazioni tecnologiche[71]. Sembra uno scenario apocalittico, considerando che il diritto

---

[70] La Risoluzione del Parlamento Europeo del 3 ottobre 2018 sulle tecnologie di registro distribuito e blockchain: creare fiducia attraverso la disintermediazione, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2018-0373_IT.html, definisce la *blockchain* come strumento volto a «*democratizzare i dati e rafforzare la fiducia e la trasparenza, fornendo un percorso sicuro ed efficace per l'esecuzione delle transazioni*».

[71] Circa l'opportunità di un ripensamento delle tradizionali categorie civilistiche, si rimanda a V. SCALISI, *Categorie e istituti del diritto civile nella transizione al post-moderno,* Giuffrè, Milano, 2005, p. 19 ss.; N. LIPARI, *Le categorie del diritto civile,* 2013, Giuffrè, Milano, p. 11-20, 41. In proposito della relatività delle categorie tradizionali, si veda G. PERLINGIERI, *Venticinque anni della Rassegna di diritto civile e la polemica sui concetti giuridici. Crisi e ridefinizione delle categorie,* in P. PERLINGIERI (a cura di), *Temi e problemi della civilistica contemporanea. Venticinque anni della Rassegna di diritto civile,* Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli, 2005, p. 543 ss.

civile e quello dei contratti in particolare, è stato caratterizzato per lungo tempo da una forte resilienza ai mutamenti economici, tecnologici e politici più incisivi[72].

In risposta alla capacità espansiva che la scienza informatica trasfonde alle varie branche del diritto, si rincorre incessantemente il ricorrente interrogativo ovvero se sia più corretto adottare una posizione in linea con il positivismo più radicale, attraverso un pensiero normativistico puro e formalistico, che interrompa ogni contatto con valori metagiuridici, oppure se sia consentito cogliere la portata dell'innovazione informatica misurando la concreta possibilità di utilizzare categorie giuridiche consolidate e granitiche, per ricomprendere, nelle categorie coinvolte, le innovazioni più recenti, abbracciando il c.d. principio della neutralità tecnologica[73], che consente di ampliare i confini dei tradizionali assetti del diritto[74] di modo che, tramite tale lavoro interpretativo, la sostanza dell'istituto giuridico rimanga la medesima, venendo modificata solo la forma di esso, prediligendo una sorta di *continuum* tra i vari periodi storici e le varie evoluzioni tecnologiche[75].

Nella dimensione attuale, non sembra trattarsi di una nuova forma di documentazione contrattuale ma sembra essere la tecnologia a "farsi" contratto, con programmatori che ne gestiscono la formazione, l'esecuzione e la pubblicità. All'interno dell'ambiente operativo della rete *Blockchain*, si afferma una figura descritta con un sintagma accattivante, "*Smart Contract",* impiegato in ambiti disparati ma tutti accomunati dalla metodologia adottata, consistente nell'automatizzazione della fase esecutoria del rapporto contrattuale[76].

---

[72] Tra i vari esempi di adeguamento del diritto alle innovazioni tecnologiche, merita attenzione l'avvento del telefono circa il suo impatto nel processo di formazione del contratto e le elaborazioni dottrinali svolte in tal senso. Taluni ritenevano, senza alcuna difficoltà, che un contratto concluso per telefono tra due soggetti, potesse annoverarsi tra i contratti fra presenti, in quanto detto strumento permetteva lo scambio simultaneo ed immediato di dichiarazioni nonostante le parti non si trovassero in presenza l'uno dell'altro. *Ex multis*, sul punto si veda C.F. GABBA, *Il telefono e la giurisprudenza,* in *Riv. dir. comm.,* 1913, 11, p. 177 ss.; A.M. BENEDETTI, *Tecnica, Diritto civile e* Smart Contract*. Minimalismo o massimalismo?* in U. SALANITRO (a cura di), *Smart la persona e l'infosfera,* Pisa, Pacini Giuridica, 2022, p. 415 ss.

[73] Il c.d. "principio della neutralità" tecnologica postula il mancato condizionamento da parte del legislatore, nell'interferire con lo sviluppo delle tecnologie informatiche e nel favorire una tecnologia piuttosto che un'altra, impendendo così una distorsione del mercato; sul punto si v. G. FINOCCHIARO, *Riflessioni su diritto e tecnica,* in *Dir. inf.,* 2018, p. 833 ss.; l'Autrice pone l'accento su di una regolamentazione neutrale, implicando così l'assenza di interferenze normative. Si v., sul punto, altresì E. CIRONE, *Gli spazi di sperimentazione normativa nell'Unione Europea: regolamentare l'innovazione tra pincipi e prassi applicative,* in *Riv. inf. Dir.,* 1, 2025, p. 258 ss.

[74] W. MAXWELL, M. BOURREAU, *Technological neutrality in internet, telecoms and data protection regulation,* in *Computer and Telecommunications L. Rev.,* 2014.

[75] Tale è stato l'approccio, ad esempio, nel passaggio dall'analogico al digitale; difatti, ciò che appariva modificata era la forma dell'istituto giuridico ma non il modo in cui era disciplinato.

[76] Occorre premettere che la scelta terminologica si deve a N. SZABO, *Smart Contracts*, 1994, reperibile *online* al seguente indirizzo:

Affrontare le incognite della negoziazione informatica, comprende senz'altro rammentare gli insegnamenti in materia di contrattualistica tradizionale. I meccanismi di programmazione del detto sistema, che lo rendono di fatto per larga parte automatizzato, si soffermano difatti, sugli effetti che si riversano sull'anatomia fondamentale dell'istituto contrattuale inteso quale espressione dell'esercizio della libera volontà delle parti, ovvero una ricaduta sugli elementi essenziali di cui all'art. 1325 c.c. L'atto tradizionale, connaturato da una intrinseca fisicità documentale nonché esplicita paternità, fonda la sua logica non solo sul mero supporto materiale -argomento che verrà trattato nel paragrafo 3.1.- bensì e soprattutto sull'affidabilità del suo contenuto e della sottoscrizione ad una figura *super partes*, ovvero il notaio che stipulerà l'atto[77].

Siamo oramai certi che ci si possa discostare dai comuni principi relativi al processo di formazione del contratto, ma pur sempre rispettando dei requisiti minimi che permettano, in assenza di figura investita della funzione pubblica di controllo e certificazione, di attribuire con certezza un rapporto giuridico patrimoniale ad un determinato soggetto, il quale abbia scientemente voluto ricevere, con consapevolezza, un determinato effetto giuridico ricadente nella propria sfera patrimoniale.

Partendo da una certa attenzione alla semantica, occorre comprendere il fenomeno dei contratti intelligenti esaminandoli per ciò che realmente sono, ovvero programmi (*software*) formulati in linguaggio informatico e non naturale, dotati dei caratteri della automazione ed esecutività[78].

---

https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_idea.html, che inizialmente concepiva lo *smart contract* come un semplice algoritmo che vincolava ad un determinato adempimento e precisamente «*a computerized transaction protocol that executes the term of a contract*».

[77] Difatti, J. FORTUNA, *Smart Contract e volontà contrattuale un percorso nel diritto dei contratti italiano e inglese,* Editoriale Scientifica, Napoli, 2024, p. 18, afferma «*La logica alla base degli* smart contracts *è racchiusa nella formula* «if this then that»: *al verificarsi di un determinato evento, il protocollo eseguirà il risultato desiderato dai partecipanti, contenuto al suo interno, automaticamente, senza la necessità di soggetti che certifichino la validità dell'accordo raggiunto dalle parti o che si attivino ai fini dell'esecuzione, in quanto la sicurezza delle operazioni concluse è garantita dalle caratteristiche della* blockchain. *Fino all'introduzione del sistema* blockchain *era semplicemente impossibile coordinare qualsiasi attività umana senza un ente centralizzato che assicurasse il corretto flusso informativo.*».

[78] Le definizioni elaborate dalla dottrina, nonché accolte dalla normativa, nonostante siano caratterizzate da una certa polisemia, tendono spesso alla convergenza monosemica, ovvero quella di programmi informatici i quali, mediante lo schema causale "*if this, then that",* volgono ad una esecuzione programmata degli effetti del contratto. Sul tema definitorio si soffermano, tra i tanti, C. BOMPREZZI, *Smart Contract e Blockchain,* in M. PALMIRANI, G. SARTOR, F. GALLI, S. SAPIENZA (a cura di), *Il diritto digitale Temi di informatica giuridica,* Bologna University Press, Bologna, 2026, p. 137 ss.; C. BOMPREZZI, M. PALMIRANI, *Blockchain technology for legislation: preliminary considerations,* in *Comparazione e diritto civile,* 1, 2024, p. 85 ss.; K. WERBACH, N. CORNELL, *Contracts ex machina,* in *Duke Law Journal,* 67, 2017, p. 314 ss. Il legislatore italiano, difatti, al D.l. 14 dicembre 2018 n. 135, convertito con modificazioni dalla l. 11 febbraio 2019, n. 12, in G.U. dal 12 febbraio 2019, n. 36, definisce *smart contract* «*un programma per elaboratore che opera su tecnologie basate su registri distribuiti e la cui esecuzione vincola automaticamente due o più parti sulla base di effetti*

Lo *smart contract*, quale elemento congiunto alla *blockchain* in virtù di una sorta di "innesto" del contratto intelligente nella tecnologia a registro distribuito, assicura al verificarsi di determinati eventi, una rapida automazione delle clausole contrattuali che, stante l'assenza di un vero e proprio sostrato relazionale che denota una consistente spersonalizzazione del processo di formazione contrattuale, lasciano il campo a condizioni predefinite, volte all'automazione della prestazione contrattuale[79].

I connotati precipui che ne definiscono la struttura concernono l'automazione, l'immutabilità, la rigidità strutturale nonché la decentralizzazione, tema che ancora una volta ritorna alla nostra attenzione. Tali requisiti, in particolare l'automazione, esprimono la forte tendenza ad una vocazione efficientistica, in ottica di migliore allocazione delle risorse, senza la necessità di ricorrere ad intermediari, riducendo i costi di transazione, oltre a limitare l'insorgere di controversie e per esse, l'intervento del giudice[80]. L'auto eseguibilità degli *smart contract* contiene in sé l'obsolescenza dell'esecuzione da parte dei contraenti stessi, in quanto non più necessaria, così come viene reso obsoleto il ricorso all'esecuzione forzata mediante provvedimento giurisdizionale, in caso di inadempimento. I principi in materia di esecuzione del contratto e formazione di esso sono pertanto derogabili per volontà delle parti, compiendo un esercizio di autonomia negoziale[81].

Ciò che appare subito chiara *ictu oculi* è la dinamica del rapporto tra la struttura dell'istituto, la vicenda contrattuale secolare e la fisionomia degli *smart contracts*, che si traduce in un soverchiamento dei principi osservati sino a questo momento storico. Stante la maggior certezza del buon esito degli scambi e conseguente deflazione del contenzioso, vi sono a fare da contraltare all'entusiasmo che segue l'autoesecuzione dello *smart contract,* perplessità di ordine dogmatico, nonché consequenziali ricadute applicative[82].

---

predefiniti dalle stesse.»; ovvero, secondo il legislatore italiano, si sarebbe semplicemente di fronte, né più né meno, ad un *software*.

[79] Taluni preferiscono, alla tradizionale etichetta di «contratti intelligenti», quella di «super contratti», alla luce della tanto decantata promessa di «*fare tutto da soli*»; v. sul punto R. PARDOLESI, A. DAVOLA, «*Smart contract*»*: lusinghe ed equivoci dell'innovazione purchessia,* in *Il Foro Italiano,* V*,* 2019, p. 195 ss.

[80] M. MARLETTA, *Blockchain e buona fede: riuscirà la tecnologia a sostituire la fiducia?,* in *Rivista italiana di Informatica e Diritto,* 1, 2025, pp. 1 e ss.

[81] Sul punto si v. D. SABATO, *Tecnologia algoritmica e attività negoziale* smart, in *Contr. impr*., 2, 2024, p. 365 ss.; C. BOMPREZZI, *Smart Contract e Blockchain,* cit., p. 141, la quale afferma «*..si ritiene che la* blockchain *rimuova il bisogno da parte del creditore di fare affidamento sul debitore circa l'adempimento del contratto. Si passerebbe dalla fiducia nella controparte contrattuale umana alla fiducia nel codice, potendo così aumentare le* chances *di soddisfare pienamente l'interesse del creditore.*».

[82] Il rischio paventato da molti autori è quello di produrre *«una contrattazione fondata su automatismi, opaca nelle sue premesse tecniche e potenzialmente lesiva di interessi meritevoli di tutela»,* secondo P. PERLINGERI,

A prima vista, appare evidente la sovrapposizione e consequenziale corrispondenza, che viene costruita in maniera alquanto macchinosa, tra quelli che sono gli elementi essenziali propri dell'istituto del contratto e gli elementi di cui si compone lo *smart contract;* tale assunto di partenza si muove però da un presupposto piuttosto fallace, ovvero l'equiparazione dei codici informatici di cui si compongono gli *smart contracts* alle previsioni contenute in un contratto tradizionale, con consequenziale produzione di effetti giuridici nella sfera dei privati, accordatisi sul contenuto delle condizioni[83]. Occorre poi considerare un aspetto direttamente correlato al primo, ovvero tale equiparazione, in mancanza di una adeguata alfabetizzazione digitale delle parti -almeno, non di tutte le parti- conduce ad una irriducibile compressione del consenso informato, rischiando di sviluppare dei codici informatici non conformi alla reale volontà delle parti.

Altre perplessità sul tema sono date da verosimili malfunzionamenti tecnici che potrebbero verificarsi in sede di adempimento automatizzato della prestazione contrattuale in oggetto, influendo di fatto in maniera negativa sulla corretta esecuzione di quest'ultima, così come la possibile necessità di interazioni con il mondo esterno[84].

Aleggia inoltre l'interrogativo circa l'effettiva produzione o meno di effetti giuridici promanati dagli *smart contracts,* così come quello relativo alla necessità di individuare una nuova categoria, i c.d. *smart legal contracts.* La dottrina oscilla tra una concezione dello *smart contract* come mero programma informatico, deputato all'automazione della fase esecutiva del rapporto contrattuale, ed una configurazione nella quale il codice costituisce parte integrante di un accordo giuridicamente vincolante, concorrendo alla sua attuazione.

In primo luogo, la lente giuridica avverte che, stante l'intrinseca inflessibilità nonché rigidità di tali strumenti, diventa estremamente complesso gestire le sopravvenienze, potendosi configurare una situazione patologica, in cui le parti si trovano vincolate da accordi che non rispecchiano più la loro volontà. La rigida programmazione dell'accordo contrattuale potrebbe portare al seguente correttivo ovvero una puntuale ed oculata

---

Il diritto civile nella legalità costituzionale secondo il sistema italiano-europeo delle fonti, IV, Attività e responsabilità, Giappichelli Editore, Napoli, 2020, p. 86. Tra i vari rischi poi, si annovera altresì la difficoltà del tradurre in codice informatico la volontà delle parti, spesso contraddistinta da molteplici sfaccettature, così come, non meno importante, sono da considerare le varie declinazioni contenutistiche che le clausole contrattuali possono assumere, risultato non replicabile con una scrittura esclusivamente mediante codice.

[83] B. CAPPIELLO, *Lo* smart (legal) contract, in R. CAVALLO PERIN, D. GALETTA (a cura di), *Il Diritto dell'Amministrazione Pubblica digitale,* Giappichelli, Torino, 2025, p. 380 ss.

[84] A tal proposito, in risposta ad un sistema di *blockchain* -congiuntamente agli *smart contract*- definito come impermeabile alle informazioni del mondo "esterno", si rimanda alla categoria degli *oracles,* di cui in dettaglio al paragrafo 3.1.2.

previsione di contingenze che potrebbero verificarsi durante la vita della relazione contrattuale[85].

Il documento informatico non ha fisicità materiale, documentale, non vi è prova di un effettivo contatto tra autori e destinatari e non vi sono inconfutabili segni della paternità del documento. L'attuale sistema normativo dimostra di aver percepito il fenomeno ma di non aver delineato gli strumenti normativi per affrontarlo, tralasciando soluzioni in tema di riconoscimento di poteri di rappresentanza legale, volontaria, legittimazione alla negoziazione, il controllo di legalità, la mancanza di riferimenti reali e fisici il più delle volte, la difficoltà di individuare l'identità dei soggetti che hanno certificato la negoziazione digitale, sono punti nevralgici del fenomeno della negoziazione digitale[86]. A ciò si aggiunge l'evidente inoperabilità di norme quali quelle operanti nel caso di vizi del consenso, così come quelle di nullità ed annullabilità da sempre applicate al contratto, o in caso di inadempimento.

Si solleva problema della incompatibilità tra un sistema (come quello italiano) basato sulla forma scritta e la tecnologia *DLT*, ma d'altro canto vi è anche chi evidenzia come gli *Smart contracts* possano divenire un esempio di contaminazione tra tecnologia globale e diritto dei contratti degli Stati nazionali.

Quel che è certo è che tali contratti possono essere di vario tipo; oltre ad essere inizialmente utilizzati come motore delle criptovalute, sono stati impiegati successivamente nel processo di "tokenizzazione", così come per codificare una o più fasi degli accordi contrattuali e si rivelano estremamente diffusi nella prassi del commercio a carattere mondiale, aventi carattere molto spesso internazionale[87].

---

[85] La profilazione di una elencazione di varie conseguenze ad ampio spettro che possano verificarsi nell'arco del rapporto contrattuale appare somigliante alla fattispecie, prevista dal legislatore italiano, dei contratti normativi. Di contro, tale onere graverebbe esclusivamente sulle parti che dovrebbero in siffatta maniera prevedere con largo anticipo una vasta serie di vicende fattuali che potrebbero sopravvenire, rendendo oltremodo gravoso prospettare un ampio spettro di conseguenze destinate con più o meno probabilità a realizzarsi. Ne deriva poi che eventi ontologicamente imprevedibili non possano essere ricompresi nel novero delle conseguenze che le parti hanno l'onere di prevedere. Sul punto si v. C. ATTANASIO, *Inadempimento dello* smart contract, *sistema rimediale e tutela effettiva,* in *Rivista di diritto civile,* 4, 2024, p. 719 ss.

[86] Sui profili problematici più salienti, in tema di capacità d'agire, tutela dei minori, opacità, si rinvia al Rapporto della Commissione Europea, *Study on Blockchains- Legal, governance and interoperability aspects,* pubblicato il 28 febbraio 2020, p. 121-122, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/939fe2cc-5784-11ea-8b81-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-118042372.

[87] La vocazione internazionale degli *smart contract* si denota altresì dalle varie pronunce giurisprudenziali di vari ordinamenti che, nel tempo, si sono trovate ad affrontare varie tematiche in proposito di contrattazione intelligente. Si sottolinea al contempo la mancanza di pronunce in merito, da parte degli organi giudicanti italiani; G. SETTANNI, *Globalizzazione del diritto e contratti intelligenti. Interessanti spunti di approfondimento dalla giurisprudenza estera,* cit., p. 236 ss. Si segnalano di seguito le seguenti pronunce: *Hunichen v. Atonomi LLC*, No. C19-0615-RAJ-SKV, 3 (W.D. Wash. Apr. 6, 2023), reperibile *online* al

Il disegno iniziale, difatti, diveniva dalla sua origine reso ancor più ambizioso dalla suggestione di delineare protocolli di sicurezza in grado di eseguire la prestazione promessa o di verificarne l'adempimento, in una sorta di parallelismo con quelli che sono i tradizionali termini contrattuali[88]. La promessa si dimostrava accattivante, alla luce di sfide -che apparivano quasi delle proiezioni visionarie- quali il riversare i termini contrattuali in un *software* installato su di una macchina in grado di sovrintendere all'intera prestazione, assicurandone *ex ante* la corretta esecuzione. La c.d. "contrattazione intelligente" basata sulla tecnologia *Blockchain,* presenta caratteristiche salienti, come l'eliminazione dell'intermediario nonché una consequenziale e notevole riduzione dei costi di transazione[89].

La differenza prospettica rispetto al diritto tradizionale dei contratti è evidente: una tecnologia che sostituisce l'uomo nella fase dell'esecuzione e della gestione contrattuale. I contraenti, accordandosi sull'utilizzo di tale architettura contrattuale, si assoggettano alle regole predefinite stabilite dai programmatori. Il punto, per taluni di convergenza e per altri di divergenza, tra diritto tradizionale dei contratti e la tecnologia sta nel principio dell'accordo che in questo caso, deve trovare una declinazione proporzionata al contesto attuale. I contraenti, dunque, concordano di servirsi di questo meccanismo procedurale, programmando il funzionamento dell'automatismo algoritmico e legittimando così la formazione del rapporto negoziale e del contratto.

Le riflessioni a proposito degli *smart contracts* si inseriscono nel solco di ricerche avviate tempo addietro, volte a qualificare gli strumenti innovativi in grado di realizzare scambi tra la macchina e l'uomo mediante esecuzione automatizzata del contratto attraverso l'ausilio degli automi e ne condividono parzialmente il pensiero[90]. Entrava così

---

seguente indirizzo: https://www.casemine.com/judgement/us/626fc69d714d58c8551a1c18#, che, nel contesto di una vicenda finanziaria -l'emissione, da parte di una società di *software,* di *token* a sospetto carattere finanziario- non riconosceva alle prove fondate su *blockchain* il valore probatorio di prova atipica da far valere in giudizio; la pronuncia di primo grado della International Commercial Court of the Republic of Singapore, *B2C2 Ltd v. Quoine Pte Ltd*, Suit no. 7/2017, 14.3.2019, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.dlapiperintelligence.com/export/sites/intelligence-old/investmentrules/blog/articles/2019/Downloads/b2c2-ltd-v-quoine-pte-ltd_a1cd5e6e-288e-44ce-b91d-7b273541b86a_8de9f2e2-478e-46aa-b48f-de469e5390e7.pdf e la pronuncia in secondo grado della *Court of Appeal of the Republic of Singapore*, n. 81/ 2019, 24.2.2020, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.elitigation.sg/gd/s/2020_SGCAI_2, in materia di contratti stipulati nell'ambito del commercio algoritmico;

[88] R. PARDOLESI, A. DAVOLA, «*Smart contract*»*: lusinghe ed equivoci dell'innovazione purchessia,* cit., p. 195 ss., sostenitori delle teorie c.d. "negazioniste", con riserva di approfondimento *infra.*

[89] Lo *smart contract* non è indissolubilmente legato alla rete *Blockchain,* ma altresì può, a scelta dei contraenti, basarsi su di un diverso sistema informatico automatizzato a cui venga destinata l'esecuzione dell'accordo contrattuale.

[90] A. CICU nel suo saggio *Gli automi del diritto privato,* estratto comparso sul periodico *I Filangieri*, 1901, p. 561 ss., dialogando con la dottrina tedesca, discorreva sul significato da attribuire alla parola "automa",

in scena un sistema di scambi che si allontanava dall'orizzonte normativo tradizionale degli scambi negoziati, per degli scambi retti oramai da automatismi.

In particolare, Antonio Cicu ravvisava la natura di negozio giuridico automatico nel meccanismo che prendeva forma con l'inserimento di una moneta (*jactus pecuniae)* da parte della persona dell'oblato all'interno di una macchina (distributore di bevande, inteso come "automa" posto in luogo pubblico) la quale, per tutta risposta, eseguiva in via automatica la prestazione, richiamando la ricostruzione dell'offerta al pubblico. Già nell'esempio di Antonio Cicu si staglia la seguente situazione: da un lato, troviamo la "macchina" programmata[91] (nel caso citato) ad opera del venditore, e dall'altro il comportamento del consumatore, il quale si attiene alla proceduta prestabilita. L'affievolirsi della volontà, nel processo di formazione, non basta ad escludere di essere di fronte ad un contratto, in quanto l'accordo è insito proprio nell'offerta e conseguente accettazione. Nel fenomeno degli *smart contracts,* si assiste ad una situazione simile, ovvero due parti che si accordano per una esecuzione automatica del contenuto contrattuale stabilito a monte, al venire ad esistenza di determinate condizioni, anch'esse predeterminate. Occorre comprendere se il requisito strutturale dell'accordo, inteso quale frutto del dialogo tra le parti nonché formazione della volontà di ciascuna parte ed elemento strutturale del processo di formazione del contratto, sia presente nella nuova realtà contrattuale in atto, oppure ne sia assente.

Muovendo dal caso del distributore automatico, che ancora oggi pare offrire un contributo alla riflessione sul significato giuridico da attribuire ai comportamenti dei

---

considerandolo uno strumento avente la «*proprietà di sostituire e estendere l'attività umana*», ovvero «*L'automa, nel senso ristretto che qui si intende attribuirgli, è un meccanismo per cui si effettua l'esecuzione di una prestazione, mediante un atto da porre in essere da colui che desidera la prestazione. L'atto e la prestazione sono indicati all'esterno dell'apparecchio. Il primo consiste nell'introduzione di una moneta (..) attraverso un'apertura praticata all'esterno dell'apparecchio. La seconda assume aspetti diversi secondo le applicazioni crescenti in cui l'ingegno umano può utilizzare un tale meccanismo*» soffermandosi anche sul suo valore economico, in quanto preposto all'esecuzione di una prestazione in più luoghi diversi, con maggiore rapidità e semplicità, nonché sul significato da attribuire a quei comportamenti quali la nuda immissione di denaro in un distributore automatico; di recente, una rilettura della tesi di A. CICU è stata proposta da E. DAMIANI, *Note in tema di conclusione del contratto mediante sistemi automatici (spunti per una rilettura della tesi di Antonio Cicu)*, in *Rass. dir. civ*., 2, 2020, p. 749 ss.; M. BARELA, *Accordo, consenso e assenso (brevi note nella prospettiva della crisi del contratto)*, in *Riv. dir. priv*., 2, 2018, p. 225 ss.; F. DELFINI, *Blockchain, Smart Contracts e innovazione tecnologica: l'informatica e il diritto dei contratti,* in *Riv. dir. priv.,* 2, 2019, p. 167 ss.; M.P. MANTOVANI, *Il diritto dei contratti nell'era delle nuove tecnologie,* in *Annali della Facoltà Giuridica dell'Università di Camerino – Studi n. 10/2021,* p. 4 ss. Allo stesso modo, già N. SZABO, *Smart Contracts,* cit., parlava di contrattazione intelligente prendendo spunto da un distributore automatico di bevande, per spiegare il trasferimento di utilità in funzione di un algoritmo. Sul punto, si veda altresì G. VULPIANI, *Blockchain, smart contracts e non fungible token: tutele e responsabilità,* in *Actualidad Jurìdica Iberoamericana,* 18, 2023, p. 1335 ss.

[91] Per "programmazione" si intende stabilire in anticipo la procedura che dovrà essere eseguita dall'utente.

soggetti che vogliano concludere un contratto con un "automa", si può ravvisare un tentativo di individuare i caratteri salienti che vanno ad improntare la nuova categoria degli *smart contracts.* Senza alcun dubbio una irruzione in piena regola di una applicazione informatica nella granitica tradizione del diritto dei contratti, con l'idea di rivendicare una vera e propria identità contrattuale[92]. A tal proposito, è necessario coglierne la fisionomia, analizzandone il processo di formazione, i requisiti essenziali, gli eventuali vizi del consenso ed altresì, se posseggano o meno i requisiti per entrare a far parte del materiale probatorio, durante un giudizio civile.

Al fine di comprendere correttamente il fenomeno, occorre districarci tra tutte quelle che nel tempo sono state le definizioni fornite, tanto varie quanto valide[93].

Si cominci col dire che per *smart contract* si intende un protocollo informatico attraverso il quale si cristallizzano gli elementi di un rapporto (solitamente di scambio) e che interviene nello svolgimento del procedimento negoziale, eseguendo autonomamente le previsioni contrattuali stabilite a monte dalle parti, secondo il sistema condizionale dell'*if this, then that,* oppure anche *if X, then Y*[94]*,* una volta soddisfatte le condizioni predefinite[95].

Prendendo le mosse dalla premessa sopra esposta, si rincorrono varie fazioni in merito all'alveo in cui ricondurre la figura dei contratti intelligenti. Una prima corrente ammette la pacifica coesistenza di nuove modalità del contrattare ed inediti oggetti dei rapporti

---

[92] M. DUROVIC, A. JANSSEN, *The formation of Blockchain-based Smart Contracts in the Light of Contract Law,* in *Eur. Rev. of Priv. L.,* 6, 2019, p. 755, i quali si interrogano se sia in corso un eventuale depotenziamento della tradizione contrattualistica, oppure, prendendo in prestito il titolo di una commedia del drammaturgo e poeta W. SHAKESPEARE, se non si stia facendo tanto rumore per nulla «*Therefore, are smart contracts marking the end of contract formation as we know it or is it just much ado about nothing?*».

[93] Tra i contributi in materia di *smart contracts*, si segnalano, per una trattazione monografica, M. MAUGERI, *Smart Contracts e disciplina dei contratti,* Il Mulino, Bologna, 2021, p. 28 ss. Si veda, altresì, per ulteriori riferimenti bibliografici nella saggistica, G. BEVIVINO, *Smart contracts e "assestamenti" della disciplina generale del contratto,* in *Contr. impr.,* 2024, 2, p. 376 ss.; B. SIRGIOVANNI, *Lo 'smart contract' e la tutela del consumatore: la traduzione del linguaggio naturale in linguaggio informatico attraverso il legal design,* in *Nuove leggi civ. comm.,* 1, 2023, p. 214 ss.; M. MAUGERI, *Smartc contracts e disciplina dei contratti,* in *Oss. dir. civ. e comm.,* 2020, 2, p. 375 ss.; D. DI SABATO, *Gli smart contracts: robot che gestiscono il rischio contrattuale,* in *Contr. impr*., 2017, 2, p. 378 ss.; A.U. JANSSEN, F.P. PATTI, *Demistificare gli smart contracts,* in *Oss. dir. civ. e comm.*, 2020, 1, p. 31 ss.; G. FINOCCHIARO, C. BOMPREZZI, *A legal analysis of the use of blockchain technology for the formation of smart legal contracts*, in *Media Laws*, 2, 2020, p. 111 ss.

[94] Struttura logica ove per X si intende l'*input* e per Y si intende l'*output*.

[95] Volgendo lo sguardo allo scenario italiano, il legislatore ha introdotto con il Decreto-Legge 14 dicembre 2018 n. 135 in materia di disposizioni urgenti in materia di sostegno e semplificazione per le imprese e la pubblica amministrazione, convertito con modificazioni dalla Legge 11 Febbraio 2019 n. 12, in G.U. dal 12 febbraio 2019, all'art. 8-ter, comma 2 la definizione, si potrebbe definire pioneristica, di *smart contracts*, e precisamente *"2. Si definisce* "smart contract" *un programma per elaboratore che opera su tecnologie basate su registri distribuiti e la cui esecuzione vincola automaticamente due o più parti sulla base di effetti predefiniti dalle stesse. Gli smart contract soddisfano il requisito della forma scritta previa identificazione informatica delle parti interessate, attraverso un processo avente i requisiti fissati dall'Agenzia per l'Italia digitale con linee guida da adottare entro novanta giorni dalla data di entrata in vigore della legge di conversione del presente decreto".*

contrattuali da un lato, ed il tradizionale impianto codicistico in materia contrattuale, dall'altro[96]. I fervidi sostenitori dell'approccio più lineare (*smart legal contracts*) ammettono dunque un'entrata nella categoria -che tanto blindata non è- dei contratti, evocando l'accordo soggetto ad esecuzione automatizzata. Secondo tale parte della dottrina le parti non subiscono passivamente la tecnologia, bensì, in un'ottica di progressiva integrazione della tecnica computazionale nell'ordinario paradigma contrattuale, i contraenti stabiliscono a monte di servirsi dell'algoritmo, richiamando così il contenuto dell'art. 1321 c.c. (inquadrato come un criterio di legittimazione), venendo scelto il programma informatico e manifestando così la volontà di contrarre[97]. Non sembra, pertanto, essere di fronte al fenomeno di scambi retti da automatismi in quanto le parti scelgono di propria sponte l'algoritmo contrattuale ed esprimono così la loro volontà a contrarre, nonostante si possa sollevare una circostanza comune ad entrambe le fattispecie situazionali, ovvero trattasi di due fenomeni ove la contrattazione è caratterizzata dall'assenza fisica delle parti in punta di adempimento[98]. Secondo tale orientamento, nonostante la mancata presenza delle parti nella mera fase esecutiva, si sviluppa comunque l'accordo costruito lungo l'asse della proposta ed accettazione e che, ammettono i fervidi sostenitori di questa tesi, è in grado di tutelare i contraenti. L'ordine inviato sulla *blockchain* genera affidamento circa l'adempimento, essendo lo *smart contract* caratterizzato dal c.d. *self enforcement.* Ecco che lo *smart contract*, stringa di codice informatico inserita nella *Blockchain* e suscettibile di essere attivata sulla base della venuta ad esistenza di uno dei presupposti definiti a monte dalle parti e concepiti secondo il linguaggio programmatico logico-condizionale *dell'if this-then that*, viene inteso come accordo contrattuale -anche se di matrice informatica- e conservato nella rete *Blockchain*. Vi è chi coglie una similitudine tra i presupposti di esecuzione

[96] A proposito dei nuovi oggetti contrattuali, si veda P. PERLINGERI, *L'informazione come bene giuridico,* in *Rass. dir. civ.,* 2, 1990, p. 326 ss. Vi sono autorevoli opinioni in dottrina che ritengono necessario un apparato normativo al fine di conferire forza vincolante al contratto tra due parti; in questo senso, T. HOBBES, *Leviathan,* (trad. it. a cura di R. SANTI), Bompiani, Milano, 2012, a cui si contrappongono riflessioni in merito agli *smart contracts* come vere e proprie alternative ad un sistema legale; cfr. in tal senso A. SAVELYEV, *Contract Law 2.0: «smart» contracts as the beginning of the end of classic contract law,* 2016, *Higher School of Economics Research Paper n. WP BRP 71/LAW/2016,* p. 21 ss., reperibile *online* al seguente indirizzo: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2885241, il quale sostiene *«smart contracts don't need a legal system to exist: they may operate without any overarching legal framework. De facto, they represent a technological alternative to the whole legal system».*

[97] M. MAUGERI, *Smart contracts e disciplina dei contratti*, *in Oss. dir. civ. comm.*, 2, 2020, p. 375 ss.; ID., *Smart contracts e disciplina dei contratti,* Il Mulino, Bologna, 2021, p. 33.; D. DI SABATO, *Gli smart contracts: robot che gestiscono il rischio contrattuale*, in *Contr. impr.*, 2017, 2, p. 386; L. PAROLA, P. MERATTI, G. GAVOTTI, *Blockchain e smart contract: questioni giuridiche aperte*, in *Contr.*, 2018, 6, p. 684.

[98] *Ex multis,* A. SCIALOJA, *L'offerta a persona indeterminata ed il contratto concluso mediante automatico,* Città di Castello, Tipografia dello stabilimento S. Lapi, 1902, p. 143 ss.;

informatica e le clausole di negoziazione o di adeguamento automatico, tradizionalmente concepite in qualità di condizioni sospensive o risolutive[99].

Altra parte della dottrina invece, nel tempo, ha ammesso di essere al cospetto di modalità alternative di gestione degli accordi e non di accordi veri e propri; si è cioè, alla presenza di modalità alternative di adempimento dell'accordo, che non afferiscono alla fase della formazione dell'accordo stesso, non integrando *de facto* accordo atipico meritevole di tutela ai sensi dell'art. 1322 c.c.[100] Tale dottrina ritiene che la detta contrattazione intelligente non costituisca dunque un autonomo tipo contrattuale, bensì una modalità auto-esecutiva dell'accordo. La contrattazione intelligente concernerebbe esclusivamente la fase dell'adempimento, mentre la fase della formazione del contratto rimane costituita dall'accordo esterno (c.d. "*off-chain*")[101]. Sono queste le c.d. teorie negazioniste, che reificano i contratti intelligenti per ricondurli ad un mero prodotto informatico, negandogli la qualifica di fattispecie contrattuali.

La commistione tra tecnologia, diritto dei contratti e *legal design* suggerisce addirittura, secondo alcuni Autori, il delinearsi di un nuovo procedimento negoziale definito *"Contracts on Chain",* mediante il quale concludere contratti resi in maniera trasparente, per il tramite di *smart contracts* considerati affidabili[102].

Quello che appare lampante è l'elaborazione di diverse classificazioni di *smart contract* a seconda del grado di integrazione tra il linguaggio computazionale e quello naturale, nonché sulla rilevanza assunta dalla componente informatica. Secondo tale prospettiva possono dunque ravvisarsi modelli nei quali il contratto intelligente automatizza soltanto alcune clausole di un contratto scritto in linguaggio semantico; modelli ibridi nei quali il regolamento negoziale risulta parzialmente espresso in linguaggio naturale e parzialmente espresso in codice computazionale; ed infine, configurazioni nelle quali l'intero regolamento viene affidato al codice. Accanto a tali modelli, si colloca il "*Ricardian*

---

[99] A. ALPINI, *L'impatto delle nuove tecnologie sul diritto,* cit., p. 1-13

[100] P. CUCCURO, *Blockchain ed automazione contrattuale. Riflessioni sugli smart contract*, in *Nuova giur. civ. comm.*, 2017, p. 111, che ravvisa negli *smart contracts «degli strumenti per la negoziazione, conclusione e/o automatica applicazione di rapporti contrattuali o relazioni para-contrattuali: un canale per la conclusione e gestione degli accordi, piuttosto che accordi in sé.»;* egualmente critici nei confronti della qualificazione contrattuale del fenomeno R. PARDOLESI, A. DAVOLA, «*Smart contract*»*: lusinghe ed equivoci dell'innovazione purchessia,* cit.; F. DI CIOMMO, *Smart contract e (non-) diritto. Il caso dei mercati finanziari*, in *Nuovo dir. civ.*, 4, 2019, p. 257 ss., spec. p. 259; A. GENTILI, *La volontà nel contesto digitale: interessi del mercato e diritti delle persone,* in *Riv. trim. dir. proc. civ.,* 3, 2022, p. 701;

[101] F. FAINI, *Il diritto nella tecnica: tecnologie emergenti e nuove forme di regolazione,* in *Federalismi.it,* 16, 2020, p. 79 ss.

[102] F. BASSAN, M. RABITTI, *Recenti evoluzioni dei contratti sulla blockchain. Dagli smart legal contracts ai 'contracts on chain',* in *Rivista di Diritto Bancario,* 2023, p. 563 ss.

contract", in cui il regolamento negoziale è caratterizzato da un collegamento tra una rappresentazione dell'accordo comprensibile per l'uomo ed una sua rappresentazione elaborata dalla macchina informatica, raffigurando un modello ibrido[103].

Alla luce di questa *querelle* definitoria, sono numerose le questioni che si intrecciano con il diritto dei contratti e gli sviluppi della tecnologia informatica; si tenta di fornire delle riflessioni, seguendo la logica di tre elementi strutturali del contratto ovvero l'accordo (frutto della volontà negoziale e pertanto la manifestazione del consenso), l'oggetto, di cui si rimanda al capitolo seguente e la forma, di cui si dirà soprattutto nel proseguo.

Si osservi l'evoluzione che investe non solo nel processo di formazione del contratto, caratterizzato da una progressiva contrazione delle fasi in cui si articola l'attività negoziale, ma altresì nella forma dello stesso. In particolare, si rileva il passaggio dall'atto cartaceo, al quale la norma giuridica collega determinati effetti, e che sino ai tempi correnti viene elaborato in formato elettronico ai fini della conservazione, ad una vera e propria entità immateriale, idonea a rappresentare in maniera stabile un fatto o atto giuridico, frutto di un procedimento di elaborazione dei dati inseriti in un sistema informatico. Trattasi di un atto che, ai fini di acquisire efficacia giuridica, non richiede necessariamente la trasposizione su supporto cartaceo né la sottoscrizione olografa.

Il regolamento contrattuale si traduce in un *code,* contenente precise istruzioni, attivandosi precise risposte preordinate al verificarsi di determinati presupposti. Le clausole contrattuali vengono tradotte in un linguaggio computazionale, validate dalla rete di nodi, archiviate sui registri e portate ad esecuzione, non rendendo così configurabile una qualsiasi forma di inadempimento. Il programma, scritto in linguaggio informatico e pertanto disomogeneo rispetto a quello semantico e naturale, oltre a quello giuridico, presenta i caratteri della performatività, nonché dell'essenzialità. La scrittura del "*code"* contrattuale determina al contempo una oggettivizzazione della traduzione di formule semantiche, che mal si concilia con elementi soggettivi propri della

[103] Contrariamente al legislatore italiano, si veda l'esempio dell'Ordinamento maltese; in particolare si v. i testi normativi rilevanti in tal senso, ovvero il *Malta Virtual Financial Assets Act (2018),* reperibile *online* al seguente indirizzo: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=NIM:202103962, ove viene svolta una differenziazione tra lo *smart contract* inteso in senso esclusivamente informatico quale programma e lo *smart legal contract,* quale contratto a carattere tecnologico; precisamente a p. 6 discorre di *«"smart contract" means a form of technology arrangement consisting of – (a) a computer protocol; or (b) an agreement concluded wholly or partly in an electronic form, which is automatable and enforceable by computer code, although some parts may require human input and control and which may be also enforceable by ordinary legal methods or by a mixture of both».* Sul punto si rimanda a A. CINQUE, *Gli* smart contract *nell'ambito del* Fintech *e dell'*Insurtech, in *Juscivile,* 1, 2021, p. 187 ss.

dimensione dinamica del diritto, quali ad esempio l'applicazione di una regola giuridica formatasi in un preciso contesto storico e culturale. L'*impasse* maggiore consiste in una cristallizzazione delle proprie regole, un vero e proprio *agere* quasi meccanico, automatico, che non tiene conto delle peculiarità del caso concreto.

1.2.1 Il fenomeno della dematerializzazione: una rilettura dell'art. 810 c.c. oltre le tradizionali situazioni di appartenenza attraverso uno stravolgimento semantico del concetto di bene

Il mutamento portato dal progresso tecnico-scientifico è una costante storica, insistente sui vari strumenti utili a conseguire i bisogni, così come sull'oggetto stesso dei desideri umani introducendo nuove forme di ricchezza, con uno spostamento verso una dimensione sempre meno corporea, contribuendo così alla creazione di nuove categorie di beni[104]. È quello che si avverte nella corrente fase storica, dove il bene così come generalmente inteso nella sua corporalità, tramuta la sua fisionomia in un'entità immateriale. Si enuncia difatti il concetto seguente «*[..] non domina più la produzione di beni materiali, ma la creazione e l'utilizzo di dati; non contano gli atomi, ma le sequenze di bit; oggetti e soggetti diventano digitali; i beni si trasformano in servizi; il radicato paradigma della proprietà viene scalzato dal paradigma dell'accesso ai dati, alla rete, ai servizi, alla propria esistenza digitale.*»[105].

Il processo di dematerializzazione dei beni oggetto del diritto di proprietà, se nella seconda metà del Novecento aveva registrato un passaggio dalla proprietà all'impresa ed al credito, oggi registra un nuovo approdo ovvero l'accesso alla rete, con *new properties*[106]

---

[104] In tempi relativamente recenti -negli anni '80 e '90- si iniziarono ad affermare nuove tipologie di beni, quali il dominio, il *software,* il *database,* solo per citarne alcuni.

[105] F. FAINI, *Diritto e tecnologia. Il diritto dell'informatica,* in F. FAINI, S. PIETROPAOLI, *Scienza giuridica e tecnologie informatiche: temi e problemi,* (II ed.) Torino, Giappichelli, 2021, p. 16.

[106] Anche se il concetto delle *new properties* viene coniato per la prima volta da CHARLES REICH, *The New Property,* in *The Yale Law Journal,* 5, 1964, 73, p. 733 ss., il quale indicava, come nuove forme di ricchezza suscettibili di prendere il posto di quelle tradizionali i) *income e benefits; ii) jobs; iii) occupational licenses; iv) frinchises; v) contracts; vi) subsides.* In merito alle "*new properties*", si richiamano i seguenti studi: G. DE NOVA- B. INZITARI- G. TREMONTI- G. VISENTINI (a cura di), *Dalle res alle New Properties*, Giuffrè, Milano, 1991, p. 13 ss.; A. GAMBARO, *Dalla new property alle new properties (Itinerario, con avvertenze, tra i discorsi giuridici occidentali)*, in V. SCALISI (a cura di), *Scienza e insegnamento del diritto civile in Italia, Convegno in onore del Prof. Angelo Falzea, Messina, 4-7 giugno 2002*, Giuffrè Milano, 2004, 675 ss.; nonché A. ZOPPINI, *Le "nuove proprietà" nella trasmissione ereditaria della ricchezza (note a margine della teoria dei beni)*, in *Riv. dir. civ*., 2000, 185 ss.

ed informazioni come beni. D'altronde, è oramai ampiamente acquisito in letteratura che i beni immateriali abbiano progressivamente assunto una rilevanza preminente, sino a essere configurati e impiegati quali veri e propri valori mobiliari, e dunque strumenti finanziari, con una diffusione ed un utilizzo talora superiori rispetto ai beni immobiliari; nondimeno, la loro intrinseca natura immateriale permane, ma non per questo viene dubitata la loro natura di cespite patrimoniale, circostanza che, lungi dal ridimensionarne il ruolo, ne conferma e anzi ne rafforza la centralità nei sistemi economici contemporanei.

Tra le cause giuridicamente rilevanti nella genesi di nuove categorie di beni, risiedono fenomeni economici strutturali quali, ad esempio, la terziarizzazione e la finanziarizzazione dell'economia, i processi di innovazione tecnologica[107], nonché il mutamento della sensibilità collettiva rispetto ad alcune *res extra commercium,* soggette a processi di oggettivazione giuridica. I nuovi beni non costituiscono una categoria omogenea né unitaria, ma comprendono entità immateriali o risorse esclusive suscettibili di trasferimento mediante strumenti contrattuali, nonché -più in generale- tutte le risorse connesse alla generazione, trasmissione e protezione dell'informazione[108]. Nonostante si tratti, senza alcun dubbio, di una categoria estremamente variegata, una caratteristica è comune a tutti nuovi beni, ovvero l'essere intangibili, accomunati altresì dalla debolezza dell'ordinamento nell'accogliere questo nuovo fenomeno con entusiasmo.

Il bene, più precisamente, tende a configurarsi come informazione rappresentativa di entità originariamente percepite in forma materiale[109]. Detta evoluzione conduce all'emersione di una nuova nozione di bene, etereo, sempre più svincolata dal supporto fisico e frutto dello sviluppo della scienza informatica. Il fenomeno che si ricrea è una sorta di parallelismo tra il mondo reale e quello digitale, dominato da regole che talvolta eludono il diritto nazionale o sovranazionale.

Sulla base di questa inedita prospettiva, taluna parte della dottrina ha evidenziato un possibile scarto con la definizione tradizionale di "bene", per altra sembra invece

---

[107] Ad esempio, la c.d. *datafication;* cfr. sul punto, A. BUSACCA, *I beni digitali nella tassonomia dei beni giuridici,* Cacucci Editore, Bari, 2023, p. 11 ss. Gli stessi *big data,* una volta processati a mezzo degli algoritmi, acquisiscono un vero e proprio "valore".

[108] G.M. TOSI, *L'emersione dei beni immateriali digitali,* in *Dir. inf.,* 3, 2024, p. 410 ss.

[109] La dottrina aveva inizialmente escluso che l'informazione -nozione consistente in un messaggio comunicabile con qualsiasi mezzo- potesse assurgere al rango di autonomo bene giuridico, sulla scorta della mancata possibilità di godimento esclusivo; cfr. P. PERLINGERI, *L'informazione come bene giuridico,* cit., p. 329.

attagliarsi pacificamente, sul piano economico e descrittivo, al concetto di *assets* digitali[110], il quale tuttavia non esaurisce il problema della qualificazione giuridica del fenomeno, rendendo necessario un inquadramento nelle categorie proprie del diritto civile. Si assiste pertanto all'emersione di nuove forme di ricchezza, ma altresì all'inadeguatezza dei diritti reali tradizionali quale criterio di qualificazione giuridica delle risorse[111]. La rilevanza giuridica di tale categoria di beni non si fonda sulla tradizionale nozione di appropriazione - che viene anzi del tutto scalzata per risultare completamente trasformata, come si vedrà nel proseguo, assumendo forme di controllo esclusivo di fatto ovvero di natura tecnologica- bensì sulla base della loro idoneità ad esprimere e veicolare interessi giuridicamente rilevanti e pertanto meritevoli di tutela. Ciò non implicherà una totale sovrapposizione del bene al diritto, dovendo al contrario i nuovi beni essere intesi come oggetti su cui tali interessi insistono, seppur secondo modalità diverse rispetto al paradigma tradizionale.

È un lungo percorso, al termine del quale emerge, da parte di alcuna dottrina la tendenza ad accogliere gli *assets* digitali nella categoria giuridica dei "beni"[112]. Il fondamento logico alla base di tale ricostruzione è, in primo luogo, la possibilità per tali entità digitali, di costituire oggetto di rapporti giuridici -e, nei limiti riconosciuti dall'ordinamento, anche di diritti e situazioni giuridiche soggettive- ed al contempo la loro idoneità ad essere impiegati come mezzi di investimento, di pagamento, nonché, più in generale, oggetti del commercio elettronico[113]. Tale potenzialità di sfruttamento economico, ossia di rilevanza economica, costituisce una delle ragioni principali a sostegno della loro qualificazione in termini di "beni giuridici", ben potendo essere impiegati economicamente e costituire oggetto di diritti, pur permanendo in dottrina differenti ricostruzioni circa la loro esatta natura giuridica. Lungi dall'essere risolto definitivamente, il nodo della qualificazione giuridica di tali entità immateriali ha condotto parte della dottrina ad elaborare la categoria generale dei beni digitali ricomprendente ad oggi tutti gli assetti aventi carattere digitale, sia nativo che derivato, rappresentati in formato binario.

---

[110] A. GENTILI, *Ricchezza digitale e responsabilità patrimoniale*, in *Contr. impr.,* 4, 2023, p. 1119 ss.

[111] E. BATTELLI, *Epistemologia dei beni immateriali: inquadramento sistematico e spunti critici,* in *Giust.civ.,* 1, 2022, p. 59, il quale afferma: *«Un sistema nel quale i beni immateriali rappresentano le nuove forme di ricchezza e stanno mettendo in crisi lo stesso modello proprietario, fondamento della teoria dei beni oggetto ancora oggi comune alle codificazioni europee.».*

[112] È d'uopo il riferimento alla Commissione sui Beni pubblici presieduta da Stefano Rodotà ed istituita presso il Ministero della Giustizia con Decreto 21 giugno 2007, che incluse nella definizione di bene ai sensi dell'art. 810 c.c. anche *«le cose, materiali o immateriali, le cui utilità possono essere oggetto di diritti».*

[113] Considerando il diritto moderno quale elaborazione di categorie generali ed astratte e data per pacificamente accettata la definizione di *assets* digitali quali "beni" giuridici, rimanendo in linea con la tradizione moderna, si tenta di condurre tali beni economici nella categoria dei diritti reali.

Nel tentativo di scuotere il diritto dei beni dal suo torpore teoretico, si avverte l'esigenza di dilatare la nozione di bene giuridico, nozione che potremmo definire "elastica", allontanandola concettualmente dai limiti posti dal concetto di "cosa"[114], nonostante l'epicentro della concezione classica del diritto dominicale consista proprio nell'esercizio diretto di godimento e disposizione della "cosa" intesa in senso corporale.

Prospettare detta estensione permette di configurare quali "beni" entità eteree come i *tokens*, capaci di produrre utilità economica sia tramite la sua circolazione sia come fruizione intesa nel senso di godimento del bene sottostante e dei diritti in esso incorporati[115]. Adottando questa prospettiva, la formula dell'art. 810 c.c. può affrancarsi rispetto alla tradizionale lettura della norma, la cui sequenza logica è stata costituita per lungo tempo dal concetto di "bene", individuato in esclusivo riferimento alla "cosa" intesa nella sua corporeità, in tal modo escludendo tutte le entità immateriali non appartenenti alla realtà empirica e divenendo presupposto concettuale dei diritti reali. L'enunciato contenuto nell'art. 810 c.c. si mostra ampio, generico, che necessita di precisazioni per essere adattato alle nuove entità e nuove forme appropriative[116].

In un adeguamento di pensiero, si arriva ad affermare che il processo qualificatorio delle nuove risorse digitali non dipenda dalla fisicità materiale dell'oggetto del diritto, bensì dal concorso di tre connotati, individuati nella la suscettibilità della risorsa alla circolazione, nell'attitudine a costituire oggetto di rapporti giuridici e nella rilevanza degli interessi che su di esse insistono. Legare la qualificazione di "bene giuridico" alla rilevanza patrimoniale che le entità immateriali assumono in quanto oggetto di diritti soggettivi tende a sintetizzarsi nel riconoscimento della loro riconducibilità alla nozione di "bene" ex 810 c.c. quale diretta conseguenza della loro attribuzione ad un soggetto. In tal senso, ne deriva che l'esistenza giuridica del bene risulta inscindibilmente connessa alla sua imputazione ad un determinato titolare.

In tale prospettiva assume rilievo la possibilità per il titolare di esercitare un controllo esclusivo sull'entità, idoneo ad escludere i terzi dall'utilizzazione della medesima, secondo logiche che richiamano il *jus excludendi omnes alios*. È in questo contesto che

---

[114] Sulle differenze, non solo da un punto di vista terminologico, ma anche sistematico, tra il termine "bene" ed il termine "cosa", cfr. O.T. SCOZZAFAVA, *I beni e le forme giuridiche di appartenenza,* cit., p. 36 e ss.; M. GIULIANO, *Le risorse digitali nel paradigma dell'art. 810 cod. civ. ai tempi della Blockchain,* in *La Nuova Giurisprudenza Civile Commentata,* 2021, 5, p. 1214 ss.; P. GROSSI, *I beni: itinerari fra 'moderno' e 'post-moderno',* in *Riv. trim. dir. proc. civ.,* 4, 2012, p. 1063 ss.

[115] C. CAMARDI, *Cose, beni e nuovi beni, tra diritto europeo e diritto interno,* in *Europa e Diritto Privato,* 2018, 3, p. 955 ss.

[116] In dottrina, la formulazione della norma è stata talvolta criticata; in tal senso V. ZENO-ZENCOVICH, voce *Cosa* in *Digesto, Disc. Priv., sez. civ., IV,* III ed., Utet, Torino, 1989, p. 438.

si collocano nuove forme di appartenenza, nelle quali il godimento esclusivo della risorsa costituisce il sostrato giuridico per riconoscere a queste nuove risorse la veste di beni giuridici, suscettibile di essere oggetto di diritti, senza che ciò implichi necessariamente la sua riconduzione automatica al paradigma della proprietà in senso tradizionale[117].

Scardiniamo dunque l'idea che lega i diritti alle cose esclusivamente materiali, così come l'idea di far regolare dal diritto positivo la qualificazione giuridica delle entità immateriali, per approdare alla rivalutazione del contenuto dell'art. 810 c.c. attribuendo alla possibilità di appropriazione -seppur atipica- ed alla vocazione alla circolazione, gli elementi costitutivi del concetto di bene giuridico[118]. Il giurista ha iniziato un processo di discostamento da quella tradizionale concezione del bene oggettivizzato nel concetto di "cosa", per riconoscere che il termine "bene" ha senz'altro una valenza polisemantica, consentendo una interpretazione che includa anche entità frutto della evoluzione informatica, come i *token*[119].

È apparso come un vero e proprio dilemma, per l'interprete, desumere dal sistema attuale, in assenza di una espressa qualificazione normativa in tal senso, la qualificazione dei *Non Fungible Tokens* in termini di bene giuridico. Tale nodo si pone come un interrogativo di diritto civile, da affrontare alla luce dell'art. 810 c.c., norma fondamentale dell'assetto privatistico in materia proprietaria. Accogliendo dunque tale struttura di pensiero, si deve riconoscere che l'interesse cui tende l'*NFT* risiede in una signoria di fatto sul bene, dalla cui utilizzazione possono ricavarsi benefici[120].

---

[117] F. PIRAINO, *Sulla nozione di bene giuridico in diritto privato,* in *Riv. crit. dir. priv.*, 3, 2012, p. 471

[118] F. LA FATA, *Distributed ledger technology e token crittografici. Un "sistema" alternativo di circolazione della ricchezza? (e dei diritti?),* in *Persona e Mercato*, 1, 2023, p. 94

[119] Sul valore polisemantico del termine "bene", cfr. A. JANNARELLI, *Beni, interessi, valori. Profili generali* in N. LIPARI (a cura di) *Trattato di diritto privato europeo,* vol. II, Cedam, Padova, 2003, p. 291 ss.

[120] Volendo svolgere una breve notazione comparatistica con la *law of property* di *common law*, che verrà poi ulteriormente sviluppata nel terzo capitolo, la giurisprudenza inglese, sulla base di un concetto di proprietà a connotazione spiccatamente patrimonialista e funzionale, argomenta senza indugi in materia di *digital assets* in termini pacificamente proprietari. Si intende segnalare la prima sentenza di merito sul punto (in particolare il riconoscimento della criptovaluta come oggetto di *property*), cfr. High Court of Justice, Business and Property Courts of England and Wales, 12 settembre 2024, [2024] EWHC 2342, *Fabrizio d'Aloia v. Persons Unknown Category A, Binance Holdins Limited, Polo Digital Assets Inc., Gate Technology Corp, Aux Cayes Fintech Co Ltd, Bitkub Online Co Ltd, Persons Unknow Category B,*; si segnala altresì, una delle prime sentenze inglesi sul tema della natura giuridica dei *Bitcoins, The High Court of Justice Business & Property, Courts of England and Wales Commercial Court (QBD),* 13 Dicembre 2019, EWHC 3556 (Comm.), *AA v Persons Unknown & Ors, Re Bitcoin;* sul punto, E. CALZOLAIO, *Il Bitcoin come oggetto di property. Note a margine di una recente sentenza della High Court,* in *Foro it.,* 2020, 9, p. 494 e ss. Pregevole appare in questo senso l'iniziativa della riforma legislativa inglese, in materia di declinazioni del diritto di proprietà sui *digital assets,* allo scopo di chiarire per via legislativa la possibilità di includere i beni digitali nella *property* -anche se tali *assets* non rientrano in nessuna delle due sottocategorie conosciute sino ad ora della *personal property*- ed il cui *Property Bill* è stato poi depositato alla *House of Lords* in data 11 settembre 2024. Per un approfondimento circa la concezione dei beni digitali oltre Manica, cfr. ID., *La proposta di legge del Regno Unito sui "beni digitali",* in *Foro it*., 2024, 10, p. 385 e ss.; ID., *Digital assets and Property: Comparative*

Attraverso una ricognizione dell'evoluzione dell'art. 810 c.c., emerge però una interpretazione tradizionale del dettato normativo che si rivela angusta rispetto alle prospettive circolatorie dei nuovi beni immateriali digitali. Si passa da una concezione di "bene giuridico" epurata da sfere estranee al diritto, quali natura, politica, economia, sociologia[121], ad una nozione di "bene" avente natura "costruttivista", intendendo con ciò che l'ordinamento non si limita a registrare entità preesistenti, ma seleziona e qualifica come beni le entità che presentano un'attitudine funzionale all'appropriazione ed alla circolazione giuridicamente rilevante, sino a giungere ad una nozione di "bene" che per essere definito tale non necessita del riconoscimento normativo, bensì del riconoscimento diffuso all'interno della comunità digitale di riferimento, quale espressione di interessi suscettibili di rilevanza giuridica e pertanto idoneo a fondarne la rilevanza nell'ambito dei rapporti giuridici[122].

Nel corso della storia, l'utilizzazione di tali categorie generali ed astratte, tipiche della nostra codificazione, ha fatto sì che, per l'individuazione dei beni intesi in senso giuridico, si ricorresse all'istituto del diritto di proprietà. Al diffondersi però di particolari entità, come l'energia elettrica, connaturate da immaterialità e pertanto da regole di utilizzazione diverse dal diritto dominicale, le alternative possibili erano due: o si decideva di appiattire tali differenze, abbandonando la nozione "fisicista" di bene ricavabile dall'art. 810 c.c., oppure si negava il riconoscimento di un nuovo bene

---

remarks from a Civil Law Perspective, in *Comparative Law Rewiew,* 14, 2024, 2, p. 17 e ss. ; si rimanda altresì, per un valido approfondimento delle tematiche trattate, al *Legal statement on cryptoassets and smart contracts* elaborato nel Novembre 2019 dalla *UK Jurisdiction Taskforce*, il cui testo è reperibile al seguente *link* https://technation.io/about-us/lawtech-panel.

[121] C. MAIORCA, *La cosa in senso giuridico. Contributo alla critica di un dogma,* Napoli, Edizioni Scientifiche Italiane, 1937, p. 33

[122] In contrapposizione a tale dottrina, si vuole ricordare la teoria c.d. "realistica", la quale riconosce la qualifica di bene a tutte le entità che presentino i caratteri della rivalità e dell'utilità in senso economico, non occorrendo il riconoscimento formale da parte dell'ordinamento giuridico; in tal senso si v. S. PATTI, *La tutela civile dell'ambiente,* Cedam, Padova, 1979, p. 147, il quale sostiene che *«Il nostro ordinamento conosce infatti una categoria di beni giuridici che potremmo definire «aperta». Il bene è giuridico quando arreca utilità e nel contempo non è presente – o è suscettibile di non essere presente – in quantità sufficiente per soddisfare i bisogni, la domanda dei consociati. Utilità e scarsità sono i due presupposti che determinano l'interesse del diritto per il bene e condizionano la qualificazione del bene come giuridico. Mancando l'utilità non può dirsi esistente, secondo una valutazione rigorosa, neanche il bene, mentre se il bene esiste in quantità superiore ai bisogni non può configurarsi l'interesse che determina l'esigenza della regolamentazione giuridica.».* Di contro, si menziona altresì la teoria c.d. formalistica, secondo la quale affinché un'entità sia considerata bene giuridico, è necessario un riconoscimento formale in tal senso da parte dell'ordinamento; si v. sul punto D. BELLANTUONO, M. COSTANTINO, R. PARDOLESI, *I beni in generale,* in *Trattato di Diritto privato diretto da Pietro Rescigno,* vol. VII, tomo I, Torino, Utet Giuridica, 2005, p. 13, i quali affermano *«una parte della letteratura giuridica contemporanea riconosce che, a fianco di tale tendenza, denominata realistica, esiste una tendenza formalistica: secondo quest'ultima, la qualificazione giuridica delle cose come «beni» dipende dalle utilità da esse detraibili secondo la legge ovvero dagli interessi giuridicamente rilevanti, e quindi meritevoli di tutela, che la legge riferisce a quelle cose, quali che siano le situazioni soggettive o anche di mero fatto che, nelle norme che ne dettano la disciplina, abbiano quelle cose per oggetto.».*

giuridico[123]. Orientandosi verso la prima opzione, il concetto di proprietà è stato ridotto anch'esso a categoria generale ed astratta.

Il superamento della concezione materialistica degli oggetti ha contribuito ad una rimeditazione circa il regime dell'appropriazione dei beni. Considerare i beni immateriali, anche di natura informatica, quali "informazioni" è una considerazione non scevra da risvolti critici; non sembra possibile, secondo tale convinzione, affermare un diritto di proprietà, quanto un diritto di "accesso alle informazioni". Ma è altresì vero che l'informazione, creata e trasmessa con le odierne innovazioni tecnologiche, appare potenziata rispetto al rango, rivestito per secoli, di mera notizia; non è più semplice contenuto del documento o atto che sia, e pertanto trattata alla schiera di generica comunicazione, bensì subisce un processo di "reificazione"[124]. Così come il dato e la conoscenza, l'informazione si vede oggi appartenere ad una sottocategoria di beni digitali, ovvero gli *information goods*[125], la cui utilità è ricondotta proprio al contenuto delle informazioni che esse contengono. Tale categoria è poi contrapposta ad un'altra sottocategoria di beni digitali, ovvero i c.d. *virtual goods,* costituita dagli oggetti delle transazioni e dalla connaturata utilità che comportano nell'ambiente virtuale.

Appare sempre più plausibile ritenere che le attuali evoluzioni tecnologiche consentano di ricondurre anche le forme di beni digitali alla categoria di beni giuridici in senso stretto in quanto suscettibili di apprezzamento economico ed idonei ad essere oggetto di situazioni giuridiche soggettive. Tali entità possono, pertanto, rilevare nell'ambito del contenuto dell'art. 810 c.c. come oggetti di attribuzione giuridica e di forme di circolazione, secondo schemi che, pur non coincidenti con quelli della proprietà in senso tradizionale, ne riproducono alcune funzioni essenziali.

1.3 Crypto-assets economy, token based economy, sharing -or collaborative- economy: tante facce della stessa medaglia

Attualmente, da un punto di vista utopistico (o distopico, verrebbe da dire), l'avvento della nuova infrastruttura tecnologica a registro distribuito e gli strumenti ad essa associati,

[123] La dottrina ha battuto per anni la prima strada, generando così un fenomeno di "ipertrofismo" del concetto di diritto di proprietà; cfr. O.T. SCOZZAFAVA, *I beni e le forme giuridiche di appartenenza,* Edizioni scientifiche italiane, Napoli, 2023, p. 16.
[124] G. FINOCCHIARO, *Riflessioni su diritto e tecnica,* in *Il Diritto dell'Informazione e dell'Informatica,* 4-5, 2012, p. 831 ss.
[125] A. BUSACCA, *I beni digitali nella tassonomia dei beni giuridici,* cit., p. 38 ss.

sfocia nella formulazione di un nuovo assetto sistemico dell'economia, in grado di destabilizzare la sovranità statale, la quale perderebbe presa rispetto alla proprietà[126] e rispetto alla tutela dei diritti dominicali, portando alla costruzione di una architettura decentralizzata.

L'impianto politico-economico sotteso a tale nuovo mondo digitale si fonda sull'idea gli individui possano essere messi nelle condizioni di rivestire la qualifica di soggetti economici in forma più diretta e meno mediata, assumendo il controllo sulle risorse ed informazioni ad esse relative, che appartengono loro legittimamente, creando un registro della storia senza interruzioni. Gli uomini diventano auto-sovrani, riducendo la necessità di autorizzazioni centralizzate in quanto direttamente partecipanti ai processi decisionali riguardanti le proprie risorse finanziarie e materiali, a loro disposizione.

Tutto ciò è utopia oppure una anticipazione della realtà? Sembra essere, secondo alcune correnti di pensiero, più corretta la seconda opzione, con un avvento del *Web 3.0* che porta con sé una struttura decentralizzata, al fine di determinare una economia che passa direttamente da colui che ha il pieno controllo di ciò che crea e che immette nella rete, al destinatario dell'informazione, senza soluzione di continuità, determinando una nuova circolazione della ricchezza[127]. Ciò che è essenziale è il principio secondo il quale il soggetto utente si automatizza rispetto al principio di centralizzazione. Tali caratteristiche di decentralizzazione sembrano descrivere un mondo ideale, addirittura tale da non incorrere nel pericolo di abusi di posizioni dominanti o cartelli, in materia di valori dell'*Antitrust*[128].

I dati, oramai da tempo, costituiscono la materia prima dell'economia digitale, acquistando essi stessi un valore economico. L'economia moderna lo testimonia: le

---

[126] A. WRIGHT, P. DE FILIPPI, *Decentralized Blockchain technology and the rise of lex cryptographia,* 10 Marzo 2015, cit., a tal proposito sostengono: *«Smart contracts may even re-write or bypass some of the most basic tenets of property law, effectively turning property or even constitutional rights into a subset of contract law*». Della medesima opinione J. RIFKIN, *L'era dell'accesso La rivoluzione della new economy,* Mondadori, Milano, 2000, p. 20, il quale afferma *«Si rammenti che la moderna concezione di proprietà, privata, esclusiva e liberamente scambiabile su un mercato, è stata il nucleo intorno a cui si sono costituite le istituzioni dell'età industriale (..). Ora, dopo secoli in cui è stato il paradigma dominante dell'organizzazione sociale -che riuniva venditori e compratori al fine di scambiare i beni- il regime di mercato comincia a sfaldarsi. All'orizzonte si affaccia l'epoca dell'accesso*». Ed ancora a p. 65: *«Se il mercato dell'era industriale era caratterizzato dallo scambio di oggetti, la* new economy *è caratterizzata dall'accesso a concetti, contenuti in forma materiale.».*

[127] R. BOCCHINI, *Nuovi beni digitali e mondi dematerializzati. I metaversi,* in R. BOCCHINI (a cura di), *Manuale di diritto privato dell'informatica*, Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli, 2023, p. 368, secondo il quale *«il web 3.0 rende gli utenti effettivi proprietari e, grazie alla tecnologia della blockchain, permette di trasformare il capitale sociale in capitale economico*».

[128] G. CAFORIO, *La blockchain determina difficoltà nel determinare le regole da applicare e la giurisdizione competente,* in *Il Diritto industriale*, 2, 2023, p. 149 ss.

informazioni diventano una risorsa per le aziende; ciò fa intendere che i dati, se volgiamo lo sguardo allo specifico settore immobiliare, concernenti l'estimazione del valore dei beni, così come le vicende giuridiche del bene stesso, nonché quelle economiche relative a vicende ipotecarie, ad esempio, acquistano un valore inestimabile nella nuova realtà sociale e pertanto in siffatta prospettiva, è l'accesso alle informazioni ad essere esso stesso una risorsa con un proprio valore, resa possibile attraverso *internet*.

Sulla scia della *digital economy,* è emersa la cripto economia o *token*economy[129], strettamente legata alla tecnologia *Blockchain* ed in generale alle tecnologie *DLT*[130] e fondata, in primo luogo, sulla possibilità per ciascun componente della rete, di detenere e mantenere il registro all'interno del quale tracciare le transazioni, ben diverso dal tradizionale e cartaceo libro mastro delle economie pre-digitali su cui tradizionalmente venivano registrati i crediti e debiti, con il metodo contabile della partita doppia[131]. Tale espressione viene utilizzata per definire i fenomeni economici, riconducibili per lo più alla *fintech*[132]*,* incentrati sullo scambio di *tokens*. In questo contesto, rivestono particolare lustro le *Initial Coin Offering* (in acronimo "*ICO"),* le quali attuano attività di *crowdfunding* mediante emissione di *tokens*, e la loro più recente evoluzione ovvero le *Security Token Offerings,* (in acronimo *"STO"),* che rappresentano azioni, obbligazioni o altre partecipazioni societarie di vario tipo sulla *blockchain*.

---

[129] Nonostante una certa diffidenza verso il fenomeno "*crypto"* che serpeggia tra le varie banche centrali e gli enti regolatori dei mercati finanziari dei vari paesi -ed a tal proposito si rimanda, a titolo esemplificativo, ad una affermazione di un membro del Consiglio di Amministrazione della Banca Centrale Europea, Fabio Panetta, il quale così si esprimeva: *«Today I will contend that due to their limitations, cryptos have not developed into a form of finance that is innovative and robust, but have instead morphed into one that is deleterious*», in data 23 giugno 2023, documento reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2023/html/ecb.sp230623_1~80751450e6.en.html- i sistemi istituzionali non potevano ignorare ulteriormente il fenomeno della *token*economy, né optare per una bocciatura dello stesso avendo raggiunto livelli di espansione a carattere mondiale, di talché il legislatore, così come gli organi giurisdizionali che sono stati costretti ad affrontare il fenomeno, hanno dovuto trovare soluzioni, seppur con delle forzature, al fine di ricondurre le vicende del mondo *crypto* nell'alveo del diritto esistente. Per uno sguardo al livello di capitalizzazione raggiunto dai *cryptoassets* sino ad oggi, si rimanda al seguente *link*: https://coinmarketcap.com, che è considerato uno dei maggiori *information provider* in materia di *crypto.*

[130] C. PONGIBÒ, *Il Diritto Comparato e la Blockchain,* cit., p. 23, che indica la sostanziale differenza tra la nascita del *web «nato, originariamente, come un mezzo di comunicazione per lo scambio di informazioni*», mentre *«la tecnologia* blockchain *nasce come un mezzo di scambio di valute virtuali e segni rappresentativi (si pensi ai gettoni fisici) di diritti su beni materiali o immateriali.*».

[131] Che venne descritto da colui che viene ricordato come il "padre della contabilità", Luca Pacioli, che illustrò tale metodo, semplicemente riportando la prassi dei commercianti veneziani.

[132] A tal proposito si sottolinea come in Italia, sulla scia del Regolamento MiCA e della normativa del *DLT Pilot,* sia stata emanato il c.d. Decreto *Fintech*, d.l. 25/2023, convertito in l. 52/2023; sul punto, più in particolare si v. G. LEMME, *Rilievi essenziali sugli sviluppi normativi in tema di blockchain,* in *Non solo Diritto Bancario,* 26 maggio 2026, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.dirittobancario.it/art/rilievi-essenziali-sugli-sviluppi-normativi-in-tema-di-blockchain/.

Un sistema economico eterogeneo dominato dallo scambio diretto di beni tra utenti e mediato dall'infrastruttura digitale delle piattaforme, dà vita a quello che in italiano viene definito come il fenomeno della economia collaborativa, o più comunemente *sharing economy,* talora accostata alla nozione di *peer* o *gig economy.* Sulla scia di un mercato auto-regolato, per agevolare gli scambi tra colui che eroga i servizi ed il consumatore[133], si inserisce la presa di posizione di un allontanamento dalle categorie che erogano servizi in via professionale.

Indagando gli elementi tecnici connotativi delle tecnologie a registro distribuito nella sua versione decentralizzata, si nota che questa ha consentito ad uno sviluppo di un sistema finanziario, tuttora *in fieri*, che favorisce processi di circolazione di diritti, altresì a contenuto finanziario. Tra le attività compiute dalla *DLT* si deve menzionare la possibilità di trasmettere *assets* eterogenei attraverso la circolazione di forme di documentazione crittografica definita *"untrusted participants"*, rappresentativa di contenuti eterogenei -ovvero i *tokens*- tramite un registro per lo più pubblico, distribuito tra i partecipanti alla rete, i quali hanno rapporto paritario tra loro (ovvero "*peer to peer*")[134], nonché di creare piattaforme per la vendita ed il *trading* di questi *assets* digitali.

Detta infrastruttura tecnologica è stata creata inizialmente per lo scambio di criptovalute, per poi estendersi ad altri ambiti -come il settore immobiliare, centrale in queste pagine- grazie all'utilizzo di protocolli ad esecuzione automatica del programma negoziale, ovvero gli *smart contracts*, mediante i quali è possibile un trasferimento di *tokens* digitali[135].

---

[133] A tal proposito, vi possono essere innumerevoli esempi di servizi in cui si va affievolendo la distinzione tra produttore -sempre più occasionale che professionale- ed il consumatore, secondo taluni -erroneamente- abbattendo le c.d. "asimmetrie informative", come il servizio di trasporto automobilistico privato, ad esempio *Uber*; sul punto si rimanda a D. RESTUCCIA, *Il Notaio del terzo Millennio, dalla sharing economy alla blockchain,* in *XXVIII Congresso internazionale del Notariato,* ottobre 2016, Fondazione Italiana del Notariato, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://elibrary.fondazionenotariato.it/indice.asp?pub=52&mn=3.

[134] L'espressione *"Peer to Peer Economy"* è stata coniata dal teorico belga MICHAEL BAUWENS, sostenendo un modello di economia decentrata basata sull'implementazione di pratiche dirette alla interazione tra soggetti tra loro paritari, ai fini di scambio di beni e servizi, in mancanza di una *governance* centrale. Tale teorizzazione dà vita alla concezione di "*Sharing or Collaborative Economy*"; cfr. sul punto, M. BAUWENS, V. KOSTAKIS, A. PAZAITIS, *Peer to Peer: The Commons Manifesto,* University of Westminster Press, Londra, 2019, pp. 1 ss.

[135] C. BERG, S. DAVIDSON, J. POTTS, *Understanding the Blockchain Economy An introduction to Institutional Cryptoeconomics,* reperibile *online* al seguente indirizzo: https://books.google.it/books?hl=it&lr=&id=Ok6rDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP9&dq=The+Blockchain+Economy:+&ots=hYOme8yi-h&sig=dZfly_lqJQHt9bdgU1NaUuWi12Q&redir_esc=y#v=onepage&q=The%20Blockchain%20Economy%3A&f=false.

La dottrina della cripto-economia si muove dal presupposto di considerare la tecnologia del registro decentralizzato come strumento avente ruolo cruciale negli scambi e pertanto nelle relazioni economiche e sociali: il compito da svolgere è rendere le istituzioni, che possiamo riassumere nell'"autorità centrale", obsolete verso il compito di garantire l'effettività dei registri, coordinando essa stessa l'attività economica, ossia gli scambi -anche internazionali- di beni e servizi. La questione cruciale, nonché la sfida dei tempi correnti, sta nel riuscire a strutturare meccanismi di fiducia in assenza di una autorità sovraordinata.

1.4. La certezza giuridica a confronto tra sistemi diversi

Questione da affrontare con particolare cautela, ma centrale nel processo evolutivo sostenuto dalla portata planetaria della *lex* informatica, è la tematica del rapporto tra particolari soggetti pubblici e le dinamiche proprie della rete *Blockchain*. L'attenzione deve essere apposta sulla portata degli interventi dei soggetti pubblici attivi, senza ignorare che poteri privati si sono strutturati con particolare forza e determinano già da tempo le regole effettive di funzionamento delle reti a registro decentralizzato. L'ingresso nella vita economica di fenomeni spontanei ma condizionanti in quanto diffusi e largamente utilizzati, sollecita nuove speculazioni circa i fenomeni giuridici che hanno preso o potrebbero prendere forma all'interno dei vari regimi giuridici.

In una prospettiva storica, la pubblicità immobiliare si è sviluppata nei secoli come strumento di razionalizzazione sistemica dei traffici giuridici, coerente con modelli ordinamentali profondamente segnati dalla tradizione giuridica nazionale. L'attuale processo di innovazione tecnologica sembra tuttavia incidere su tali assetti, imponendo una riflessione sulla loro tenuta e sulle possibili evoluzioni di tale istituto, soprattutto alla luce di una inaspettata quanto auspicata velocità di esecuzione delle transazioni -anche aventi ad oggetto diritti reali su beni immobiliari- permettendo ai partecipanti di essere immediatamente certi del risultato dell'operazione intrapresa. Il sistema di pubblicità legale sino ad ora in vigore muove dall'esigenza di rendere la collettività a conoscenza di una serie di dati e fatti di pubblico interesse, in particolare la circolazione delle situazioni soggettive, svolgendo di fatto un pubblico servizio pubblicitario.

In materia pubblicitaria sussiste una grande divaricazione, nelle esperienze occidentali, che a sua volta incide fortemente sul principio della continuità delle formalità pubblicitarie;

l'ordinamento francese, così come quello italiano sulla sua scia, basano il meccanismo effettuale della pubblicità immobiliare non sull'apparenza ma sulla verità dei fatti, rappresentati dal titolo conservato all'interno del sistema pubblicitario.

Il modello germanico -a base reale- così come l'esperienza giuridica dei sistemi che adottano il formalismo del *Torrens System* in cui la matrice teutonica appare estremamente radicata[136], invece, sembrano identificarsi con la sfera dell'apparenza, intendendo considerare la manifestazione del reale, come reale, fondandosi sul principio della pubblica fede -"*offentliche Glaube*"- e presunzione assoluta di esattezza e completezza delle risultanze dei libri fondiari -"*Legalitatsprizip*"-[137].

Prendendo l'esempio della Germania, difatti, il trasferimento dei diritti reali appare in maniera del tutto diversa dall'esperienza italiana, ovvero consta di una prima fase che comporta la conclusione di un contratto a carattere obbligatorio di compravendita e di una fase successiva, che comprende la conclusione di un contratto di trasferimento a carattere reale, ma astratto rispetto al primo[138]. Con tale apposita dichiarazione di alienazione -*Auflassung*- che funge da *modus adquirendi,* l'alienante conferisce il proprio consenso all'iscrizione nei registri fondiari, e solo in tale momento la fattispecie potrà dirsi perfezionata quale elemento necessario e sufficiente a produrre l'effetto traslativo del diritto reale immobiliare, onde la pubblicità avrà valore costitutivo e non meramente dichiarativo[139]. Il diritto immobiliare tedesco, nella fase della pubblicità costitutiva, afferma un importante principio in merito all'atto traslativo, ovvero il principio di astrattezza di cui al §925 BGB, secondo il quale il titolo avente effetti traslativi è astratto, non risentendo di eventuali vizi del contratto obbligatorio[140].

Una sostanziale antitesi, dunque, tra il diritto immobiliare tedesco e quello francese: il *droit commun* germanico non aveva mai conosciuto l'istituto della *traditio ficta*[141] -o

[136] Quali il sistema spagnolo, austriaco, nonché quello tavolare italiano, accomunati dalla concezione della necessaria continuità delle formalità come condizione essenziale per legittimare il soggetto che risulta iscritto nei libri fondiari ad alienare il bene.

[137] §§ 891 e 892 del *Burgerliches Gesetzbuch*; il §892 BGB garantisce al terzo subacquirente di buona fede una tutela immediata.

[138] Il contratto causale ha comunque sempre una efficacia eminentemente obbligatoria, sulla scia di quello che era stato il diritto romano, che privilegiava il contratto di vendita, *emptio-venditio,* avente effetti meramente obbligatori, mentre il trasferimento dei diritti reali avveniva con la *traditio* materiale, che agiva come *modus adquirendi.*

[139] G. FREZZA, *Circolazione immobiliare e certezza del diritto,* in *Riv. dir. priv.,* 2, 2018, p. 167 ss.

[140] A. CHIANALE, *Vendita in diritto comparato,* in *Digesto, Sez. civ.,* XIX, Utet, Torino, 1999, p. 687 ss.

[141] La diffusione di tale artificio ebbe origine in Francia, come portato del pensiero giusnaturalista e dell'influenza del diritto canonico, che condussero ad una progressiva affermazione di una impostazione consensualistica del trasferimento immobiliare, fondata sulla sufficienza del contratto e sul superamento della *traditio* materiale, ad esclusione delle regioni nord-orientali in cui persisteva la pratica della c.d. *nantissement,* ovvero una procedura giudiziaria caratterizzata da un sistema di pubblicità immobiliare mediante

simbolica- e pertanto richiedeva una materiale *traditio* e tutt'ora richiede un atto dispositivo, non essendo sufficiente il mero contratto; a contrario, la soluzione francese appare invertita, con il contratto che è la sola condizione necessaria ed indispensabile al verificarsi dell'effetto traslativo del diritto di proprietà immobiliare.

Sino al periodo della Rivoluzione, convivevano nel territorio francese due distinte modalità di trasferimento della proprietà, da una parte mediante il contratto di vendita con l'ausilio dell'istituto della *tradictio ficta* e dall'altro una procedura secondo la quale l'effetto reale era ricollegato ad una forma di pubblicità costitutiva.

Le origini della trascrizione, nel sistema franco-italiano, vengono fatte risalire alla legge francese emanata l'11 brumaio anno VII, ovvero il 1° novembre 1798, affidando a tale strumento[142] il precipuo compito di consentire la purgazione delle ipoteche non iscritte. Tale legge aveva il pregio di abrogare la precedente[143] che stabiliva gli effetti costitutivi della procedura giudiziale diffusa nelle regioni nordorientali della Francia, detta *nantissment,* la quale imponeva la trascrizione dei contratti traslativi di diritti reali su beni suscettibili di ipoteca, separando al contempo gli effetti -reali, sulla base della *tradictio* fittizia- *inter-partes* dagli effetti costitutivi nei confronti dei terzi.

Il Codice napoleonico consacrava difatti il principio consensualistico, valorizzando la *tradiction feinte* al punto tale da considerare l'effetto traslativo un mero effetto legale dell'atto di trasferimento della proprietà, escludendo aprioristicamente un qualsiasi sistema di pubblicità immobiliare generale, determinando di fatto un arretramento rispetto all'istituto del *nantissment* e della trascrizione[144]. Situazione che rimarrà invalsa sino all'introduzione della legge ipotecaria del 23 marzo 1855, con la quale venne introdotto, sulla scia dell'esempio belga, l'obbligo di trascrizione per le alienazioni a titolo oneroso di beni immobili, ai fini dell'opponibilità *erga omnes.*

---

registrazione degli atti accessibili a terzi, cui veniva riconosciuta efficacia ai fini del trasferimento. Ne deriva, in epoca prerivoluzionaria, una duplice situazione, ovvero in gran parte del Regno il trasferimento della proprietà avveniva sulla base di un sistema consensualistico mediante la stipulazione di un contratto di vendita, mentre nelle regioni stanziate nella parte nordorientale della Francia, vigeva il riconoscimento dell'efficacia reale in concomitanza all'espletamento della pubblicità immobiliare. Detta situazione aveva a sua volta duplici conseguenze: al fine di dirimere un conflitto tra due acquirenti da un medesimo dante causa, il sistema ad efficacia consensualistica dava prevalenza a colui che avesse un titolo con data certa anteriore a quello dell'altro acquirente e dunque dando per assodato che avesse effettuato prima di altri la *traditio* fittizia, mentre nel caso di efficacia costitutiva, a colui che avesse espletato la pubblicità immobiliare per primo.

[142] Materialmente consisteva in una mera ricopiatura integrale dell'atto nei pubblici registri.

[143] Ovvero la legge rivoluzionaria del 19 settembre 1790 che istituì per tutto il paese la procedura del *nantissment,* coadiuvata dalla legge del 27 giugno 1795, che introdusse l'onere pubblicitario come elemento perfezionativo delle alienazioni dei diritti reali immobiliari.

[144] L'art. 2182 esplicitava la considerazione dell'epoca per il sistema della pubblicità immobiliare, ovvero un mero mezzo per la purgazione delle ipoteche.

Questa fu la base di partenza per i vari profili di disciplina dello strumento della trascrizione nel Codice civile italiano del 1865, che prevedeva un ruolo del conservatore dei registri immobiliari totalmente passivo, così come non contemplava l'obbligo per il notaio rogante -come anche per le parti- di trascrivere l'atto pubblico[145]. In particolare, l'art. 1447 recepiva i principi in punto di principio consensuale del modello dottrinale francese, secondo il quale la vendita trasferisce immediatamente la proprietà con l'obbligazione di dare -o "*donner"*- considerata perfezionata *ex lege* sin dalla sua nascita e dunque di fatto sorgendo ed al contempo estinguendosi per effetto del consenso espresso dalle parti[146]. Nel sistema francese il postulato della strenua affermazione del consenso traslativo nella sua assolutezza comportava la mancata previsione di un apparato di pubblicità immobiliare, questo sino alla Legge ipotecaria del 23 marzo 1855 che assoggettava a trascrizione gli atti di alienazione di beni immobili a titolo oneroso, ponendo l'accento sull'effetto di opponibilità del trasferimento nei confronti dei terzi.

Il codice del 1942 affina il detto principio dell'efficacia traslativa del consenso che assurge a principio generale proprio della categoria dei contratti aventi effetti reali, mentre l'obbligazione di dare scompare.

Una considerazione dell'istituto pubblicitario talmente antitetica tra i vari sistemi giuridici testimonia senza alcun dubbio una educazione giuridica che si fonda sulle condizioni storiche dei vari sistemi giuridici a confronto nonché sulle differenti teorie del contratto e della proprietà. Difatti, l'istituto della pubblicità immobiliare è strettamente interconnesso con la teoria del contratto e delle situazioni giuridiche soggettive.

Obiettivo precipuo del sistema di pubblicità immobiliare, sia nel sistema di *civil law*, che nel sistema di *common law*, consiste però nella tutela della proprietà ed altre situazioni giuridiche soggettive, come la garanzia dell'affidamento e della certezza dei traffici, in linea con il principio della continuità delle trascrizioni[147].

[145] G. PETRELLI, *Trascrizione immobiliare e Costituzione,* in *Riv. civ.,* 1, 2014, p. 104 ss.
[146] Riprendendo fedelmente alla lettera il contenuto dell'art. 1583 *code civil.*
[147] A. CHIANALE, *Per una rilettura della regola di continuità delle trascrizioni,* in *Riv. dir. civ.,* 2016, 3, p. 772 ss.

CAPITOLO II

La tecnologia *Blockchain* ed i *token* crittografici

SOMMARIO: 2. PREMESSA ED INTRODUZIONE AL FENOMENO DELLA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN; 2.1. ELEMENTI CONNOTATIVI DELLA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN E DEI TOKEN CRITTOGRAFICI; 2.1.1. (SEGUE) I FONDAMENTI ALLA BASE DELLA GOVERNANCE DELLA BLOCKCHAIN E LA SUA PRELIMINARE FUNZIONE DI TRACCIAMENTO; 2.1.2.(SEGUE) LE FUNZIONI HASH CRITTOGRAFICHE E LA TASSONOMIA DEI MECCANISMI DI CONSENSO; 2.1.3.(SEGUE) DIFFERENTI TIPOLOGIE DI GOVERNANCE NELLA DICOTOMIA TRA BLOCKCHAIN PUBLIC/CONSORTIUM/PRIVATE; 2.2. I TOKEN CRITTOGRAFICI QUALI ASSETS DIGITALI E RELATIVA TASSONOMIA; 2.2.1. LE CRIPTO-VALUTE; 2.2.2. I NON FUNGIBLE TOKENS; 2.2.3.1 QUALIFICAZIONE GIURIDICA DEI NON FUNGIBLE TOKENS; 2.2.3.2. LO JUS EXCLUDENDI OMNES ALIOS E REGIMI DI APPROPRIAZIONE SOTTO RINNOVATA FORMA; 2.2.3. LA (SOTTILE) LINEA DI DEMARCAZIONE TRA FUNGIBILITÀ ED INFUNGIBILITÀ; 2.3.IL FENOMENO DELLA TOKENIZZAZIONE SOTTO UNA DUPLICE LENTE; 2.3.1. LA "TOKENIZZAZIONE" DEL SETTORE IMMOBILIARE IN ITALIA; 2.3.2. QUALIFICAZIONE GIURIDICA DEL TOKEN IMMOBILIARE.

2. Premessa ed introduzione al fenomeno della tecnologia Blockchain

Nella realtà fenomenica sta facendo irruzione un ecosistema informatico basato sull'utilizzo di tecnologie a registro distribuito (c.d. *Distributed Ledger Technologies*), che presenta una carica dirompente in un ampio novero di settori[148]. La portata innovativa è tale da travolgere l'intera vicenda negoziale, mutando la fisionomia non

[148] La *blockchain*, tenendoci inizialmente su di una visione generale, può trovare potenziali applicazioni, non solo in ambito finanziario ed in tema di pagamenti, ma in ulteriori ambiti disparati. Limitandoci ad alcuni esempi senza pretesa di esaustività, in ambito sanitario la *blockchain* potrebbe essere utilizzata per garantire la tracciabilità dei farmaci, assicurando l'archiviazione immodificabile di tutte le transazioni che avvengono tra case farmaceutiche, grossisti, farmacie, pazienti, oppure per impedire la modifica fraudolenta dei dati di sperimentazione di nuovi farmaci, garantendo l'affidabilità di *trial* clinici, assicurando altresì l'accesso ai dati genetici ai soli enti e professionisti autorizzati. Ancora più utile è prospettare un utilizzo di tale tecnologia a registro distribuito per l'implementazione di una *Personal Health Record* (ovvero una cartella clinica personale) caratterizzata dalla presenza di più nodi (che siano *stakeholders* pubblici e privati, il paziente stesso ed i suoi *caregivers*) che producono dati clinici, garantendo al contempo i livelli di sicurezza e *privacy* richiesti dalle normative nazionali e sovranazionali, mediante un controllo intelligente dell'accesso ai *record*. Ulteriore vantaggio può prospettarsi circa il monitoraggio di flussi di contagio di una pandemia in corso, così come per l'implementazione di piani terapeutici efficaci. Cfr. sul punto L. MANFREDI, *Progetto pilota per la realizzazione, su Blockchain, del fascicolo Sanitario Elettronico con il coinvolgimento dei Fondi Sanitari Integrativi nel flusso di dati,* in *Federalismi.it,* 9 agosto 2023. Nell'ambito dei servizi pubblici e correlati effetti sui cittadini-utenti in merito all'adozione della tecnologia *blockchain,* cfr. S. DEL GATTO, *Nuove tecnologie, pubblica amministrazione e rapporto con gli amministrati. Brevi note sulle tendenze in atto,* in *Diritto pubblico,* 1, 2025, p. 169 ss. In tema di pubblica amministrazione previdenziale, si rimanda a M. FAIOLI, *Sistemi di «social» blockchain, previdenza pubblica e smart contracts,* in *RDSS,* 3, 2018, p. 489 ss. Per un inventario dei vantaggi derivanti dall'utilizzo delle tecnologie *DLT* si v. BANCA D'ITALIA, *Comunicazione della Banca d'Italia in materia di tecnologie decentralizzate e cripto-attività,* 15 giugno 2022, p. 6, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.bancaditalia.it/media/approfondimenti/2022/cripto/Comunicazioni-della-Banca-d-Italia-DLT-cripto.pdf.

solo del suo ordinario processo di formazione, ma anche del sistema di pubblicità immobiliare[149].

Circoscrivendo l'ambito di indagine allo specifico campo dei diritti reali immobiliari, l'incalzante rivoluzione tecnologica ci induce a riconsiderare la categoria del "reale", così come l'oggetto del diritto (applicando le principali attribuzioni che connotano il prototipo dominicale a nuove modalità di circolazione della ricchezza) ed il rapporto tra sovranità statale e libertà degli attori di delineare nuove forme di scambio, attraverso una autoregolamentazione basata prettamente su di una logica economica. Si entra così in collisione con il Leviatano[150] sovvertendo la "*leviathan trust*"[151]. L'incedere della tecnologia *Blockchain* ha senz'altro una forte connotazione ideologica[152], ponendo le basi per un diverso archetipo di fiducia, distribuita tra gli utenti e le tecniche crittografiche[153]. La logica paritaria tra i vari nodi della rete determina un consenso circa la validità dei dati che discende dall'equivalenza tra pari.

Gli "evangelizzatori del credo tecnologico" avanzano l'illusione di una società senza istituzioni centrali, con la *lex* crittografica che si serve di regole basate su configurazioni già preimpostate dai programmatori informatici, che disciplinano anche i rapporti intersoggettivi[154]. La tecnologia aderisce ad un sistema che non necessita di manifestazione di fiducia alcuna, tant'è che gli operatori possono rimanere anonimi. Dunque, è ancora il diritto a dominare la tecnologia o viceversa, questa tecnologia è destinata a governare e non a farsi governare?[155] Per il giurista confrontarsi con l'innovazione impone di abbandonare

---

[149] Si ipotizza altresì la nascita delle *Smart Properties,* ovvero, come si analizzerà nel proseguo, proprietà digitali di beni, tangibili e non, il cui trasferimento viene tracciato nel registro *Blockchain*.

[150] Il Leviatano viene assunto dal filosofo T. HOBBES (1588-1679), nella sua opera *Leviathan* (1651) come simbolo dell'onnipotenza dello Stato di fronte all'individuo, nelle sembianze di un essere gigantesco, dall'aspetto umano il cui corpo è formato da una miriade di scaglie raffiguranti uomini in miniatura. Estensivamente, teorizza lo Stato assoluto moderno, frutto del contratto sociale attraverso il quale gli uomini escono dallo stato di continua belligeranza tra di loro.

[151] C. PONGIBÒ, *Lex mercatoria ex machina*, in *Rivista di diritto dei media*, 2021, 3, p. 77; in proposito della certezza ricondotta alla autorevolezza che promana dalle pubbliche autorità, si v. M.S. GIANNINI, *Certezza pubblica*, in *Enc. Dir.*, VI, Giuffrè, Milano, 1960, p. 769 ss.

[152] È fatto noto che ogni tecnica veicoli una ben precisa visione ideologica; cfr. P. PERLINGIERI, *Forma dei negozi e formalismo degli interpreti,* Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli, 1987.

[153] Circa un approfondimento sociologico in merito al rapporto tra sovranità statale e fiducia, nonché sulle ragioni per le quali una società non tollera il vuoto dato dalla sfiducia, si veda N. LUHMANN, *La fiducia,* Il Mulino, Bologna, 2002.

[154] Non è un caso che, riferendosi alla *Blockchain,* venga talvolta adottato un linguaggio intriso di espressioni estremamente e volutamente suggestive, quasi liturgiche; la *Blockchain* viene difatti definita "macchina della verità" o addirittura "protocollo di Dio" in M.J. CASEY, P. VIGNA, *La macchina della verità. La blockchain e il futuro di ogni cosa,* Franco Angeli, Milano, 2018; si v. altresì G. GALLONE, Blockchain, *procedimenti amministrativi e prevenzione della corruzione*, in *Il diritto dell'economia,* 3, 2019, p. 187 ss.

[155] N. TRAVIA, *La tecnologia Blockchain,* in E. BATTELLI (a cura di), *Diritto privato digitale,* Giappichelli, Torino, 2022, p. 315.

le certezze acquisite per indagarne le conseguenze sul piano socioeconomico, al fine di trarre le opportune soluzioni in termini di qualificazione giuridica e, conseguentemente, di disciplina applicabile, nella consapevolezza della dimensione giuridica dell'informatica.

Muovendo da queste brevi notazioni, si propone di indagare, sotto il profilo giuridico, i risvolti di una applicazione congiunta della tecnologia *Blockchain* e dei *tokens* crittografici, previa la concisa descrizione degli elementi tecnici connotativi, ma senza essere mossi dallo scetticismo tipico di chi è abituato ad indagare questioni tangibili.

Compito dello studioso di diritto diventa, difatti, indagare le conseguenze della dimensione giuridica dell'informatica, nel momento dinamico del suo funzionamento, sia sul piano socioeconomico che normativo, al fine di trarre le opportune soluzioni in termini di qualificazione giuridica e, conseguentemente, di disciplina applicabile. Difatti, a fronte del dilagarsi di un nuovo fenomeno, un approfondimento dal punto di vista giuridico e sociale deve sempre precedere la regolazione normativa; non è un caso che in questo ambito non siano ancora presenti veri e propri *corpora* normativi ed un apparato definitorio comune a tutti gli ordinamenti, nonostante i vari tentativi a livello europeo di dare luce ad una precettistica che sia "*innovation friendly*"[156]. Il quadro regolamentare adottato sino a questo momento, infatti, mira a disciplinare solo una parte di questo composito fenomeno[157]. La dimensione digitale esige oramai il conio di nuovi rapporti e nuove categorie giuridiche che si stanno formando in un "non luogo" astratto, artefatto, in assenza di confine territoriale.

Il legislatore, sul piano del diritto dell'Unione Europea e del diritto nazionale, di fronte alle potenzialità applicative della rete *Blockchain*, non poteva certo restare indifferente. Il Parlamento Europeo, dapprima con la Risoluzione approvata il 3 ottobre

---

[156] F. MATTASSOGLIO, *Le proposte europee in tema di crypto-assets e DLT. Prime prove di regolazione del mondo crypto o tentativo di tokenizzazione del mercato finanziario (ignorando bitcoin)?* in *Rivista di Diritto Bancario,* 2021, p. 415.

[157] Il Regolamento (UE) del Parlamento Europeo e del Consiglio n. 2023/1114 del 31 maggio 2023 relativo ai mercati delle cripto-attività e che modifica i regolamenti (UE) n. 1093/2010 e (UE) n. 2095/2010 e le direttive 2013/36/UE e (UE) 2019/1937 (c.d. Regolamento *MiCA-Markets in Crypto-Assets Regulation*) riguarda infatti un ambito circoscritto ovvero l'emissione, l'offerta al pubblico e la prestazione di servizi aventi ad oggetto cripto-attività; il Regolamento è pubblicato in G.U.U.E. L. 150/40 e si applica (interamente) a far tempo dal 30 dicembre 2024. In Italia è stato emanato il Decreto Legislativo n. 129 del 5 settembre 2024 recante "Adeguamento della normativa nazionale al regolamento (UE) 2023/1114 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 31 maggio 2023, relativo ai mercati delle cripto-attività e che modifica i regolamenti (UE) n. 1093/2010 e (UE) n. 1095/2010 e le direttive 2013/36/UE e (UE) 2019/1937", pubblicato in Gazzetta Ufficiale n. 215 del 13 settembre 2024. In proposito sul tema, cfr. la Comunicazione della Banca d'Italia, luglio 2024, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.bancaditalia.it/media/approfondimenti/2024/micar/Comunicazione-MiCAR-22-luglio-ITA.pdf.

2018, ha preso posizione sulle tecnologie a registro distribuito, nel proposito di richiamare l'attenzione sulla maggiore autonomia lasciata ai cittadini, esaltando detta tecnologia in qualità di strumento utile ad eliminare intermediari e costi di intermediazione e ad aumentare fiducia e trasparenza[158]. Sul piano del diritto nazionale italiano, l'art. 8-*ter* del decreto legge 14 dicembre 2018, n. 135, rubricato "Tecnologie basate su registri distribuiti e smart contract" e convertito nella legge 11 febbraio 2019, n. 12, definisce le tecnologie a registro distribuito, nonché lo schema degli *smart contracts*[159], istituendo il vincolo automatico nei confronti delle parti, derivante dagli effetti predefiniti all'interno del programma informatico, nonché l'equivalenza tra la forma scritta ed il processo definito nel decreto legge Semplificazioni, sulla base dei requisiti fissati dall'Agenzia per l'Italia digitale ("AgID") ed infine gli effetti giuridici della memorizzazione di un documento informatico[160]. La normativa intende enfatizzare le modalità di validazione e registrazione

[158] La Risoluzione del Parlamento Europeo del 3 ottobre 2018, *sulle tecnologie di registro distribuito e blockchain: creare fiducia attraverso la disintermediazione* (2017/2772 (RSP)), reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2018-0373_IT.html, il quale all'articolo 1, in tema di tecnologie *DLT,* decentramento ed applicazioni, recita: «*la DLT riduce i costi di intermediazione in un ambiente di fiducia tra le parti di una transazione e consente scambi di valore tra pari suscettibili di rafforzare l'autonomia dei cittadini, destrutturare i modelli tradizionali, migliorare i servizi e ridurre i costi lungo le catene del valore in un'ampia gamma di settori chiave*».

[159] Anche tale definizione fornita dal legislatore italiano sembra essere suscettibile di critiche, in primo luogo laddove non compie una distinzione tra *smart contract* intesi meramente in senso informatico quali protocolli per *computer* e gli *smart contract* invece suscettibili di costituire un vero e proprio vincolo giuridico; in secondo luogo laddove fa riferimento all'acquisizione dell'efficacia probatoria dello *smart contract* tramite i requisiti dettati dall'Agenzia per l'Italia Digitale, tralasciando l'efficacia probatoria del documento informatico ove sia apposta firma digitale o altro tipo di firma elettronica avanzata, rendendosi una norma non coordinata da un punto di vista interpretativo con la normativa del Codice dell'Amministrazione Digitale, in particolare l'art. 20 comma 1 bis del CAD, ed infine creando una disparità tra le *distributed ledger technologies,* a cui rimanda esplicitamente, e le altre tecnologie utilizzabili, in contrasto con il principio della neutralità tecnologica. Sul punto si rimanda a C. BOMPREZZI, *Commento in materia di Blockchain e Smart contract alla luce del nuovo Decreto Semplificazioni,* in *Diritto Mercato Tecnologia,* 26 febbraio 2019, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.dimt.it/news/breve-commento-alla-legge-11-febbraio-2019-n-12-di-conversione-del-decreto-legge-14-dicembre-2018-n-135-recante-disposizioni-urgenti-in-materia-di-sostegno-e-semplificazione-per-le-imprese-e-per-la-pu/.

[160] L. 11 febbraio 2019 n. 12 (in G.U. del 12 febbraio 2019 n. 36), di conversione del d.l. 14 dicembre 2018 n. 135 (in G.U. 14 dicembre 2018 n. 290), recante disposizioni urgenti in materia di sostegno e semplificazione per le imprese e la pubblica amministrazione (c.d. Decreto Semplificazioni). Discorre, difatti, l'art. 8-ter del decreto: «*1. Si definiscono "tecnologie basate su registri distribuiti" le tecnologie e i protocolli informatici che usano un registro condiviso, distribuito, replicabile, accessibile simultaneamente, architetturalmente decentralizzato su basi crittografiche, tali da consentire la registrazione, la convalida, l'aggiornamento e l'archiviazione di dati sia in chiaro che ulteriormente protetti da crittografia verificabili da ciascun partecipante, non alterabili e non modificabili. 2. Si definisce "smart contract" un programma per elaboratore che opera su tecnologie basate su registri distribuiti e la cui esecuzione vincola automaticamente due o più parti sulla base di effetti predefiniti dalle stesse. Gli smart contract soddisfano il requisito della forma scritta previa identificazione informatica delle parti interessate, attraverso un processo avente i requisiti fissati dall'Agenzia per l'Italia digitale con linee guida da adottare entro novanta giorni dalla data di entrata in vigore della legge di conversione del presente decreto. 3. La memorizzazione di un documento informatico attraverso l'uso di tecnologie basate su registri distribuiti produce gli effetti giuridici della validazione temporale elettronica di cui all'articolo 41 del regolamento (UE) n. 910/2014 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 luglio 2014. 4. Entro novanta giorni dalla data di entrata in*

delle informazioni all'interno della rete, le quali conferiscono al *token* un valore giuridico di prova e garanzia della propria autenticità.

Un incontrovertibile indizio della rinnovata attenzione per l'essere umano, inteso come parte attiva all'interno dello spazio digitale al fine di garantire certezza ed effettività delle transazioni è altresì la Dichiarazione UE sui diritti digitali, ovvero *European Declaration on Digital Rights and Principles for the Digital Decade*[161]. L'Unione Europea ha inteso certamente dare valore ad un meccanismo di responsabilizzazione della persona che opera in un contesto digitale, ove si calano sempre più nuove tecniche giuridiche ed economiche.

2.1. Elementi connotativi della tecnologia Blockchain e dei token crittografici.

Un possibile approccio a questa tecnologia può essere quello di seguire parallelamente due distinti solchi di indagine, ovvero in primo luogo una osservazione preliminare circa gli elementi strutturali e la *governance* delle varie tipologie di *blockchain;* il secondo invece, porta alla luce i vari e potenziali profili applicativi della rete.

Si noti che non esiste una definizione universalmente accettata di *blockchain*. Ciò nonostante, è ritenuta attualmente tra le innovazioni più dirompenti dall'avvento del *World Wide Web*, con potenzialità significative, le cui possibili applicazioni sono tuttora

---

vigore della legge di conversione del presente decreto, l'Agenzia per l'Italia digitale individua gli standard tecnici che le tecnologie basate su registri distribuiti debbono possedere ai fini della produzione degli effetti di cui al comma 3.». Pregevole di richiamo è altresì il rimando, nel Codice dei Contratti pubblici, D. Lgs. 31 Marzo 2023 n. 36, all'art. 106, c. 3, il quale prevede per la partecipazione degli operatori economici alla procedura di affidamento di appalti, il rilascio di una garanzia fideiussoria provvisoria, a corredo dell'offerta, la quale sia «*gestita in tutte le sue fasi mediante ricorso a piattaforme operanti con tecnologie basate su registri distribuiti ai sensi dell'articolo 8-ter, comma 1, del decreto-legge 14 dicembre 2018, n. 13, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 febbraio 2019, n. 12, o su registri elettronici qualificati ai sensi del Regolamento (UE) n. 910/2014.*». Sulle definizioni offerte dalla norma, si v. M. NICOTRA, F.S. SARZANA DI S. IPPOLITO, *Al via la blockchain revolution: ecco cosa potremo fare grazie alla nuova norma,* 7 febbraio 2019, reperibile *online* sul seguente indirizzo: https://www.agendadigitale.eu/documenti/al-via-la-blockchain-revolution-ecco-tutte-le-novita-e-cosa-si-potra-fare/. Tuttavia, la definizione del legislatore italiano è stata oggetto di alcune critiche, laddove fa riferimento ai dati «*non alterabili e non modificabili*» in quanto questa è una proprietà precipua della sola tecnologia *blockchain,* a sua volta facente parte del macrogruppo delle tecnologie a registri distribuito, ma gli altri sistemi non presentano tale caratteristica; inoltre, il riferimento all'immodificabilità e non alterabilità non sembra essere del tutto corretto, essendo necessario e sufficiente il consenso espresso dalla maggioranza dei nodi facenti parte della rete per porre in essere una modifica ai dati inseriti; sul punto si v. F. CASCINELLI, C. BERNASCONI, M. MONACO, *Distributed Ledger Technology e Smart Contract: finalmente è Legge. Prime riflessioni su una rivoluzione tecnologico-giuridica,* in *dirittobancario.it,* 4 marzo 2019, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.dirittobancario.it/art/distributed-ledger-technology-e-smart-contract-finalmente-e-legge-prime-riflessioni-su-una-rivoluzione/.

[161] European Declaration on Digital Rights and Principles for the Digital Decade, 2023/C 23/01, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:JOC_2023_023_R_0001.

in fase di sviluppo, ma lasciano trasparire conseguenze da un punto di vista tecnico-giuridico ed economico certamente prospettabili, pure al netto dei fin troppo facili entusiasmi che sovente seguono la nascita di innovazioni tecnologiche.

Sotto un profilo tecnico-informatico, la tecnologia *Blockchain* è un sottoinsieme del macrocosmo delle tecnologie a registro distribuito, più comunemente note come *Distributed Ledger Technology* o, in acronimo "*DLT*"[162], di cui riprende le caratteristiche essenziali, ma con proprie peculiarità[163].

La tecnologia *Blockchain* suscita un forte interesse per i suoi numerosi sbocchi applicativi resi possibili dalla fisionomia che essa assume, paragonabile ad una "catena di blocchi" in continuo accrescimento, conservati in modo lineare e consequenziale, che costituisce un elemento chiave per la sua affidabilità e robustezza tecnica, prestandosi all'attestazione della veridicità del dato, nonché ad ulteriori molteplici utilità, anche in campo di mercati finanziari e società[164].

---

[162] Di cui esistono molteplici definizioni in letteratura; cfr. *ex multis,* A. PINNA, W. RUTTENBERG, *Distributed ledger technologies in securities post-trading, Revolution or evolution?*, aprile 2016 n. 172*,* il cui *paper* della Banca Centrale Europea (BCE) individua la *DLT* come tecnologia la quale consente «*to store and access information relating to a given set of assets and their holders in a shared database of either transactions or account balances*», reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpops/ecbop172.en.pdf; M. RAUCHS, A. GLIDDEN, B. GORDON, G. PIETERS, M. RECANATINI, F. ROSTAND, K. VAGNEUR, B. ZHANG, *Distributed ledger technology systems. A conceptual Framework, Cambridge Centre for Alternative Finance,* agosto 2018, p. 19, ove gli Autori richiamano una definizione fornita dalla *Bank of England,* secondo la quale «*A DLT is a distributed database, in the sense that each node has a synchronized copy of the data, but departs from the traditional distributed database architectures in three important ways: (i) decentralisation; (ii) reliability in trust-less enviroments; (iii) cryptographic encryption*». A tal proposito, si v. E. BENOS, R. GARRATT, O. GURROLA-PEREZ, *The economics of distributed ledger technology for securities settlement*, Bank of England, Staff Working Paper n. 670, p. 5, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.bankofengland.co.uk/-/media/boe/files/working-paper/2017/the-economics-of-distributed-ledger-technology-for-securities-settlement

[163] Sul rapporto tra *Blockchain* e tecnologie *DLT* si rinvia a P. MATERA, A. BENINCAMPI, voce *Blockchain,* in *Digesto IX,, Disc. Priv., Sez. Comm.,* Utet, Torino, 2022, p. 24.

[164] Un esempio è l'applicazione delle piattaforme *DLT* per la creazione e circolazione di strumenti finanziari; cfr. sul punto, A. NEGRI DELLA TORRE. *Distributed Ledger Technologies e dematerializzazione degli strumenti finanziari,* in R. M. MORONE (a cura di) *La trasformazione digitale dell'attività notarile,* Giuffrè, Milano, 2022, p. 147 ss. L'Unione Europea è intervenuta a tale proposito, con un primo intervento volto a regolamentare l'utilizzo di registri distribuiti per gli strumenti finanziari, precisamente con il Regolamento (UE) 2022/858 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 30 maggio 2022 (*DLT Pilot),* accogliendo il fenomeno della dematerializzazione degli strumenti finanziari come evento inevitabile ed irreversibile. Per l'applicazione della *blockchain* nell'ambito della tutela dell'ambiente -in particolare, nella gestione dei rifiuti e precisamente nel c.d. *waste management* al fine di tracciare il flusso dei rifiuti lungo l'intera catena di approvvigionamento- si veda I. FRANCUCCI, *Trasparenza, blockchain e gestione dei rifiuti,* in *Dir. amm.,* 1, 2024, p. 273 ss. Ulteriori possibili impieghi sono annoverati nel settore pubblico, mirati alla creazione di nuovi servizi digitali per i cittadini o ancora, per rendere efficienti servizi pubblici già esistenti, non solo a livello nazionale ma altresì a livello unionale. È stata infatti progettata l'infrastruttura europea dei servizi *blockchain* (*European Blockchain Partnership*-EBP) che coinvolge i 27 stati membri dell'Unione europea, nonché la Norvegia, il Liechtenstein e la Commissione europea per la gestione di servizi basata sulla tecnologia a registro distribuito, di cui ogni Stato membro gestirà almeno un nodo. Tale sistema dovrebbe, in prospettiva, permettere alle organizzazioni pubbliche di sviluppare applicazioni specifiche che si basino su detta infrastruttura, per diversi casi d'uso a partire dalla c.d. "notarizzazione", la gestione dei propri dati relativi all'istruzione, l'identità

Da un punto di vista più squisitamente tecnico, sono le sue caratteristiche di condivisione, sequenzialità temporale e l'uso smodato di tecniche crittografiche a determinarne il successo. La sua fisionomia è stata assimilata a quella tipica di un registro o "libro mastro" digitale, ma ancor più ad una rete composta da più nodi, ovvero terminali di accesso fisico generalmente mediante *personal computers,* la cui funzione è essenzialmente quella di conservare le informazioni raccolte e fornire il necessario consenso ad apportare modifiche alle informazioni circolanti, lasciando costantemente una traccia digitale di tale modificazione[165]. A tal fine, è necessaria una applicazione congiunta di tecniche sviluppate in diverse aree della Scienza informatica per delineare un sistema di registro replicabile in tutti i nodi facenti parte della rete, avente le proprietà tipiche della tecnologia *blockchain*, ovvero principalmente l'immutabilità e la replicabilità[166]. Tale conformazione si pone in netto contrasto rispetto al tipico modello c.d. *client-server*, in cui le informazioni sono collocate in un *server* centrale e vengono poi diramate ai *clients* mediante operazioni di *download*.

Spingendoci poi oltre ed adoperando il meccanismo rappresentativo di una *res* materiale nel mondo digitale (utilizzano un neologismo[167], c.d. processo di "tokenizzazione"[168]), il funzionamento di tale rete nodale potrebbe potenzialmente

---

digitale, nonché la condivisione dei dati tra le autorità dell'Unione Europea. Tale iniziativa sostiene il consorzio EBSI (*European Blockchain Services Infrastructure*) ed il consorzio IBSI (*Italian Blockchain Services Infrastructure*), volti a consentire un uso massivo della tecnologia *blockchain* nelle varie pubbliche amministrazioni ed imprese. La Commissione europea ha poi adottato la decisione di istituire una nuova entità giuridica "*Europeum-Edic*", costituita da un consorzio di dieci Stati membri al fine di sviluppare ulteriormente ed ampliare l'utilizzo della *European Blockchain Services Infrastructure*. Si prega di vedere, sul punto, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://digital-strategy.ec.europa.eu/it/policies/european-blockchain-services-infrastructure, nonché lo studio, portato avanti dal Servizio di Ricerca del Parlamento Europeo nel 2017, in cui si dava già allora risalto alle potenzialità applicative della *blockchain* nell'ambito delle pubbliche amministrazioni, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2017/581948/EPRS_IDA(2017)581948_EN.pdf.

[165] P. RUBECHINI, *Tecnologia* blockchain *e fiducia amministrativa,* Editoriale Scientifica, Napoli, 2023, p. 63 ss.

[166] Seppur questa tecnologia appaia estremamente innovativa, è altresì importante segnalare che deriva da una applicazione congiunta di precedenti meccanismi informatici, quali i registri distribuiti, la crittografia asimmetrica e gli alberi di *Merkle* -ovvero sistemi generati da Ralph Markle negli anni Ottanta per verificare in modo efficiente e particolarmente rapido una ingente quantità di dati- , combinati tra loro per consentire inizialmente la nascita del sistema *Bitcoin* nel 2009; si v., sul punto, M. FINCK, *Blockchains and Data Protection in the European Union,* Max Planck Institute for Innovation and Competition Research Paper Series, 2018/1.

[167] Definito *«cacofonico»* da M. GRANIERI, R. PARDOLESI, *I* Non-Fungible Tokens (*NFTs) come oggetto di proprietà digitale (o di possesso?)* in M. GRAZIADEI E AL. (a cura di) *Chi resiste alla globalizzazione? Globalismi, regionalismi, nazionalismi nel diritto del XXI secolo, Atti del Convegno Nazionale SIRD dedicato alla memoria di Rodolfo Sacco, Bologna, 13-15- ottobre 2022,* Bologna University Press, Bologna, p. 199.

[168] Cfr. J.M. MORINGELLO, C.K. ODINET, *The property law of tokens,* in *Fla. Law Rev.,* 74, 2022, p. 607 ss., in cui si intende un processo di associazione di un bene fisico o immateriale con un oggetto digitale tracciato sulla rete *blockchain.* Un buon esempio in tal senso che aiuta a cogliere gli aspetti -altresì finanziari- della procedura di tokenizzazione può essere quello che riguarda il mercato dell'arte, nello specifico che consente

sintetizzare il trasferimento traslativo di diritti che insistono sul corrispondente "analogico" della codifica algoritmica (c.d. *Non Fungible Token* crittografico), all'interno di un sistema che non è suscettibile di essere inquadrato di *default* in un territorio piuttosto che in un altro, bensì caratterizzato da una completa deterritorializzazione.

Quello che si profila, considerando complessivamente i coefficienti della tecnologia a registro distribuito, è una fattispecie alternativa di circolazione della ricchezza, della quale risultano integrati -in termini economici- i suoi elementi necessari ed ambito in cui detta tecnologia ha trovato il maggiore impulso. Il *token* appare destinato allo scambio tra utenti all'interno di una infrastruttura governata dalle regole fissate nel protocollo informatico, che sovrintendono la *governance* dell'intero sistema, mettendosi in moto progetti di rimozione della figura dell'intermediario avente il compito di intercedere tra due o più attori sociali per facilitare il raggiungimento di un accordo (la cui esecuzione del sinallagma viene automatizzata per mezzo di uno *Smart Contract*, azzerandone il margine di errore). L'intento è difatti quello di, inizialmente, sottrarsi ai controlli statali, nell'ottica di allontanarsi dalla gestione dominata dai sistemi bancari nella circolazione ed emissione delle monete, per giungere potenzialmente ad una zona franca dal controllo dello Stato nel tracciamento di scambi di beni materiali e non.

Si assiste, quasi inermi, al passaggio da una logica basata sul *ledger* centralizzato, memorizzato fisicamente su di un singolo *host* appartenente all'autorità centrale, alla logica tipica delle *Distributed Ledger Technologies,* in cui è presente una intera rete di *host*, nessuno dei quali ha un potere maggiore rispetto agli altri (*peer-to-peer*).

Dopo questi brevi cenni introduttivi, si tenta di dare, senza pretesa di esaustività e completezza, dei cenni al funzionamento delle tecnologie *Blockchain/DLT.*

2.1.1 (Segue) I fondamenti alla base della governance *della* blockchain *e la sua preliminare funzione di tracciamento*

La struttura nodale tipica della rete *blockchain* esprime comprensibilmente la primaria attitudine di questa tecnologia, ovvero consentire un valido e sicuro quanto immutabile

la tokenizzazione di *res* fisiche e notoriamente infungibili, come le opere d'arte reali, scomposte in molteplici unità e destinate a circolare in maniera distinta e separata dall'opera reale -intesa in senso corporale. Secondo tale procedura, viene consentita una riduzione dei costi di certificazione di autenticità dell'opera nonché viene reso autonomo e suscettibile alla circolazione un bene che altrimenti sarebbe privo *ab origine* di tali caratteristiche. Sul punto si v. M.F. TOMMASINI, *NFT o Crypto-art. Inquadramento giuridico e prospettive di tutela nel mercato digitale,* in *Juscivile,* 2023, 3, p. 613 ss.

tracciamento dei dati conservati al suo interno. L'intento che si cela dietro il funzionamento della *blockchain,* nonché la premessa ideologica alla base di questo sistema, è quello di ingenerare la percezione dell'affidabilità nel sistema nodale e nei protocolli informatici, a discapito dell'attività esercitata dall'intermediario istituzionale[169]. Quello che è stato strutturato non è solo una nuova tecnologia, ma al contempo un sistema culturale volto ad imprimere stabile affidamento sui concetti di disintermediazione, decentralizzazione, che ha oramai raggiunto una estensione tra persone ed ecosistemi di imprese e organizzazioni tale da non poter più essere ignorata. Tale approdo è il portato di uno sviluppo nel tempo, sia del diritto che della tecnologia nonché delle dottrine politiche statunitensi, che ha una ben precisa data di inizio, ovvero il 31 ottobre 2008, in cui apparve per la prima volta in una *mailing list* dedicata alla crittografia, il *white paper* firmato con uno pseudonimo, Satoshi Nakamoto, dal titolo "*Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System",* in cui si tracciava la struttura di un protocollo del tutto paritario, a prova di manomissione ed altresì del fenomeno di *double-spending*[170]*,* volto a generare un registro trasparente delle transazioni in denaro irreversibili, consultabile da chiunque[171]. Consequenziale alla crisi globale del sistema finanziario avvenuta nell'anno 2009, venne coniata la prima di una lunga serie di cripto-valute, nota con il nome di *bitcoin.*

La fiducia non risiede nelle specifiche caratteristiche dei singoli partecipanti, non essendo necessario che debbano fidarsi reciprocamente l'uno dell'altro per interagire; è l'architettura stessa della rete nodale ed i suoi meccanismi di funzionamento a mettersi al servizio della generalità degli utenti, al fine di generare un affidamento nel corretto funzionamento del sistema. La fiducia è riposta e conservata, tra la comunità di consociati, nelle modalità tecniche che vengono definite «acefale»[172], nonché nel carattere "protetto" del sistema, che impedisce un trasferimento di un *token,* o gettone virtuale, che dir si voglia, contemporaneamente a più utenti, ingenerando così una sorta

[169] Definito sistema "*trustless trust*", proprio in ragione di una totale assenza di qualsivoglia organo pubblico depositario di funzioni di garanzia; sul punto V. E. CALZOLAIO, *Bitcoin:Le sfide dell'autoregolazione,* in *Osservatorio sulle fonti,* 2, 2021, p. 1360.
[170] Ovvero il fenomeno dello scambio senza duplicazione ed intermediario.
[171] Reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.ussc.gov/sites/default/files/pdf/training/annual-national-training-seminar/2018/Emerging_Tech_Bitcoin_Crypto.pdf.
[172] M. CIAN, *La criptovaluta – Alle radici dell'idea giuridica di denaro attraverso la tecnologia: spunti preliminari,* in *Banca borsa tit. cred.,* 2019, p. 318.

di affidamento collettivo della comunità circa la sicurezza delle operazioni eseguite sulla rete[173].

La retorica dominante invoca una visione di Stato come obsoleto depositario del potere, incoraggiando l'adozione di nuove tecnologie informatiche come forze liberatrici dal duplice concetto di accentramento dell'autorità e monopolio. Sembra essere il momento storico per liberarsi dalla morsa di istituzioni politiche e per creare una società di eguali, auto-sovrani, ciascuno in rapporto paritario con l'altro, governata da strutture paritetiche e non gerarchiche. Cittadini non più concepibili come meri destinatari passivi dell'intervento statale, bensì soggetti che assumono un ruolo attivo nella vita economica, partecipando direttamente alla gestione di un registro delle transazioni condiviso tra gli utenti della rete[174]. La *Blockchain governance* può considerarsi il proverbiale punto d'arrivo di una transizione macroeconomica e giuridica volta alla contrazione del ruolo dell'apparato statale, ed al contempo sintetizzando i benefici sociali di un approccio atto a mettere al centro dei processi deliberativi basati su forme consensuali di auto-governo e partecipazione diretta di tutti i consociati, seguendo una logica di gestione delle funzioni pubbliche a stampo privatistico. Il contributo concreto è poi dato dalle reti paritarie e dai nodi che mirano a decentralizzare le strutture gerarchiche, rendendosi totalmente indipendenti dalle autorità governative, in particolare dal loro controllo decisionale ed operativo.

Ciò che ne consegue è uno scenario in cui i servizi governativi vengono amministrati direttamente dalle reti private dei cittadini, basate sulla fiducia distribuita e su forti regole di crittografia. L'elemento di forza nonché vera chiave di volta di questo nuovo paradigma è insito nel concetto di "disintermediazione"[175], che si basa sul binomio decentralizzazione-

---

[173] Il sistema della fiducia reciproca all'interno di una rete *blockchain* di tipo *permissionless* viene descritta da C. GOLA, V. CAPPA, P. FIORENZA E AL., *La governance delle blockchain e dei sistemi basati sulla tecnologia dei registri distribuiti,* Occasional Papers Banca d'Italia, 773, 2023, p. 12, i quali discorrono in tal senso: *«Nelle DLT* permissionless*, e in particolare in quelle basate su meccanismi di consenso "Proof-of-Work" (..), si configura un sistema di governo* sui generis *che scaturisce non tanto da meccanismi di delega e di verifica del rispetto di regole tradizionali, quanto da automatismi e da meccanismi economici endogeni che conducono al raggiungimento di un consenso fra attori che non comunicano direttamente tra loro, senza necessità pregresse di una fiducia reciproca tra gli* stakeholders*. Questo processo può essere modellato come un equilibrio dinamico (equilibrio di Nash), rappresentabile matematicamente come un processo stocastico che "domina" altri possibili comportamenti tra agenti che non comunicano tra di loro. L'equilibrio trae origine dal "protocollo di consenso" che permette ai vari* stakeholders*, intesi come agenti razionali che massimizzano le proprie utilità, di conseguire uno scopo comune.»*

[174] G. NAVA, *I non-fungible token,* in AA. VV. (a cura di), *Il diritto nell'era digitale Persona, Mercato, Amministrazione, Giustizia*, Giuffrè, Milano, 2022, p. 240.

[175] Il termine "disintermediazione" iniziò già da tempi lontani ad essere utilizzato in un contesto ben specifico, ovvero durante gli anni 60 negli Stati Uniti, in cui si diffuse tra i piccoli risparmiatori l'abitudine di prelevare i propri risparmi dal conto corrente per investirli in autonomia in fondi pensionistici o seguendo proprie iniziative sempre ai fini di investimento, incentivando così un comportamento volto a rimuovere il soggetto

relazioni *peer to peer* e che racchiude in sé un fenomeno esponenziale, dapprima visto con sospetto e poi, secondo le tendenze degli ultimi anni, addirittura idolatrato.

Si muove dalla spinta proveniente dalla *Silicon Valley*, sospinta dalla celerità con cui le innovazioni tecnologiche si muovono, che approda in svariati ambiti, tra cui il contesto della pubblicità immobiliare ed il desiderio di affrancarsi dal controllo statale nella registrazione dei trasferimenti immobiliari. D'altronde, anche il movimento *Cypherpunk*, diffusosi negli Stati Uniti a partire dagli anni Novanta[176], mosso dalla bramosia di difendere la *privacy* di ciascun consociato, soleva sottrarsi agli sguardi scrutatori delle istituzioni governative, rendendo così imprescindibile l'uso smodato della crittografia, come viene indicato anche nel Manifesto del movimento[177]. Tale movimento prendeva le mosse dalla filosofia americana *libertarian*[178], per coniugarla con i sistemi crittografici e conseguire l'obiettivo di un oscuramento dei dati riconducibili alla propria sfera privata e mettendoli così al riparo dall'intromissione dei governi o delle *big corporations*. Da una ricerca di modalità adatte ad acuire la *privacy* nei confronti dello sguardo scrutatore dello Stato, si giunge ad un vero e proprio estremo, ossia teorizzare un sistema quale la tecnologia *blockchain,* che concretizzi così un mondo senza diritto, in cui l'autonomia individuale è data per presupposta.

Allargando l'angolo della visuale, sullo sfondo di questa scelta sembra aver avuto un peso determinante un evento ben preciso, oltre alle filosofie che già aleggiavano alla base del mal contento, ovvero la crisi dei mutui *sub-prime* diffusasi negli Stati Uniti nel biennio 2006-2007; l'origine di questo fenomeno coincideva con una politica propria del sistema bancario americano, basata sulla concessione incontrollata di mutui ad alto rischio a soggetti con scarso profilo di merito creditizio. L'estrema permissività da parte del sistema bancario americano nel concedere credito era fortemente connessa all'obiettivo di alimentare il mercato immobiliare, in un contesto caratterizzato da una

---

"banca" nei processi di investimento dei correntisti; sul punto, si v. A. BELLONI, *Uberization Il potere globale della disintermediazione: cosa fare perché uno strumento utile non diventi un'ideologia,* Egea, Milano, 2017, p. 40 ss. Sulla mancanza di una chiara definizione del termine "*decentralization",* se non per una poco approfondita menzione nel Considerando 22 del Regolamento (UE) 2023/1114, si rimanda a S.L. FURNARI, *Decentralization: the Search for a Legal Definition,* pubblicato in data 1 marzo 2026, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=6917078.

[176] Precisamente nell'anno 1992, a seguito di riunioni tenute inizialmente nella sede della società *Cygnus Solutions,* per poi formarsi una *mailing list* con diverse centinaia di iscritti; si v. sul punto, P.M. GANGI, *Diritto dei non-fungible token (NFT),* Giappichelli Editore, Torino, 2024, p. 2 ss.

[177] A.M. GAMBINO, C. BOMPREZZI, *Blockchain e protezione dei dati personali,* in *Dir. inf*., 3, 2019, p. 623 ss.

[178] Movimento diffusosi negli Stati Uniti, di cui il massimo esponente è Robert Nozick, il quale si riteneva estremamente contrario all'intromissione dello Stato in tutto ciò che riguardava il monitoraggio dello stesso sui flussi di dati digitali ed in generale, nella vita privata delle persone; si rimanda a tal proposito, ad uno dei testi fondamentali del movimento, R. NOZICK, *Anarchy, State, and Utopia,* New York, Basic Books, 1974.

progressiva espansione del credito ipotecario, destinata a protrarsi sino all'inversione della dinamica del mercato. Inizialmente i mutui venivano cartolarizzati sotto forma di strumenti finanziari garantiti da attività sottostanti, consentendo il trasferimento del rischio e dei relativi flussi finanziari sui mercati.

Il progressivo crollo dei prezzi immobiliari comportò una diminuzione del valore degli immobili posti a garanzia dei finanziamenti ed un conseguente deterioramento del valore dei titoli ad essi collegati, accompagnato da una contrazione del credito. Parallelamente i debitori si trovarono nella drammatica situazione di non riuscire a sostenere il pagamento delle rate, non potendo ricorrere al rifinanziamento del mutuo oppure procedere alla vendita dell'immobile acquistato ad un prezzo sufficiente ad estinguere il debito.

La conseguenza diretta fu il drastico crollo del mercato immobiliare americano, con un susseguirsi massiccio di pignoramenti che comportò un incremento di offerta di abitazioni sul mercato, esercitando una ulteriore pressione al ribasso sui prezzi immobiliari, e l'ingresso nello stato di crisi da parte delle più importanti istituzioni finanziarie americane. Tale avvenimento, di enorme portata considerando che la crisi si spostò poi su di una dimensione globale, alimentò un sentimento che stava già aleggiando da tempo, ovvero il desiderio di distaccarsi dal controllo statale, sia formale che sostanziale.

In linea generale, si avverte la tendenza per cui l'individuo economico e neoliberista - oltreché razionale- si plasma altresì nel ruolo di fornitore di un servizio o di un bene[179].

È però necessario affermare una caratteristica interessante, ma sino ad ora celata, di questa tecnologia; nel descriverne la struttura e la *governance* alla base, nonché la sua vocazione alla considerazione democratica e paritaria tra utenti della rete, potrebbe a prima vista sembrare che realmente chiunque sia dotato di un *personal computer* in grado di generare molteplici funzioni, intese quali formule matematiche, producendo ingenti quantità di consumo energetico man mano che le operazioni vengono implementate, possa partecipare al suo funzionamento. Nella realtà sino ad ora emersa, detto sistema si poggia molto spesso, e più realisticamente, su regole elaborate da intermediari privati che gestiscono le piattaforme all'interno delle quali vengono effettuate molteplici operazioni. Se ci caliamo nella realtà del sistema, possiamo dunque sollevare qualche perplessità, specialmente in tema di rete *permissionless* decantata e millantata dai vari sostenitori dell'architettura *blockchain* quale rete aperta e pubblica nei confronti di chiunque, a forte

[179] A. PALLADINO, *L'equilibrio perduto della blockchain tra platform revolution e GDPR compliance,* in *MediaLaws,* 2019, p. 144 ss.

tendenza democratica, in assenza di filtri e regolazioni esterne, sembra in realtà una situazione dai confini molto più incerti, in cui è una cerchia ristretta di soggetti, nella titolarità di risorse per sostenere gli ingenti costi, anche in termini di consumo energetico, ad effettuare ed a dettare le regole per le operazioni e circolazioni dei *tokens*, in particolar modo delle criptovalute[180]. La tanto declamata accessibilità della rete *blockchain* -quanto meno per la tipologia *permissionless*- nella realtà si rivela alquanto contradditoria, rivelandosi nella realtà un sistema in cui solo determinati soggetti aventi le capacità tecniche adeguate (e molto elevate) in aggiunta alle risorse economiche necessarie, sono in grado di mantenere l'accesso al sistema *blockchain*.

Resta dunque il dubbio se sia davvero così semplice realizzare una società totalmente decentrata, senza diritto statale, basata su di una convergente proprietà digitale e relativa pubblicità immobiliare detenuta nel registro condiviso a livello orizzontale tra tutti i partecipanti alla rete, come avremo modo di affrontare nel terzo capitolo[181].

2.1.2. (Segue) Le funzioni hash crittografiche e la tassonomia dei meccanismi di consenso

Non si può prescindere dall'elencazione degli elementi ineludibili della rete *blockchain*, ovvero l'*hash* di tutte le transazioni contenute nel blocco e *l'hash* con crittografia del blocco precedente, funzionale a legare i blocchi tra loro mediante una operazione logaritmica (c.d. *hash*) formando così la catena con i blocchi successivi; la funzione di *time stamp*, quale prova che i dati della transazione esistevano al momento della pubblicazione del blocco; il sistema della manifestazione del consenso.

La funzione *hash* crittografica (c.d. *cryptographic hashing function*) è una funzione matematica che traduce i dati inseriti in *input*, in una "impronta" sotto forma di stringa di numeri e lettere, avente lunghezza fissa, individuando così in maniera univoca il dato in entrata. L'*output* è caratterizzato da unicità pertanto una qualsiasi modifica, finanche impercettibile dell'*input*, genererà un *output* diverso[182].

---

[180] E. CALZOLAIO, *Bitcoin:Le sfide dell'autoregolazione,* in *Osservatorio sulle fonti,* cit., p. 1361-1362.

[181] Dubbio che non si esita a definire legittimo e che approda anche in altre questioni strettamente legate alle nuove tecnologie; a tal proposito si v. A. GAMBINO, *I sette vizi capitali dei giudici*-robot (*tra* Blockchain *e* AI), 11 dicembre 2018, reperibile al seguente indirizzo: https://www.agendadigitale.eu/cultura-digitale/i-sette-vizi-capitali-dei-giudici-robot-tra-blockchain-e-ai/, il quale illustra sette potenziali rischi nell'affidare le decisioni giudiziarie alla sequenza formata da *Blockchain, smart contract* e IoT (*Internet of Things*), ovvero ad un sistema giudiziario esclusivamente robotico, definibile soltanto attraverso un algoritmo.

[182] Le funzioni crittografiche di *hash* devono necessariamente possedere caratteristiche determinate per lo svolgimento delle proprie funzioni e precisamente: devono essere resistenti alle collisioni -ovvero non è

La funzione crittografica è utilizzata per garantire la connessione sequenziale tra i blocchi; dunque, una funzione deterministica che produce, ad un determinato *input* -che sia un qualsiasi dato, o informazione- sempre uno stesso *output*, ovvero l'*hash*, che contraddistingue un blocco della catena. Ciascun blocco contiene il proprio *hash* e l'*hash* del blocco precedente, di modo che, in caso di manipolazione di una informazione all'interno del blocco, venga prodotta l'alterazione dell'*hash*, variando consequenzialmente tutti i successivi blocchi della catena, la cui manomissione può essere facilmente notata da qualsiasi nodo operante nella rete[183]. A riprova della mancanza di manomissioni, l'"impronta" digitale (*hash*), può essere, a tal fine, tenuta segreta per verificare che il dato sia rimasto immutato, calcolando di nuovo il suo *hash* e confrontandolo con quello tenuto al sicuro, di modo da potersi assicurare circa la mancanza di manimissioni; oppure ancora, può essere inviata, in modalità cifrata, così che il ricevente possa decifrarla ed utilizzarla come nella modalità precedente, ovvero calcolando nuovamente l'*hash* per verificare così l'assenza di manomissioni. Una delle peculiari caratteristiche della *hashing function* è la sua resistenza al ricondurre l'impronta al dato originario in entrata (o "non-reversibilità")[184].

Affinché le citate funzioni di *hash* possano essere utilizzate in crittografia, devono necessariamente possedere determinate proprietà di sicurezza di modo da risultare resistente ad attacchi proveniente da terzi[185].

L'antica arte della crittografia (ovvero la scienza della scrittura nascosta, una vera e propria applicazione della matematica)[186] viene utilizzata sfruttandone le potenzialità,

---

possibile che coppie di *input* distinti producano lo stesso *hash*-, devono essere resistenti alla preimmagine -ovvero partendo dall'*output* fornito dall'*hash* è impraticabile risalire agli i*npu*t che lo hanno generato- ed infine, devono essere resistenti alla seconda preimmagine -ovvero, non è possibile trovare un secondo *input* in collisione con un *input* specifico, rendendo di fatto altamente improbabile la sostituzione di un *input* già validato con un altro *input* mantenendo la medesima impronta *hash*; si v. sul punto, P.M. GANGI, *Diritto dei non-fungible token (NFT),* cit., p. 8 ss.

[183] P. BUONO – G. LISI, *Blockchain, token, smart contracts,* in (a cura di V.V. CUOCCI, F.P. LOPS, C. MOTTI) *La circolazione della ricchezza nell'era digitale,* Pacini Editore, Pisa, 2021, p. 24 e ss.

[184] L. RICCI, *La tecnologia delle blockchain: concetti di base,* in E. NAVARRETTA, L. RICCI, A. VALLINI, *Il potere della tecnica e la funzione del diritto: un'analisi interdisciplinare di blockchain – Volume I Blockchain, democrazia e tutela dei diritti fondamentali, Atti del ciclo di seminari Pisa 18 dicembre 2020-30 aprile 2021,* Giappichelli Editore, Torino, 2021, p. 15 ss.

[185] Per una panoramica maggiormente approfondita riguardante le proprietà tecniche delle funzioni di *hash*, si v. le Linee guida Funzioni Crittografiche, elaborate dall'Agenzia per la Cybersicurezza Nazionale, in data12 maggio 2026, versione 1.1., reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.acn.gov.it/portale/documents/20119/85999/ACN_LineeGuida_Hash.pdf/e1d36f5c-c75e-06b7-9c5f-aa535ed39b33?t=1704377457344.

[186] Solo per dare una idea del ventaglio di utilizzi di questa antica arte, essa veniva applicata anche dai militari tedeschi in epoca del secondo conflitto mondiale, venendo poi tale linguaggio nascosto decifrato dai matematici inglesi.

ovvero generando compiti matematici difficili (ma non impossibili) che i nodi ("*miners*") devono risolvere, per creare un blocco ed aggiungerlo alla rete, rendendolo così non manipolabile dall'esterno. Il sapiente utilizzo della crittografia a chiave asimmetrica, caratteristica in comune con il sistema della firma digitale, porta alla manifesta contro intuitività non solo del contenuto dei vari blocchi della rete, ma altresì del contenuto stesso del messaggio che viene scambiato alla base della transazione tra due utenti. Non è di immediata percezione come gli utenti possano detenere il registro senza risalire al contenuto originario ed al contempo alterarlo, ma così è in tutta evidenza, grazie proprio all'antica arte matematica, utilizzata, nei tempi addietro, anche nei laboratori dei servizi segreti britannici.

Per saggiare la resistenza del sistema in caso di tentativi manipolatori, che facciano sorgere istanze di protezione nei confronti di coloro i quali sono coinvolti nelle transazioni, occorre analizzare il meccanismo di consenso[187] necessario per validare le transazioni (c.d. *proof of work*[188]). Sono state formulate diverse strategie per mantenere il consenso tra i nodi della rete, di cui quella adottata da *Bitcoin*, senz'altro la più nota, anche se non è l'unico meccanismo di consenso esistente.

Il protocollo di consenso viene prodotto tramite algoritmo a seguito di previa verifica positiva circa l'assenza, nei precedenti blocchi della catena, delle transazioni in entrata, consentendo il mantenimento, in tutti i nodi, della medesima copia del *ledger*.

All'interno del meccanismo *Bitcoin* (c.d. "*proof of Work"* o *PoW,* oppure ancora, "prova di lavoro") il blocco, contenente le transazioni processate e l'intestazione con l'*hash* del blocco precedente, una volta aggiunto alla struttura, si vede assegnato un numero casuale (*Number used once* o *nonce*), estremamente difficile da individuare con dei tentativi, ma la cui soluzione (necessaria per legare il blocco precedente al blocco successivo, processo che avviene memorizzando in ogni blocco l'"impronta" del blocco precedente) determina un premio in criptovalute (c.d. procedura di *"mining"*). Il processo di creazione di nuove *coins* (Bitcoin o BTC) all'interno della *Blockchain*[189], riveste più funzioni, e precisamente non solo la creazione di nuove cripto-valute, ma altresì si inserisce in un sistema più vasto, come meccanismo di produzione di incentivi

[187] Difatti, il meccanismo con cui tutti i nodi della rete mantengono la consistenza del registro condiviso è definito "consenso".
[188] Protocollo criptografico che richiede, per la creazione di un blocco della catena, dei calcoli matematici aggiuntivi, che complicano ipotetiche azioni di chi volesse manomettere il contenuto dei vari blocchi.
[189] Noto come "*mining*" (ovvero estrazione); Per un approfondimento sull'argomento, cfr. S. CAPACCIOLI, *Introduzione tecnica,* in S. CAPACCIOLI, M. T. GIORDANO (a cura di) *Crypto-asset: Regolamento MiCA e DLT Pilot Regime,* Giuffrè, Milano, 2023, 12 e ss.

(o ricompense) per la risoluzione dei complessi *rebus* matematici, ai fini della validazione dei nuovi blocchi di transazioni.

Ogni nuova transazione generata da uno dei nodi della rete, viene inviata a tutti i nodi della rete, i quali la memorizzano temporaneamente in un "contenitore"; in seguito, i nodi partecipano all'attività di risoluzione di complessi *rebus* matematici, una vera e propria gara tra *miners* a base di problemi computazionali, e colui che riesce a risolverlo per primo, decide quale transazione inserire nella rete nodale. Per tentare di essere più precisi, il problema da risolvere consiste nel dare come *input* alla funzione *hash*, le transazioni che si vuole inserire nel nuovo blocco, l'*hash* del blocco precedente e, una volta individuato, il *nonce.*

Una volta che il nodo ha avviato l'operazione di consenso, il blocco viene distribuito a tutti i componenti della rete, concretizzando quella che è la *ratio* alla base della tecnologia *DLT*: in assenza di una autorità centrale che convalidi le transazioni, occorre che tutti gli utenti siano portati a conoscenza di ciò che accade nella rete. Le transazioni poi, una volta trascritte nel registro, sono sostanzialmente inalterabili[190], crittograficamente protette, non potendo essere modificate senza il consenso della maggioranza degli utenti. Fintanto che la *Blockchain* avrà questa architettura e *governance,* è pressoché impossibile intervenire su di essa con un intervento opportunistico[191]. La *Proof of Work* si basa sulla scarsa probabilità che due nodi riescano a risolvere in contemporanea la medesima soluzione al problema matematico, ma presenta altresì problematiche legate alla limitata scalabilità nonché un alto dispendio di energia. Sono stati pertanto proposti dei meccanismi di consenso alternativi, quali la *Proof of Stake*, la *Delegate Proof of Stake,* oppure meccanismi di votazione esplicita del consenso. La *Proof of Stake,* secondo protocollo di consenso diffuso, è incentrata sul c.d. "*staking",* ovvero vincolare a garanzia delle criptovalute, assumendosi il rischio di perderle qualora il blocco non venga poi validato dai nodi della rete.[192]

---

[190] Nonostante la sostanziale immutabilità del sistema *Blockchain*, è bene ricordare che in passato è concretamente avvenuto qualche isolato attacco al sistema al fine di manipolarne il contenuto; a tal proposito, D. CONTE DE LEON, A. Q. STALICK, A.A. JILLEPALLI, *Blockchain: Properties and Misconceptions,* in *Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 2017, 11, p. 268 ss, in merito ad un attacco *hacker.*

[191] Presenta tuttavia una serie di problematiche, sia di ordine esogeno che endogeno; fra le varie, ci limitiamo ad indicare che la *Blockchain* è priva di sostanzialità giuridica, elaborando dunque in maniera acritica l'inserimento dei dati, senza un controllo in merito alla veridicità degli stessi; altresì, l'integrità dei dati immessi mal si concilia con la necessità di modificare quanto inserito, qualora non vi sia più una corrispondenza tra il mondo fattuale, esterno e quello crittografico; in merito a questo ultimo punto, una possibile soluzione è prospettata dal concetto dei c.d. "Oracoli", di cui più approfonditamente al capitolo 3.1.2., a cui si rimanda.

[192] Tali protocolli di consenso se da un lato non sono riconosciuti come sistemi energivori, a differenza della *proof of work,* dall'altro lato sono maggiormente soggetti ad attacchi informatici, qualora sussista la disponibilità di elevate quantità di criptovalute da mettere a garanzia.

Dal sistema *Blockchain* utilizzato solo per la circolazione di criptomonete (c.d. sistema *Bitcoin*), si passa poi ad una seconda fase, con la rete nodale *Blockchain* strutturalmente idonea a perseguire determinate finalità negoziali. Si diffonde il sistema *Ethereum*[193] con l'emissione di *token* che non rappresentano più solo uno strumento di scambio con operatività interna alla piattaforma ma, pur avendo una matrice tecnologica in comune con le valute virtuali, identificano manifestazioni diverse del mondo digitale, attribuendo a chi ne ha la disponibilità giuridica (attraverso il concretizzarsi di una particolare forma di situazione di appartenenza) di utilizzarle ora come mezzi di scambio, ora come strumenti di investimento (prospettando un incremento del loro valore), ora come diritto che permette di avvalersi di un *asset* virtuale o reale o di godere o fruire di un bene o servizio[194]. È stata percepita la portata rivoluzionaria della DLT e della crittografia, che prosegue il processo di incorporazione/dematerializzazione iniziato con il documento fatto circolare come merce, per arrivare all'estremo: creare e far circolare, su apposite piattaforme, *tokens* che incorporano e rappresentano i diritti più disparati. Questa tecnologia consente la "creazione" di unità digitali crittografiche storicizzate ed indelebili, alle quali l'autonomia privata può associare particolari diritti. Tentare di compiere uno sforzo ricostruttivo significa andare al di là della mera visione di *token* come stringa alfanumerica, come dato grezzo, per considerarlo un tutt'uno con l'ecosistema digitale e l'informazione, relativa a titolarità di prerogative (finanziarie e non), alla quale è associato[195].

[193] La genesi di *Ethereum* (sistema *account based*) ebbe inizio nel dicembre dell'anno 2013, tramite una iniziativa di *crowfunding,* sostanzialmente una pratica di micro-finanziamento dal basso (ICO – *Initial Coin Offerings*) e la diffusione di un *white paper* da parte dell'ideatore del progetto, Vitalik Buterin, per prendere poi vita nel luglio 2015. Il *white paper* è tutt'oggi reperibile al seguente *link*: https://ethereum.org/content/whitepaper/whitepaper-pdf/Ethereum_Whitepaper_-_Buterin_2014.pdf.

[194] A fronte della eterogeneità di queste figure, per giungere ad un esito classificatorio occorre tenere a mente una serie di criteri utili ad individuare la corretta disciplina da applicare e precisamente: - le funzioni che il token tende a realizzare; - la natura del diritto che incorpora; - la tipologia di bene sottostante; - se presenti o meno il carattere della finanziarietà (ed altresì della negoziabilità); - i rapporti contrattuali ad esso collegati. Tali indici necessari per delineare una tassonomia fanno comprendere l'estrema difficoltà nel riconoscere a questo fenomeno i tratti dell'organicità, essendo di fronte ad un elevato tasso di dinamicità. È quindi senza dubbio necessaria una classificazione multiparametro. Per una sintesi della tassonomia in materia di cripto-attività (ripresa dal legislatore euro-unitario), cfr. M. PIERRO, *L'origine europea della nozione di cripto-attività e la scelta del legislatore nazionale,* in *Corriere Tributario,* 2024, 4, 382 e ss.

[195] Non ci si può esimere dall'indicare, per un breve accenno alla tassonomia dei *token*, le definizioni contenute nel Regolamento UE 2023/1114 del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 31 maggio 2023, relativo ai mercati delle cripto-attività e che modifica i regolamenti (UE) n. 1093/2010 e (UE) n. 1095/2010 e le Direttive 2013/36/UE e (UE) 2019/1937, in GUUE L 150/49.

2.1.3. (Segue) Differenti tipologie di governance nella dicotomia tra Blockchain public/consortium/private

Sempre più segmentazioni si diffondono nel panorama della tecnologia *Blockchain*, in alcuni casi fondate su lievi distinzioni circa i meccanismi di accesso e di gestione del consenso, in altri casi fondate sulle modalità di ingresso alla piattaforma. La distinzione sopra richiamata concerne propriamente i modelli di gestione del consenso, che rappresentano il principale fulcro del discrimine tra la macrocategoria dei sistemi di tipo pubblico (*public and permissionless ledgers*) e quella dei sistemi privati (*permissioned*)[196], pur ritenendo necessario menzionare anche la categoria della blockchain ibrida (*hybrid/consortium blockchain*). Le principali distinzioni tra le tre macrocategorie richiamate risiedono più propriamente nei seguenti aspetti: identificabilità o meno dei soggetti coinvolti; selezione dei nodi e consequenziale grandezza della rete; tipologia adottata per il meccanismo del consenso condiviso; trasparenza o meno del contenuto dei blocchi all'interno del *network*.

La natura "*permissionless"* di questa tecnologia implica una partecipazione aperta, attraverso *software open source*[197], rendendo possibile a chiunque l'accesso alle informazioni registrate nei vari blocchi, ma concedendo anche la possibilità di compiere transazioni nella piattaforma, aggiungendole così ai blocchi già esistenti, non sussistendo barriere all'ingresso della rete. È pertanto assente qualunque forma di restrizione alla lettura e scrittura delle transazioni all'interno del registro. Il controllo sulla gestione della rete non avviene a livello centrale, bensì a livello decentralizzato, attraverso il gruppo di utenti che fa parte della rete. Ciò induce ad utilizzare meccanismi di consenso che comportano un alto dispendio di risorse ma si evitano così attacchi da parte di malintenzionati i quali, tenendo condotte contrarie al funzionamento del sistema, vorrebbero sovvertire il funzionamento del protocollo[198].

Detta struttura induce al massimo potenziamento di una rete totalmente decentralizzata, alimentando la narrazione di massima democraticità e parità tra gli utenti[199], nonostante

[196] Per un approfondimento circa le varie architetture *Blockchain* con diversi gradi di decentralizzazione e livelli di autogoverno, cfr. D. BRUSCHI, D. RUSCONI, M. ZOIA, *La diversificazione delle tecnologie blockchain,* in *Osservatorio del diritto civile e commerciale,* 2022, 9.
[197] È difatti un sistema basato su di un codice informatico *open source.*
[198] F. SARZANA, M. NICOTRA, *Diritto della blockchain, intelligenza artificiale e IoT,* Wolters Kluwer, Milano, 2018, p. 23 ss.
[199] Difatti, gli Autori F. SEVERINO, L. SPOSINI, *Overcoming the Friction between the "Right to be Forgotten" and Blockchain Technology through a New Approach,* in Journal of Digital Technologies and Law, 2, 2024,

secondo talune opinioni detta struttura ad alta partecipazione, disveli non pochi elementi di criticità. Viene perciò sollevato il forte dubbio che la pretesa di essere una rete a funzionamento totalmente autosufficiente attraverso l'operato di chiunque intenda partecipare alla rete, dimostri in realtà dinamiche non paritarie. Detto sistema, difatti, valorizza i soggetti aventi maggiore capacità computazionale, rivelando una intrinseca contraddittorietà tra il decantato principio di parità e la realtà operativa[200].

Nella menzionata categoria di *blockchain,* vige generalmente un vero e proprio anonimato delle identità digitali dei soggetti che vi operano all'interno; i c.d. "*wallets"* sono anonimi, restando visibile esclusivamente la chiave pubblica. Tale categoria, tanto decantata per la sua vocazione democratica, può assumere anche toni più strettamente privati, qualora richieda, pur trattandosi di una rete pubblica, la pre-identificazione in ingresso.

Le *blockchain* private (c.d. "*permissioned*") in genere, al contrario, sono reti la cui lettura e scrittura del registro viene gestita da uno o più soggetti autorizzati, e pertanto è un soggetto -privato o pubblico che sia- a controllare il funzionamento e le regole di ammissione alla rete. La partecipazione di conseguenza non è pubblica, bensì autorizzata solo nei confronti di determinati utenti mediante un sistema di controllo degli accessi, denominato anche "*ACL*" o "*access control layer"*. Tale categoria si divide in due sottocategorie, ovvero la *blockchain* di tipo *permissioned* pubblica, che assegna il ruolo di *miners* esclusivamente a nodi fidati ma la comunità di utenti aventi accesso alla rete altresì per concludere operazioni, resta aperta[201], e la *blockchain* di tipo *permissioned* privata che prevede una area ristretta nonché autorizzata sia di *miners* che di utenti, limitando del tutto l'accesso alla rete. Con una versione *permissioned* della *blockchain*, sia per i sistemi semi-aperti, sia per i sistemi del tutto chiusi, la *governance* torna ad essere, seppur parzialmente, centralizzata, concentrata nelle mani di pochi, ovvero dei promotori del progetto o sviluppatori, ricordando una sorta di struttura oligarchica[202].

---

p. 570, definiscono la rete pubblica «*(..) the public blockchain can in some ways be said to be the emblem of democracy and decentralisation».*

[200] E. NAVARRETTA, *Introduzione ai profili giuridici della tecnologia Blockchain,* in E. NAVARRETTA, L. RICCI, A. VALLINI, *Il potere della tecnica e la funzione del diritto: un'analisi interdisciplinare di blockchain – Volume I Blockchain, democrazia e tutela dei diritti fondamentali, Atti del ciclo di seminari Pisa 18 dicembre 2020-30 aprile 2021,* Giappichelli Editore, Torino, 2021, p. 8 ss.

[201] A titolo di esempio in tal senso è possibile citare la *blockchain "Ripple"*, nota piattaforma utilizzata per il trasferimento di fondi.

[202] Detta categoria concernente le reti *blockchain* private è stata definita dal fondatore della piattaforma *Ethereum*, Vitalik Buterin, «*poco più di un sistema centralizzato tradizionale*», in *On Public and Private Blockchains*, Ethereum Blog, 7 agosto 2015, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://blog.ethereum.org/; altresì definito da P.M. GANGI, *Diritto dei non-fungible token (NFT),* cit., «*una*

Tale conformazione della rete comporta altresì una modifica del meccanismo di affermazione della veridicità delle informazioni, non attraverso protocolli di consenso diffusi ed incentivi economici, bensì mediante la fiducia riposta in un ristretto gruppo di nodi ritenuti maggiormente affidabili[203].

È stata delineata una terza categoria che appare quale modello ibrido, ovvero la c.d. *combined blockchain* o *consortium blockchain,* caratterizzata da una combinazione di elementi della *blockchain* pubblica e privata; in questo caso, il meccanismo di consenso sulle transazioni è controllato da un insieme di nodi preselezionati, i quali hanno una influenza maggiore rispetto agli altri e tramite soluzioni di voto, determinano quali transazioni possono essere incluse nei blocchi. L'architettura di tale tipologia di rete è estremamente interessante per i suoi contorni ibridi: beneficia della *privacy* delle *blockchain* chiuse, private, ma si avvale altresì della *governance* decentralizzata tipica delle *blockchain* pubbliche; difatti, in lettura, una *blockchain* ibrida può essere accessibile al pubblico o limitata ai soli partecipanti. In sintesi, tali tipologie sono *blockchain* parzialmente decentrate, i nodi vengono definiti "*contributors*" e non sono posti sullo stesso piano rispetto alle operazioni che possono compiere nel sistema[204]. Generalmente questi tipi di rete si prestano a casi d'uso in cui si vuole mantenere un governo sulle transazioni ma, al contempo si vuole rendere pubblica la consultazione delle transazioni conservate nella rete. Possono prevedere speciali regole per l'accessibilità e la visibilità dei dati, introducendo una sorte di *governance* e regole di comportamento. Data la sua adattabilità e flessibilità quasi camaleontica in base all'utilizzo prospettato, sembra essere una soluzione che ben si adatta in vari settori, come quello sanitario, che verrà approfondito nel terzo capitolo.

2.2. I token *crittografici quali* assets *digitali e relativa tassonomia*

mera variante tecnologica di un classico database *centralizzato»,* p. 14; F. SEVERINO, L. SPOSINI, in *Overcoming the Friction between the "Right to be Forgotten" and Blockchain Technology through a New Approach,* cit., p. 590, affermano che in tale circostanza, ***«****not all nodes have equal importance****»****.*

[203] V. ORSINI, *La protezione dei dati personali,* in *Tecnologia e Diritto*, 2, 2023, p. 385 ss.

[204] Con espresso riferimento all'affidamento della *blockchain* ad un gestore unico, si pensi allo Stato Estone che ha adottato una *blockchain* di tipo privato per la conservazione dei dati sanitari, consentendo così un sistema virtuoso che coniuga la digitalizzazione dell'amministrazione a quello della ricerca scientifica, prevedendo per gli operatori sanitari che registrano i metadati anonimizzati ai fini di studio ed analisi, una ricompensa; cfr. sul punto https://www.irpa.eu/lamministrazione-ai-tempi-della-blockchain-il-caso-estone/;

Nonostante i molteplici interrogativi attorno alla sua qualificazione giuridica, il lemma "*Token*" non ha tutt'oggi ricevuto precise definizioni da normative statali[205]; tuttavia, nonostante l'assenza di una vera e propria delimitazione concettuale, è oggetto di scambi transnazionali tra i nodi della rete. Un aspetto particolare, proprio delle comunità digitali, è la velocità con cui quest'ultime stabiliscono solerti le regole per lo svolgimento dell'attività economica, in contrasto con la lentezza del diritto statuale nell'adattarsi all'innovazione[206].

Estremamente difficoltoso diventa delineare il contenuto e lo *status* giuridico del *token*, data la sua polisemia e consequenziale eterogeneità portata dall'ampia gamma di funzioni che esso può svolgere[207]. I *token* possono difatti rappresentare un articolato complesso di risorse, scambiate all'interno della rete nodale. Tale ricchezza digitale - composta da tutte quelle entità qualificabili come *assets* digitali basati su *blockchain* che rappresentano diritti o beni all'interno della piattaforma- si colloca in un costante rapporto di tensione con gli istituti tipici dei vari ordinamenti[208]; impone di affrontare la sua riconducibilità o meno alla categoria giuridica dei "beni" e conseguentemente interrogarsi sulla sua attitudine a fungere da oggetto di scambi tra i partecipanti alla rete e come tale suscettibile di esprimere un valore giuridicamente vincolante, sino alla possibilità di ritenere tali prodotti digitali, alla stregua dei beni tradizionali, suscettibili di costituire garanzia patrimoniale.

---

[205] Anche se in alcuni contesti si vede attribuita una accezione specifica, ad esempio nell'articolo 14 del *Consumer Act* 1974 del Regno Unito, il quale recita: «*[a] credit-token is a card, check, voucher, coupon, stamp, form, booklet or other document or thing given to an individual by a person carrying on a consumer credit business, who undertakes (a) that on the production of it (whether or not some other action is also required) he will supply cash, goods and services (or any of them) on credit, or (b) that where, on the production of it to a third party (whether or not any other action is also required), the third party supplies cash, goods and services (or any of them), he will pay the third party for them (whether or not deducting any discount or commission), in return for payment to him by the individual"*». Si tenga presente che altresì in Francia è stata emanata una normativa in tema di tecnologia *blockchain* e *crypto assets*, ovvero la *Loi* 2019-486, del 22 maggio 2019, nota anche come *Loi* PACTE, acronimo di *"Plan d'action pour la croissance et la transformation des entreprises"*. In tema, si V. A. BERRUTO, *La nuova disciplina francese dei cryptoasset: un tentativo regolatorio?*, in *dirittobancario.it*, 11 febbraio 2020, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.dirittobancario.it/art/la-nuova-disciplina-francese-dei-crypto-asset-un-imperfetto-tentativo-regolatorio/.

[206] G. RESTA, *Nuovi beni immateriali e* numerus clausus *dei diritti esclusivi,* in G. RESTA (a cura di), *Diritti esclusivi e nuovi beni immateriali,* Utet Giuridica, 2010, p. 20, parla di *«divario profondo e strutturalmente incolmabile tra la rapidità del progresso tecnologico e la lentezza della risposta parlamentare.».*

[207] Dall'avvento del protocollo *Bitcoin*, è poi emersa una moltitudine di *cripto-assets*, che vanno dalle *stable coins* ai *Non-fungible tokens* utilizzati per trasferire beni digitali, tra cui immagini e persino *tweets*.

[208] Un esempio in tal senso può essere ricondotto al conflitto concernente più propriamente il rapporto tra creditori e debitori, qualora il patrimonio di questi sia costituito interamente da ricchezza digitale che ne rappresenta la garanzia patrimoniale debitoria; sul punto si veda A. GENTILI, *Ricchezza digitale e responsabilità patrimoniale*, cit., p. 1119 ss.

Non è però possibile prescindere dalla comprensione dei meccanismi di creazione, conservazione e trasferimento di tali *assets* digitali, per avere piena cognizione del nuovo contesto digitale, talvolta ritenuto paradossale, in cui possono addivenire scambi e transazioni a vario titolo, altresì replicabili nel mondo reale.

Nell'esplorare il percorso evolutivo dei beni digitali ed in particolare dei *token*, si è consapevoli che la prima difficoltà nasce dall'eccessivo livello di astrattezza che domina il contesto degli *assets* digitali. Difatti, un *token,* concetto nativo della tecnologia *blockchain*[209], può essere inizialmente definito come un'informazione memorizzata in un libro mastro condiviso tra più processori, ma protetto da un protocollo che ne impedisce la modifica o l'alterazione ed inserito in una sequenza cronologica che gli riconosce il valore di informazione storicizzata.

Punto di partenza è pertanto il riconoscimento di un *token* quale informazione indelebile, durevole ed in taluni casi, caratterizzata dalla rivalità nell'utilizzo. Nella prassi economica è diffusamente accettata la concezione di *token* inteso come *asset* virtuale, ovvero entità suscettibili di valutazione economica e di circolazione, rappresentative o meno di utilità connesse a beni e servizi, materiali o immateriali. Da tale prospettiva, il *token* può essere descritto come unità informativa digitale, idonea ad incorporare o rappresentare posizioni giuridiche o utilità rilevanti[210], consentendo una gestione e circolazione autonoma nell'ambiente digitale. Più nello specifico, l'oggetto del *token,* vera e propria porzione di un *software,* consiste in un codice univoco, c.d. "*hash",* che rappresenta una specifica transazione avvenuta e pertanto, più comunemente, si rammenta che il contenuto del gettone virtuale sia nient'altro che informazioni "tokenizzate". Il concetto di *token*, difatti, a differenza della cripto-valuta, sottende un processo di "tokenizzazione" che può avere ad oggetto *asset,* prodotti e servizi.

[209] È doveroso ricordare che la nascita dei *token* è fortemente legata al fenomeno delle *Initial Coin Offerings* (o in acronimo "*ICO*"), intesa come forma alternativa di raccolta di capitale, attraverso le *security offering*.
[210] Difatti il *token* è stato definito dalla ASSOCIAZIONE BLOCKCHAIN ITALIA, *Token, asset digitali e ID: i diritti soggettivi in chiave criptolegale,* 11 marzo 2020, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://associazioneblockchain.it/doc/token-asset-digitali-e-id-i-diritti-soggettivi-in-chiave-criptolegale/, come *«un token è innanzi tutto un titolo digitale che rappresenta un diritto, o addirittura che incorpora un diritto, in favore del suo possessore.».*

Una parte della dottrina è solita parlare di un vero e proprio diritto d'uso connesso all'oggetto del *virtual asset,* senza la cui titolarità non potrebbe essere gestito l'intero ciclo di vita del *digital asset*[211], dall'origine sino al trasferimento ed alla relativa estinzione[212].

L'unicità è tradizionalmente indicata quale tratto distintivo del *token*, in quanto il carattere della rivalità viene conferito dal *locus* specifico che il gettone virtuale occupa nello spazio digitale della rete, non occupabile da altri *tokens*[213]. Da tale carattere di rivalità emerge la proprietà dell'originalità, non attribuibile ad un qualsiasi *asset* digitale. Qualora due o più *tokens* contengano la medesima informazione, essendo connaturati da una rivalità non solo spaziale ma altresì temporale, mantengono ciascuno la propria integrità.

Si è soliti affermare per comodità che i *token*, siano essi fungibili o non fungibili (distinzione che verrà affrontata nel proseguo del presente capitolo), vengano detenuti nei *wallets*[214]*;* in realtà al loro interno viene conservata una chiave privata ed una chiave pubblica (nota altresì come indirizzo pubblico al quale viene inviato il *token*).

Attese le difficoltà di determinare un corretto inquadramento giuridico della fattispecie, le strade percorribili possono essere molteplici. Ai nostri fini, occorre preliminarmente mettere in relazione in un rapporto di *genus* a *species* la nozione di "*token*" con quella di "*cripto-asset*"[215], che a sua volta è una sottocategoria del più ampio

---

[211] Descritti dalla dottrina come beni immateriali, aventi carattere non finanziario e passibili di circolare tramite tecnologie a registro distribuito.

[212] P. CINELLI, *Gli* asset *virtuali e l'identità degli oggetti:* digital twins, in *Notariato e nuove tecnologie a servizio del patrimonio artistico e museale. Realtà virtuale e garanzie,* 2024, 1, p. 108, secondo il quale *«è "*digital asset*" qualsiasi cosa esista in formato digitale e che porti con sé un diritto d'uso dovendosi escludere dalla categoria di* asset *tutto ciò che tale diritto non porti con sé. Ove non fosse disponibile il diritto del contenuto così creato, certamente non si potrebbe parlare di* digital asset*, in quanto è proprio il diritto di uso che consente, in particolare, la gestione delle sue informazioni (o dati intrinseci), la sua condivisione o trasmissione e infine la sua conservazione.».* Contrariamente altra dottrina come F. ZAMBARDINO, *La tokenizzazione del settore immobiliare,* in *Ianus Diritto e finanza* 2020, 21, p. 83, afferma che il contenuto del *token*, composto da informazioni in formato digitale *«attribuiscono ad un determinato soggetto un diritto di proprietà sul complesso dei dati registrati e trasferibili su un* network*».*

[213] F. RAMPONE, *NFT e token crittografici in chiave civilistica: dal documento informatico agli atomi digitali,* in *Dialoghi di Diritto dell'Economia,* giugno 2023, p. 1 ss.

[214] A titolo esemplificativo, basti pensare ai noti *Bitcoin*, che difatti non sono fisicamente detenuti dai privati utilizzatori, bensì sono conservati in *e-wallet* -ovvero portafogli elettronici- resi accessibili tramite *password*, che di fatto altro non sono che *software* programmati da appositi soggetti, denominati *wallet providers*.

[215] Una prima definizione, in ordine di tempo, di "*crypto assets"* proviene dal Gruppo di Azione Finanziaria Internazionale ("GAFI", ovvero la *Financial Action Task Force*, in acronimo "*FAFT"*), il quale afferma: *«A virtual assets is a digital representation of value that can be digitally traded, or transferred, and can be used for payment or investment purposes. Virtual assets do not include digital representations of fiat currencies, securities and other financial assets that are already covered elsewhere in the FATF Reccomandations»,* Financial Action Task Force, FAFT Recommendations, *International Standards on Combating Money Laundering and the Financing of Terrorism & Proliferation,* 2012-2025, Parigi, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.fatf-gafi.org/content/dam/fatf-

concetto di "*assets* digitali"[216]. Difatti, qualora il *digital asset* sia percepibile e sia idoneo a circolare tra gli utenti attraverso chiavi crittografiche su di una rete decentrata, ecco che il bene digitale viene descritto come *crypto-asset,* sequenza alfanumerica sotto forma di codice si, ma che incorpora in sé il potenziale per produrre un valore economico in base all'impiego dell'informazione contenuta al suo interno.

La figura del *token* è stata dunque definita in letteratura avvalendosi di un concetto astratto come la rappresentazione digitale di un valore ma può altresì essere definito come vero e proprio *asset* crittografico, nativo elettronico, che rappresenta un diritto, ad esempio un diritto di credito nei confronti del fornitore, una situazione giuridica attiva o un mezzo di scambio per la partecipazione a un sistema più complesso che potrebbe essere

---

gafi/recommendations/FATF%20Recommendations%202012.pdf.coredownload.inline.pdf?nocache=true. Definizione poi pedissequamente ripresa nel Regolamento UE 2023/1114, noto anche come Regolamento MiCA, il quale, all'art. 4, definisce le criptoattività come *«una rappresentazione digitale di valore o di un diritto che può essere trasferito e memorizzato elettronicamente, utilizzando la tecnologia a registro distribuito o una tecnologia analoga.».* In proposito di un inquadramento delle cripto-attività, soprattutto in ambito finanziario, si v. I. D'AMBROSIO, *La regolamentazione delle cripto-attività tra Decreto* Fintech *e regolamento MiCA*, in *Rivista di Diritto Bancario*, 2024, 3, p. 799 s., ove l'Autrice afferma *«Il fenomeno delle cripto-attività (..) sebbene presenti delle similitudini con la tecnica di registrazione e movimentazione delle scritturazioni contabili a fondamento dei sistemi di gestione accentrata degli strumenti finanziari dematerializzati, presenta aspetti peculiari poiché la stessa tecnologia DLT, pur non alterando in sostanza la natura del bene giuridico incorporato, può incidere sia sulle modalità di circolazione sia sulla forma dell'attività.»* Tuttavia, secondo P.M. GANGI, *Diritto dei non-fungible token (NFT),* op. cit., p. 30, la concezione dei beni digitali come mera rappresentazione del valore sarebbe da considerare svilente, in quanto non sarebbe valorizzata la loro specificità data dal valore economico che rappresenta, bensì verrebbero considerate al pari di una semplice replica del valore del bene sottostante.

[216] La definizione di *digital assets* contenuta al principio n.2 nei *Principles on Digital Assets and Private Law,* iniziativa elaborata dall'*Unidroit* il quale ha istituito un gruppo di lavoro apposito al fine di predisporre un testo che fornisse una guida a livello internazionale ai vari legislatori, in materia di custodia, trasferimento ed utilizzo dei *digital assets,* permettendo così di adeguarsi a *standard* conformi e prettamente mirato ad aspetti squisitamente privatistici, stabilisce: *«'Digital Asset' means an electronic record which is capable of being subject to control»,* ove il concetto di "*control"* è considerato fondamentale in riferimento ai *crypto-asset* e viene paragonato dall'*Unidroit* ad un concetto per certi versi similare al termine "possesso" seppur si stia trattando una entità immateriale e pertanto non tangibile; tale iniziativa è reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.unidroit.org/wp-content/uploads/2024/01/Principles-on-Digital-Assets-and-Private-Law-linked-1.pdf. A tal proposito, si segnalano degli Autori che hanno sostenuto la tesi dell'applicabilità del "possesso" quali situazione di fatto e non di diritto, suscettibile di applicazione in riferimento ai *token* e precisamente P.M. GANGI, *Diritto dei non-fungible token (NFT),* op. cit., p. 37; F. RAMPONE, *NFT e token crittografici in chiave civilistica: dal documento informatico agli atomi digitali,* op. cit., p. 4, il quale sostiene *«Ne consegue che, a differenza dei comuni asset digitali che sono duplicabili all'infinito e per i quali, quindi, proprio come i beni immateriali, il possesso non è una situazione di fatto, ma di diritto, ravvisabile solo nell'esibizione di un titolo comprovante la legittima titolarità di un diritto reale (di godimento o garanzia), ad un token, proprio perché "rivale", può applicarsi la nozione di possesso in senso tradizionale, come potere di fatto (ed esclusivo) sulla cosa.».* In senso contrario E. DAMIANI, *Cripto-arte e non fungible tokens: i problemi del civilista,* in *Rassegna di diritto della Moda e delle Arti,* 4 maggio 2023. Si segnala infine che la definizione adottata dall'Unidroit, *Principles on Digital Assets and Private Law,* è coerente con quella stabilita dall'EUROPEAN LAW INSTITUTE ("ELI"), *Principles and Guidance for Enforcement Against Digital Assets,* reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.europeanlawinstitute.eu/fileadmin/user_upload/p_eli/Projects/Access_to_Digital_Assets/ELI_Principles_and_Guidance_for_Enforcement_Against_Digital_Assets.pdf; sul punto si v. G. GIOIA, Enforcement *dell'immateriale: i* Principles *dell'ELI e la costruzione di un diritto europeo dei* digital assets, in Rivista dell'esecuzione forzata, 4, 2025, p. 863 ss.

un'iniziativa economica come un progetto commerciale o una piattaforma per la fornitura o la ricezione di prodotti o servizi[217]. La loro capacità di incorporare tali contenuti, che siano a carattere dispositivo o performativo, può condurre a considerare il *token* come un titolo, in quanto si crea la medesima situazione ovvero un particolare legame tra il documento, il contenuto di quest'ultimo ed il suo titolare. Invero, sulla base della considerazione del titolo quale documento necessario per far valere il diritto in esso menzionato, allo stesso modo secondo taluni, il *token* è un documento necessario per far valere il diritto in esso contenuto. Quello che secondo taluni si ricrea è una particolare forma di dematerializzazione con contestuale incorporazione del vincolo cartolare all'interno del documento stesso -documento che non ha più la forma cartacea ma bensì esclusivamente digitale[218].

Dopo essere stato oggetto di vari appellativi, tra cui quello di "gettone virtuale" e "unità di valore", altra dottrina giunge ad individuare il *token* nella veste di mero contenitore[219], il quale conserva al suo interno informazioni che, sulla base di una doppia componente -pubblica e privata- consente di identificare la titolarità di un *file,* separando nettamente il supporto informatico dal suo contenuto.

Secondo altra parte della dottrina le informazioni al suo interno determinano l'assimilabilità del *token* ad una vera e propria unità di valore, rendendolo rappresentativo di un diritto o di un bene ovvero funzionalmente collegato all'esercizio di una specifica utilità all'interno della rete nativa.

---

[217] Così vengono descritti i *digital assets* (termine che viene considerato sinonimo di *crypto assets* ed altresì di *virtual assets*) nel progetto di legge statunitense Lummis-Gillibrand, denominato *"Responsible Financial Innovation Act"*, presentato dalle senatrici Kirsten Gillibrand e Cynthia Lummis, per creare un quadro normativo completo in tema di *assets* digitali e precisamente vengono definiti *«the term digital assets (A) means a natively electronic asset that (i) confers economic, proprietary, or access rights or powers; and (ii) is recorded using cryptographically secured distributed ledger technology, or any similar analogue; and (B) includes: (i) virtual currency and ancillary assets, consistent with section 2(c)(2)(F) of the Commodity Exchange Act; (ii) payment stablecoins, consistent with section 403 of the Legal Certainty for Bank Products Act of 2000 (7 U.S.C. 27°) and (iii) other securities and commodities, subject to subparaghaph (A).»,* reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.gillibrand.senate.gov/wp-content/uploads/imo/media/doc/Lummis-Gillibrand%20Responsible%20Financial%20Innovation%20Act%20%5bFinal%5d.pdf.

[218] F. RAMPONE, *NFT e token crittografici in chiave civilistica: dal documento informatico agli atomi digitali,*cit., p. 21.

[219] Sotto forma di documento digitale idoneo a rappresentare informazioni. Così C. SANDEI, *Initial Coin Offering e appello al pubblico risparmio,* in M- CIAN, C. SANDEI (a cura di), *Diritto del Fintech,* Padova, Wolters Kluwer, 2020, p. 280, il quale afferma che il *token «non è altro che un documento, ossia la rappresentazione di una posizione giuridica su un bene o di una pretesa verso un determinato soggetto».* Vi è anche chi parla di "contenitore" per intendere in realtà uno strumento che incorpora un diritto o un *asset;* si v. a tal proposito J. VERSTAPPEN, *Tokenisation of Absolute Rights and Claims: On the Use of Tokens to Transfer Rights in Property Law,* in *European Journal of Risk Regulation,* 2025, p. 7 e ss, il quale parla, nonostante tale espressione possa essere piuttosto fuorviante, di *«token container model».*

Alcuni paesi hanno espressamente riconosciuto al *token* il rango di "bene", valorizzando il suo valore patrimoniale e la sua capacità di rendersi l'oggetto delle varie vicende di circolazione[220].

A dispetto delle varie espressioni, talvolta fantasiose, evocate dalla dottrina, il fenomeno che traspare risulta avere ancora tinte piuttosto sfocate.

In considerazione del fatto che lo *status* giuridico del *token* dipende dai diritti ad esso associati, si sono dispiegate varie iniziative definitorie, soprattutto in ambito internazionale. Un primo tentativo definitorio nella realtà pre-MiCAr viene proposto dalla legislazione maltese, la quale definisce il *token* come una mera forma di registrazione di informazioni su di una piattaforma *DLT*, la cui utilità ed il cui valore possono essere espressi esclusivamente all'interno della rete *DLT*[221].

Altra elaborazione nozionistica, più precisamente la prima vera normativa in Europa in materia di *token,* è stata proposta dallo stato del Liechtenstein con il *Token and Trusted Technology Service Provider Act*[222] *("TVTG"* in passato noto come *Blockchain Act* ed oggi tradotto come "Legge sui fornitori di *token* e servizi tecnologici affidabili"), riconducendo il concetto di *token* ad un contenitore, un c.d. *Token Container Model,* capace di contenere l'insieme di informazioni che possono rappresentare diritti di proprietà o altre tipologie di diritti, così come situazioni di appartenenza, nei confronti di uno degli "*identifier"* all'interno della rete. Il testo normativo, inoltre, per colmare il divario tra il mondo reale ed

---

[220] Art. L. 552-3 del *Code monètaire et financier,* introdotto con la legge n. 2019-486 del 22 maggio 2019 nota come legge "*PACTE*", che riconosce i gettoni virtuali ("*jetons")* come *bien incorporel;*

[221] *Malta Virtual Financial Assets Act (2018),* reperibile *online* al seguente indirizzo: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=NIM:202103962, p. 7, il quale recita *«"virtual token" means a form of digital medium recordation whose utility, value or application is restricted solely to the acquisition of goods or services, either solely within the DLT platform on or in relation to which it was issued or within a limited network of DLT platforms».* Per un commento, si v. F. CALLEGARO, *Virtual Financial Assets: un primo complesso approccio legislativo. Analisi della Regolamentazione maltese,* in www.dirittobancario.it, ottobre 2019, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.dirittobancario.it/art/virtual-financial-assets-un-primo-complesso-approccio-legislativo-analisi-della-regolamentazione-maltese/.

[222] *Token and Trusted Technology Service Provider Act TVTG* (2019) reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.regierung.li/files/medienarchiv/950-6-01-09-2021-en.pdf, il quale definisce i *token* come *«a piece of information on a TT System which: 1. Can represent claims or rights of memberships against a person, rights to property or other absolute or relative rights; and 2. Is assigned to one or more TT Identifiers».*in questo caso il legislatore, al fine di risolvere il problema del corretto o meno trasferimento di situazioni giuridiche sottostanti al *token,* ha scelto la soluzione che riconosce una sostanziale equiparazione tra la procedura di tokenizzazione e l'incorporazione giuridica del diritto rappresentato dal *token,* di talché consente il simultaneo trasferimento da un titolare ad un altro, non solo del *token* ma altresì dei diritti da esso rappresentati. Sul punto si v. H. SCHALL, *European Perspectives: Tokenizing Real-Assets in Liechtenstein,* 2 febbraio 2021, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://europeanblockchainassociation.org/2021/02/02/european-perspectives-tokenizing-real-assets-in-liechtenstein/.

il mondo digitale, introduce la figura del "validatore fisico" affinché possa essere garantita la reale esistenza del diritto incarnato dal *token*.

Anche la Svizzera si è concentrata sulla chiarezza normativa del fenomeno con una certa solerzia, attraverso la revisione del Codice delle obbligazioni e l'introduzione della legge *DLT* 2021, con cui prevede pacificamente l'emissione di diritti in forma tokenizzata nonché la loro negoziazione su sistemi di *trading* appositi.

L'Autorità di vigilanza del mercato finanziario svizzero (*Financial Service Market Supervisory Authority*, "*FINMA"*)[223] all'interno delle linee guida fornite in merito alle Offerte Iniziale di Moneta, ha istituito un primo sistema di classificazione delle varie tipologie di *token* individuando tre categorie primarie basate su criteri funzionali, ovvero la funzione economica-sociale dalle stesse assolte e la loro attitudine alla circolazione, suddividendole in: -*token* di pagamento/scambio, ovvero intesi quali mezzi di scambio; -*token* di utilità (o *utility token*) la cui funzione è volta all'accesso a servizi *digital*; ed infine -*asset-based token*. La prima categoria è caratterizzata da una finalità monetaria in senso lato, la seconda categoria comprende l'accesso digitale a un'applicazione o a un servizio (possono essere ritenuti simili ad un *voucher*: il *token* viene riscattato a fronte di un servizio o di un bene fornito dall'emittente), mentre l'ultima categoria è caratterizzata dalla prevalenza della finalità di investimento di capitale[224] e rappresenta un valore patrimoniale sotto forma di *asset*, come la partecipazione in società, dunque diritti societari o un diritto al pagamento di utili o interessi, tipicamente un credito verso l'emittente. L'obiettivo di questo intervento normativo è stato quello di estendere il quadro normativo applicabile ai titoli (come azioni ed obbligazioni) ai *security token*, in particolare nel contesto delle *Initial Coin Offerings (ICO)*. Questa distinzione è risultata determinante ai fini della costruzione delle categorie astratte entro cui ricondurre i diversi prodotti. Viene così tracciata una prima linea di demarcazione tra i prodotti che rientrano nella regolamentazione dei mercati finanziari, quelli che rientrano nella regolamentazione dei servizi di pagamento e quelli che non rientrano né nell'uno né nell'altro gruppo.

---

[223] *Guidelines for enquiries regarding the regulatory framework for initial coin offering (ICOs),* in data 16 febbraio 2018, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.finma.ch/en/~/media/finma/dokumente/dokumentencenter/myfinma/1bewilligung/fintech/wegleitung-ico.pdf?sc_lang=en&hash=83EE49D77DA54DD079F314D9EDCBDC3D.

[224] J. G. ALLEN, M. RAUCHS, A. BLANDIN, K. BEAR, *Legal and Regulatory Considerations for Digital Assets*, Cambridge Centre for Alternative Finance, 2020, p. 10, reperibile *online* al seguente indirizzo https://www.jbs.cam.ac.uk/faculty-research/centres/alternative-finance/publications/legal-and-regulatory-considerations-for-digital-assets/.

Tuttavia, è opinione diffusa che questa tripartizione non offra una categorizzazione definitiva di un fenomeno nuovo ed in rapido sviluppo come la "*tokenization"*. La tassonomia funzionale, dato l'alto grado di flessibilità insito nei *tokens*, non è priva di limiti[225]. Infatti, i *tokens* possono essere in grado di svolgere un numero maggiore di funzioni rispetto a quelle previste dalla tassonomia funzionale stessa. L'Autorità svizzera di vigilanza sui mercati finanziari (*FINMA*) ha indicato come possibili anche forme ibride, oltre a quelle precedentemente menzionate (ad esempio, *Ether* è un *token* utilizzato in due distinti ruoli sulla rete *Ethereum*: come *token* di utilità, svolgendo il ruolo di commissione nel *trading* e come *token* di pagamento, grazie alla sua elevata liquidità sulla rete)[226]. Appare chiaro che più funzioni attribuite al *token* possano sovrapporsi, ad esempio rivestendo la veste di valore mobiliare ed altresì di mezzo di pagamento in occasione della partecipazione ad una *Initial Coin Offering.* La funzione del *token* è strettamente collegata alla struttura della raccolta dei fondi; possono esservi *ICO* che emettono *token* già in sede di raccolta del capitale ed altre in cui è prospettata l'emissione del *token* da parte degli investitori successivamente alla raccolta del capitale.

Esiste poi un'altra categoria di *token*, ovvero quelli che incorporano diritti di proprietà; possono svolgere una funzione mista tra *tokens* di utilità, che conferiscono diritto di accesso ad un bene e *security tokens*, rappresentando diritti di comproprietà o proprietà, ma conferendo altresì diritti aggiuntivi, come il diritto di voto o diritti economici per i rappresentanti legali o gli azionisti di una società.

Il Regolamento (UE) del Parlamento Europeo e del Consiglio del 31 maggio 2023 n. 2023/1114[227], nonostante si ponga in posizione gerarchicamente inferiore alla Direttiva UE 2014/65 "*Market in Financial Instruments Directive"* ("MiFID"), muove dall'obiettivo di creare un *corpora* normativo strutturato in materia di *crypto assets,* e nonostante non si soffermi sulla definizione del *token* probabilmente dandola per assodata, ne sviluppa una

---

[225] J.M. GARRIDO, *Digital Tokens: A Legal Perspective*, *International Monetary Fund,* WP/23/151, p. 23, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2023/07/28/Digital-Tokens-A-Legal-Perspective-537041.

[226] EBA, *Report with advice for the European Commission,* 9 Gennaio 2019, p. 7, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.eba.europa.eu/sites/default/files/documents/10180/2545547/67493daa-85a8-4429-aa91-e9a5ed880684/EBA%20Report%20on%20crypto%20assets.pdf.

[227] Regolamento (UE) 2023/1114 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 31 maggio 2023, relativo ai mercati delle cripto-attività e che modifica i regolamenti (UE) n. 1093/2010 e (UE) n. 1095/2010 e le direttive 2013/36/UE e (UE) 2019/1937, pubblicato in GU L 150 del 9 Giugno 2023, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/ALL/?uri=celex:32023R1114, al quale il legislatore italiano ha dato attuazione con il d. lgs. 129 del 5 settembre 2024. Per una compiuta analisi sul Regolamento (UE) 2023/1114, si v. M. LEMBO, *Il Regolamento UE 2023/1114 (MiCA) sul mercato delle cripto valute,* in *Contr*., 2025, 1, p. 70 ss.

ulteriore tassonomia che diverge in parte da quella tradizionale accettata da alcune autorità internazionali, includendo nel suo articolo 3 -la cripto-attività, intesa quale «*rappresentazione digitale di un valore o di un diritto che può essere trasferito e memorizzato elettronicamente, utilizzando la tecnologia a registro distribuito o una tecnologia analoga*» all'art. 3, co. 1, n. 5, ove viene prevista una definizione che sembra calzare per tutte le tipologie di cripto-attività, comprese quelle non soggette alla disciplina MiCAr[228]*; - token* collegato ad attività, *asset referenced-token* – "*ART*", inteso quale «*tipo di cripto-attività che non è un token di moneta elettronica e che mira a mantenere un valore stabile facendo riferimento a un altro valore o diritto o a una combinazione dei due, comprese una o più valute ufficiali*»; *-token* di moneta elettronica, i c.d. *e-money token –"EMT"*, inteso quale «*tipo di cripto-attività che mira a mantenere un valore stabile facendo riferimento al valore di una valuta ufficiale*», ed infine *-utility token*, inteso quale «*tipo di cripto-attività destinato unicamente a fornire l'accesso a un bene o a un servizio prestato dal suo emittente*»[229].

L'aspetto fondamentale riguarda la tripartizione che lascia al centro la figura del *token*, delineando due categorie di *stable coins* (o *asset linked stablecoin*) con l'obiettivo di aggirare le fluttuazioni di valore (*Asset-referenced tokens* o "*ART"* di cui al Titolo III ed *Electronic money tokens* o "*EMT"* di cui al Titolo IV) ed una categoria a carattere residuale al Titolo V, definita *non referred token* o *"NRT",* i *token* c.d. "*other than*", che comprende tutte le cripto-attività che non rientrano nell'ambito degli strumenti finanziari e non sono altresì in linea con le due categorie di *stable coins*, compresi gli *utility tokens*[230]*,* rappresentativi di un valore di accesso, e le frazioni di *Non Fungible Tokens* ("F-NFT", che verranno trattati nel proseguo del presente capitolo).

---

[228] Sembra essere riconosciuta espressamente la qualità del *token* dell'essere rappresentativa di valori ed altresì di diritti, i cui elementi costituivi sono la forma documentale digitale, oltre all'oggetto della documentazione digitale, che può essere rappresentata da situazioni giuridiche differenti.

[229] La norma parla di "accesso" ad un bene o ad una utilità, non nominando i "diritti di proprietà" su di un bene; tale esclusione lascia pensare ad un *token* che documenti un diritto di godimento, ovvero un accesso ad un bene, ad un servizio, un'utilità piuttosto che un diritto reale su di un bene.

[230] La prassi ha dimostrato nel tempo che gli *utility tokens* sono stati utilizzati in molte occasioni dalle emittenti per sfuggire alle regole imposte dalla normativa in materia di *securities,* come l'obbligo di pubblicazione del prospetto informativo. Affinché si possa parlare di strumento finanziario occorre la coesistenza di tre elementi ovvero l'impiego di capitale, una aspettativa di rendimento ed un rischio correlato all'impiego del capitale; si v. sul punto la Comunicazione della CONSOB, n. 0385340, del 28 aprile 2020, p. 2, che a sua volta richiama due sue precedenti comunicazioni sul punto ovvero la n. DI/98021215 del 23 marzo1998 e la n. DI/82717 del 7 novembre 2000, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.consob.it/documents/1912911/1979253/c0385340.pdf/247e8990-af6f-7da7-1752-036b74b27753.

I c.d. *e-money token asset* o "EMT" rappresentano *token* di moneta elettronica emessi da banche o Istituti di Moneta Elettronica ("IMEL") ed il cui possessore ha diritto in qualunque momento al rimborso al valore nominale, in fondi diversi dal *token* di moneta elettronica, nei confronti del soggetto emittente[231].

I *token* collegati ad una attività, al pari della categoria di EMT, sono anch'essi fungibili, trasferibili e devono prevedere il diritto di riscatto.

I "grandi assenti" dalla tassonomia elaborata nel Regolamento MiCA sono i cc.dd. *investment token* o altresì detti *security token*[232], i quali restano esclusi dal perimetro elaborato dal Regolamento in quanto considerati strumenti finanziari, qualificazione da cui deriva l'applicazione eurounitaria in materia di strumenti finanziari, indipendentemente dalla loro natura di cripto-attività e pertanto ritenuti idealmente coperti dalla disciplina tradizionale in materia di strumenti finanziari[233].

Ai sensi dell'articolo 97 del MiCAR, le tre autorità europee di vigilanza (ovvero le *European Supervisory Authorities* e precisamente: *European Banking Authority, European Insurance and Occupational Pensions Authority* ed *European Securities and Markets Authority* –denominate anche *"ESA")* sono state chiamate a sviluppare ed applicare un quadro normativo comune e pratiche convergenti nell'ambito dei *tokens*. A tal fine, le *ESA* sono tenute a definire, per quanto possibile, un approccio comune alla classificazione delle cripto-attività attraverso un *test* standardizzato[234] per la classificazione delle cripto-attività, il quale si basa sul seguente approccio: tutti gli attributi del *token* in questione devono essere presi in considerazione al fine di effettuare una classificazione caso per caso secondo un approccio comune. È quindi necessario determinare se il *token* costituisca o meno una

---

[231] Art. 49 Reg. UE 2023/1114, il quale al punto n. 4 recita *«Su richiesta del possessore di un token di moneta elettronica, l'emittente di tale token di moneta elettronica lo rimborsa, in qualsiasi momento e al valore nominale, pagando in fondi diversi dalla moneta elettronica il valore monetario del token di moneta elettronica detenuto al possessore del token di moneta elettronica».*

[232] Tassonomia che si allontana dalla prima, elaborata dalla FINMA, che al contrario, includeva espressamente la categoria degli *investment token.*

[233] Vige una mancanza di chiarezza in merito alle cripto-attività che possono essere fatte rientrare nel concetto di "strumenti finanziari"; di tale opinione la BANCA CENTRALE EUROPEA, Parere della Banca Centrale Europea del 19 febbraio 2021 su una proposta di regolamento del Parlamento europeo e del Consiglio relativo ai mercati delle cripto-attività e che modifica la direttiva Ue 2019/1937, pubblicato in G. U. il 29 aprile 2021 C 152/1, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021AB0004, la quale afferma al punto n. 1.4. che *«è necessaria una maggiore chiarezza per quanto riguarda la distinzione tra le cripto-attività che possono essere qualificate come strumenti finanziari (rientranti nell'ambito della MiFID II) e quelle che rientrerebbero nell'ambito di applicazione della proposta di regolamento».*

[234] ESA, *Final Report – Guidelines on templates for explanations and opinions, and the standardised test for the classification of crypto-assets, under Article 97 (1) of Regulation (EU) 2023/1114*, 10 dicembre 2024, ESA 2024 28, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.esma.europa.eu/sites/default/files/2024-12/Joint_ESA_Final_Report_on_Art_97_Guidelines_MiCAR.pdf.

rappresentazione di valore o di diritto, come definito all'articolo 3, paragrafo 5, del Regolamento MiCAR. Il passo successivo consiste nel determinare se la rappresentazione di valore e/o di diritto possa essere trasferita e conservata elettronicamente utilizzando la tecnologia di registro digitale ("*DLT"*). Si ritiene che, se questi due elementi sono soddisfatti, la cripto-attività in questione rientra nell'ambito di applicazione del regolamento.

In assenza di motivi di esclusione[235], l'attività crittografica in questione deve essere classificata in una delle tre macrocategorie delineate nel regolamento.

Tuttavia, alla luce di questa tripartizione, sorge la questione -di difficile risoluzione- circa la corretta collocazione con riguardo ai *tokens* non fungibili (*Nfts*), che verrà affrontata nel proseguo del presente capitolo.

Il ciclo di vita del *token* inteso in senso generale ha inizio attraverso il processo di creazione, che sia esso derivato tramite la conversione dell'*asset* reale in quello digitale, o originario, avente luogo all'interno della rete di appartenenza. In quanto oggetto idoneo alla circolazione, il *token* sarà oggetto di scambio, ma le informazioni al suo interno rimarranno invariate: ad essere modificato sarà il *ledger*, che registrerà la chiave crittografica in possesso del cessionario. Uno dei problemi maggiori legati alla circolazione dei *token,* è riuscire a garantire la corrispondenza tra il bene materiale sottostante ed il *token* in sé, soprattutto quando il sottostante non è una entità immutabile bensì un bene materiale e pertanto soggetto a modifiche. Altra problematica connessa alla precedente riguarda la perdita della chiave crittografica, che comporterebbe la perdita del controllo giuridico sul *token* nonché sullo *status* giuridico connesso al *token* stesso.

2.2.1 Le cripto-valute.

In principio identificate genericamente come cripto-attività, seppur accostate ad una particolare tipologia di monete merci[236], le cripto-valute non costituiscono espressione

[235] Ovvero i casi rientranti nell'articolo 2, paragrafo 2, paragrafi 3 e 4, e i considerando 11 e 4 del Regolamento UE 2023/1114.

[236] R. LUPI, *Metaverso e merci virtuali: opportunità e limiti*, in P.L. CARDELLA, E. DELLA VALLE, F. PAPARELLA (a cura di) *Tributi, economia e diritto nel Metaverso,* Pacini Editore, Pisa, 2023, p. 22.

di alcuna valuta corrente reale, piuttosto nascono come valuta senza valore[237]. Principiando dall'attribuzione di un *nomen iuris*, non viene accolta, sulla base del dato fenomenico, né la definizione di moneta fiduciaria avente valore legale emanata da Stati sovrani o autorità sovranazionali per il tramite delle banche centrali[238], né moneta elettronica[239], né tanto meno moneta scritturale (intesa nel senso di assegni, bancari, circolari o bonifici)[240]. Si ammette piuttosto, condensando così le risultanze di un processo definitorio complesso, la nozione di valuta virtuale intesa come mezzo intermediario di scambio oppure prodotto finanziario, potendo essere sussunta nell'una o nell'altra fattispecie normativa a seconda della causa negoziale e dello schema contrattuale utilizzati per comporre i diritti e gli interessi delle parti. La valuta virtuale non viene emessa a seguito di un previo deposito di fondi ed anzi il suo valore si mantiene su delle fluttuazioni anche vistose nel tempo[241]. La concezione di strumento di pagamento è altamente decostruita, accogliendo la nozione di valuta virtuale anche sotto la veste di mezzo di pagamento convenzionale che il creditore non è obbligato a ricevere ma, in concorrenza con il denaro corrente, può, su base volontaria, essere da lui accettato (secondo il paradigma della *datio in solutum*)[242] possedendo, la criptovaluta, un intrinseco valore di acquisto.

In quanto rappresentazione digitale di valore[243], rimane qualche connotato in comune con il concetto classico di moneta, che altro non è se non una rappresentazione di valore

---

[237] Nonostante le criptovalute siano nate senza aspettative di valore, con il tempo è stato assegnato un prezzo a tali unità, derivante dallo spontaneo incontro tra domanda ed offerta; cfr. G. LEMME, S. PELUSO, *Criptomoneta e distacco dalla moneta legale: il caso bitcoin* in *Rivista di Diritto Bancario,* 2016, p. 390 ss.

[238] Trattato sul Funzionamento dell'Unione Europea (versione consolidata del 26 ottobre 2012) C326/47, art. 128, comma 1.

[239] Per il significato di moneta elettronica si rimanda alla definizione contenuta nell'art. 1, comma 2, lett. h-ter del Decreto Legislativo 1° settembre 1993 n. 385 (Testo Unico delle leggi in materia bancaria e creditizia), ove, per moneta elettronica si intende «*il valore monetario memorizzato elettronicamente, ivi inclusa la memorizzazione magnetica, rappresentato da un credito nei confronti dell'emittente che sia emesso per effettuare operazioni di pagamento come definite all'articolo 1, comma 1, lett. c), del decreto legislativo 27 gennaio 2010, n. 11, e che sia accettato da persone fisiche e giuridiche diverse dall'emittente*».

[240] M. DE MARI, *Le cripto-attività nella disciplina MiCar e la finanziarietà delle "cripto-attività non finanziarie"* in *Dialoghi di Diritto dell'Economia* 2023, p. 3.

[241] Sul tema, cfr. E. NAPOLITANO, *The new frontiers of trust: Bitcoins and Cryptocurrencies,* in *Journal of Law, Market & Innovation* 2024, 1, 33 e ss.

[242] M. PASSARETTA, *Le valute virtuali in una prospettiva di diritto privato: tra strumenti di pagamento, forme alternative di investimento e titoli impropri,* in S. CAPACCIOLI (a cura di), *Criptoattività, criptovalute e bitcoin,* Giuffrè, Milano, 2021, p. 100 ss., il quale esprime i propri dubbi circa la qualifica di "prestazione in luogo dell'adempimento" in caso di scambio con criptovalute; in particolare, l'Autore rileva che qualora le parti si siano accordate per uno scambio avente ad oggetto moneta convenzionale, sarebbe più corretto inquadrare l'operazione come compravendita in quanto ciò che rileva è la funzione -in questo caso monetaria- assegnata dalle parti alla criptovaluta. Nel caso di *datio in solutum,* secondo l'Autore è corretto il detto l'inquadramento solo qualora le parti abbiano concluso un accordo espresso in moneta avente valore legale per cui l'adempimento con valuta digitale avviene in luogo del pagamento con valuta legale.

[243] Questa specifica definizione è ripresa anche nel D. Lgs. 8 novembre 2021, n. 184, in attuazione della direttiva (UE) 2019/713 del Parlamento europeo e del Consiglio del 17 aprile 2019, relativa alla lotta contro

anch'essa, entrambi caratterizzati dall'essere fungibili[244]. Tale concezione non sembra essere accolta in modo uniforme dalla dottrina, essendovi opinioni sul punto che paventano la presenza del codice informatico quale elemento determinante ad individuare univocamente la cripto-attività, rendendola unica e non commutabile con altra, seppur della medesima tipologia[245]. L'avvento della *Blockchain* abilita inizialmente la creazione di *set* di dati digitali scarsi, connotati sì da una propria individualità, ma intercambiabili, anche se solo tra di loro (non è un caso che le criptovalute nascano proprio con funzione di scambio)[246]. Ma, a ben pensarci, anche la moneta stessa (ad esempio la banconota cartacea)

---

le frodi e le falsificazioni di mezzi di pagamento diversi dai contanti e che sostituisce la decisione quadro 2001/413/GAI del Consiglio, in G.U. Serie Generale n. 284 del 29 novembre 2021, il quale, all'art. 1 lett. d) recita: «valuta virtuale» *una rappresentazione di valore digitale che non è emessa o garantita da una banca centrale o da un ente pubblico, non è legata necessariamente a una valuta legalmente istituita e non possiede lo status giuridico di valuta o denaro, ma è accettata da persone fisiche o giuridiche come mezzo di scambio, e che può essere trasferita, memorizzata e scambiata elettronicamente.».*

[244] La criptovalute assolvono, difatti, ad una sola peculiare funzione tipica della moneta, ovvero quella di mezzo di pagamento, ma non può essere ricondotta alla concezione di riserva di valore, stante l'oscillazione a cui viene sottoposto continuamente il suo valore di mercato, così come non può essere ricondotta al concetto di unità di conto in quanto soggetta alle incertezze ed oscillazioni del mercato dei cambi; a tal proposito *ex multis*, M. PASSARETTA, *Le valute virtuali in una prospettiva di diritto privato: tra strumenti di pagamento, forme alternative di investimento e titoli impropri,* cit., p. 98. La giurisprudenza ne ammette comunque la natura patrimoniale e si rimanda alla Cass. Pen., Sez. III, 15 gennaio 2025, n. 1760, la quale non nega la natura economica delle criptovalute nonostante neghi il sequestro del *bitcoin* per equivalente, non ammettendo di condurre la criptovaluta al rango di moneta legale, ritenendo altresì necessario un nesso diretto con il profitto; sentenza reperibile *online* al seguente indirizzo: https://def.finanze.it/DocTribFrontend/getGiurisprudenzaDetail.do?id=%7B766429CC-C9A4-4342-B47E-D3F9E0EE3539%7D. Nonostante la qualificazione del *bitcoin* abbia oscillato tra "bene immateriale" (si v. T.a.r. Lazio del 28 gennaio 2020, n. 1077, in *giustizia-amministrativa.it*), natura di prodotto finanziario (si v. Trib. Verona 24 gennaio 2017, in *Banca, borsa e tit. cred*., 2017, p. 467), di documento informatico, ovvero di mezzo di pagamento, nel celebre caso *Skatteverket vs. David Hedqvist* (C-264/14), reperibile *online* al seguente indirizzo: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:62014CA0264, la Corte di giustizia dell'Unione Europea riconobbe alle criptovalute la natura di strumenti convenzionali di pagamento, implicitamente richiamando l'istituto della *datio in solutum,* posizione spesso criticata dalla Banca Centrale Europea, caratterizzata da una visione piuttosto conservatrice ed estremistica, per la sostanziale vicinanza alla natura di valuta legale, sostenendo che debbano piuttosto essere accostate a mezzi di scambio e non mezzi di pagamento. Per la posizione della BCE si v. il rapporto *Virtual currency schemes – a further analysis,* febbraio 2015, in particolare p. 23 ss., reperibile online al seguente indirizzo: https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/virtualcurrencyschemesen.pdf.
Per un inquadramento complessivo si rimanda ai numerosi richiami di dottrina, *ex multis* R. BOCCHINI, *Lo sviluppo della moneta virtuale: primi tentativi di inquadramento e disciplina tra prospettive economiche e giuridiche*, in *Dir. inf*., 2017, 1, p. 27 ss.; G. RINALDI, *Approcci normativi e qualificazione giuridica delle criptomonete*, in *Contr. impr*., 2019, n. 1, p. 257 ss.; V. DE STASIO, *Verso un concetto europeo di moneta legale: valute virtuali, monete complementari e regole di adempimento*, in *Banca borsa tit. cred*., 2018, p. 747 ss.; M. RUBINO DE RITIS, *Obbligazioni pecuniarie in criptomoneta*, in *Giustiziacivile.com*, 2018.

[245] G. GASPARRI, *Timidi tentativi giuridici di messa a fuoco sul bitcoin: miraggio monetario crittoanarchico o soluzione tecnologica in cerca di problema?* in *Il Diritto dell'informazione e dell'Informatica,* 2015, p. 428, il quale, riferendosi in particolare ai *Bitcoins*, afferma : *«non sarebbe, poi, troppo arduo lasciarsi suggestionare dall'idea che si tratti di beni specifici ed infungibili, inconsumabili e divisibili»* ed alla nota n. 34, ribadisce: *«L'individualizzazione dei Bitcoins per il tramite di un codice informatico, unico per ognuno di essi, conferirebbe loro il carattere dell'infungibilità. Le monete aventi corso legale, invece, possono essere sostituite le une alle altre, a nulla rilevando, in senso contrario, la circostanza che le banconote siano distinte da un numero seriale, di per sé privo di significato individualizzante.».*

[246] G. CAPALDO, *I token nell'ordinamento privatistico,* in P.L. CARDELLA, E. DELLA VALLE, F. PAPARELLA (a cura di) *Tributi, economia e diritto nel Metaverso,* Pacini Editore, Pisa, 2023, 81, la quale afferma, riferendosi al

è contraddistinta da un numero di serie, che non impedisce alla dottrina di classificarla come bene fungibile. Ciò che "marchia" il concetto di moneta, categoricamente respinto dalla nozione di criptovaluta, è proprio la teoria statalista, fondata (ancora una volta) sul potere degli Stati sovrani di emanare uno strumento di pagamento connotato dal corso legale e dal corso forzoso[247]; la criptovaluta è connotata invece dall'assenza di un potere liberatorio affermato da un precetto normativo. La nascita di queste unità avviene proprio in ragione della brusca rottura del rapporto di fiducia metodica con lo Stato e le banche e questo è anche il motivo, di matrice ideologica, che impedisce alla criptovaluta di avere un ufficiale valore solutorio[248], espressione della c.d. "Teoria statuale della moneta"[249]. Sono, invece, i membri di questa comunità virtuale a contribuire alla fabbricazione delle *cripto-currencies*, concorrendo così alla sicurezza del sistema, in assenza di un singolo soggetto che determini le caratteristiche e limiti di emissione della moneta[250]. L'impiego della criptovaluta, difatti, non poggia su di una fiducia riposta dalla generalità di consociati nel soggetto emittente, bensì è stimolato dall'architettura informatica alla base del sistema di registro distribuito e trova fondamento nella base consensuale degli utilizzatori.

È risultato arduo il percorso compiuto per approdare ad una qualificazione giuridica (seppur tutt'ora incerta) delle monete virtuali, che oscillava tra la concezione di bene giuridico (nel senso di bene mobile immateriale)[251], di *new property* intesa sulla scia degli Stati Uniti

---

fenomeno dei *Non-Fungible Tokens*: *«Se nel caso dei token fungibili siamo di fronte a emissioni in serie di strumenti uguali tra loro che rappresentano lo stesso contenuto digitale (sia pure distinguibili l'uno dall'altro sulla base della crittografia, ma interscambiabili), in questo caso ogni token è caratterizzato da unicità perché la blockchain è utilizzata per rappresentare le risorse digitali diverse per ogni token che possono essere opere d'arte e immobili virtuali.».*

[247] L'orientamento statalista -in contrapposizione con la teoria sociale della moneta che considera l'avvento delle criptovalute come il risultato della sfiducia nei confronti del sistema statalistico, venute alla luce con un movimento dal basso verso l'alto- venne formulato a partire dall'inizio del XIX secolo e trovò la sua più compiuta espressione con Georg Friedrich Knapp, il quale, oltre a considerare l'emissione di moneta quale prerogativa esclusiva dello Stato, arrivò ad argomentare che la moneta non avesse bisogno di supporti metallici preziosi poiché lo stato ne avrebbe garantito il corso legale; secondo tale orientamento, è dunque lo stato sovrano ad attribuire alla moneta in quanto tale il potere liberatorio dall'obbligazione pecuniaria ed impedisce al contempo al creditore di rifiutare l'adempimento di tale obbligazione mediante pagamento in moneta (corso forzoso); sul tema, cfr. M. PASSARETTA, *La valuta virtuale nel sistema dei servizi di pagamento e di investimento,* Giappichelli Editore, Torino, 2023, p. 12 ss.

[248] C. PERNICE, *Criptovalute, tra legislazione vigente e diritto vivente,* in *Ianus Diritto e Finanza* 2020, 21, p. 44 ss.

[249] N. VARDI, *"Criptovalute" e dintorni: alcune considerazioni sulla natura giuridica dei bitcoin,* in *Il Diritto dell'informazione e dell'Informatica,* 2015, p. 445.

[250] È necessario segnalare, al tempo stesso, il progetto di molte banche centrali circa l'uso dei *token* per l'emissione di una nuova moneta digitale; *Ex multis,* si veda F. ZATTI, *The economic law of (central bank) digital currency*, in *Law and Financial Markets Review,* 2023, (6 novembre 2023) p. 1–13, reperibile *online* al seguente indirizzo: http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4627076; V. ZENO-ZENCOVICH, *Digital Euro as a platform and its private law implications*, in A. PALMIERI, G. VERSACI (a cura di), *European Legal Strategies for payment systems in the Open Banking Age,* Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli, 2023, p. 195-217.

[251] Tale impostazione è stata accolta anche dalla dottrina tedesca, sebbene si sia trovata a districare un nodo di non facile risoluzione ovvero il dato letterale particolarmente rigido del §90 BGB, il quale afferma che

quale diritto dominicale, e più in generale quale insieme di diritti e facoltà esercitabili anche da più soggetti, ed infine di documento informatico.

2.2.2. I Non Fungible Tokens

Nell'analizzare i fenomeni giuridici, si è soliti muovere dalla definizione normativa e dalla regolamentazione della materia, per comprendere la qualifica giuridica dell'entità in questione e le ragioni sottese al fenomeno in oggetto. Si assistite, ormai da tempo, alla crescente valorizzazione del fenomeno dei *Non Fungible Tokens (NFT)*[252], ennesimo frutto delle potenzialità tecniche di questa tecnologia, che meritano una trattazione a parte, nonostante permanga tutt'ora il nodo pregiudiziale costituito dal problema definitorio[253]. Ne segue che, mancando una definizione racchiusa in un testo normativo che possa produrre effetti opponibili verso terzi[254], si deve partire dalle fattispecie concrete di *NFTs* in circolazione, essendo di fronte ad un fenomeno variegato, trasversale, caratterizzato più che mai dall'assenza di una sola ed unica fattispecie monolitica del fenomeno.

«cose nel senso della legge sono soltanto gli oggetti corporali». Ostacolo che secondo taluni potrebbe essere superato immaginando le criptovalute impresse in memorie di silicio all'interno di supporti materiali come ad esempio il *computer.*

[252] Che possono essere declinati in una pluralità di settori, come il mondo della musica, dell'arte, del *gaming*, dello sport, agroalimentare, tra i vari; a conferma dell'ampiezza delle possibilità che questi prodotti offrono agli operatori (non è possibile infatti una *reductio ad unum* del fenomeno), cfr. sul tema: A. MINTO, *Riflessioni sull'applicabilità della disciplina antiriciclaggio ai Non-Fungible Tokens ("NFT"),* in *Rivista di Diritto Bancario*, 2023, 1, p. 32 ss.;P. CARRIÈRE, *Il regolamento MICA e il rebus NFT*, in *Diritto bancario.it,* 20 aprile 2022; B. SIRGIOVANNI, *Il Non Fungible Token nella cripto-arte: la 'recinzione' dell'oggetto digitale,* in *Le Nuove Leggi Civili Commentate*, 2024, 1, p. 232 ss.; E. DAMIANI, *L'impatto della cripto-art e dei Non Fungible Tokens sulla teoria dei beni e delle situazioni giuridiche di appartenenza,* in P.G. MONATERI (a cura di), *Scritti in memoria di Rodolfo Sacco,* Vol. I, Utet Giuridica, Milano, 2024, p. 509 ss.; M. D'ONOFRIO, *La versatilità degli NFT e le loro funzionalità nel campo della circolazione e catalogazione delle opere d'arte,* in *Aedon Rivista di arti e diritto on line,* 2024, 1, p. 81 ss.; M. MACERATINI, *Digital in creative activity, between copyright and NFT,* in *European Public & Social Innovation Review,* 2025.

[253] Per una indagine sul tema degli NFTs in ambito prettamente economico, cfr. M. DOWLING, *Is non-fungible token pricing driven by cryptocurrencies?* in *Finance Research Letters* 2022, 44, p. 1 ss.; K. B. WILSON, A. KARG, H. GHADERI, *Prospecting non-fungible tokens in the digital economy: Stakeholders and ecosystem, risk and opportunity,* in *Business Horizons* 2022, 65, p. 657 ss.

[254] Nonostante siano emerse definizioni formali, anche se non attraverso testi normativi; un esempio è la definizione prodotta dall'Ufficio dell'Unione Europea per la proprietà intellettuale ("*EUIPO*"), il quale definisce i *Non Fungible Tokens* come *«unique digital certificates registered in a blockchain and can be used to record an interest in an item (e.g. the alleged ownership of a digital artwork or collectible). Like conventional certificates, NFTs in this form relate to something other than themselves, which is often digital goods but can also be physical goods.»* in *Guidelines for Examination European Union Intellectual Property Office (EUIPO),* 31 marzo 2024, p. 320, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://guidelines.euipo.europa.eu/binary/2214311/2000140000.

Si originano attraverso una procedura c.d. di *minting*[255], per l'appunto di "coniazione"[256], ma occorre poi fare un distinguo tra gli *NFT* nativi *on-chain*[257] e gli *NFT* rappresentativi di beni esistenti nel mondo fisico (c.d. *off-chain*), con particolare cautela all'applicazione degli *NFTs* al mercato immobiliare[258].

---

[255] Il processo di *minting*, a differenza di quello di *mining* (ovvero "di estrazione") tipico delle criptovalute ed in generale dei *token*s fungibili, è una operazione che preclude la configurazione di altro *NFT* sul medesimo bene, attribuendogli la caratteristica della scarsità e della rivalità.

[256] Tale procedura, che altro non è che la traduzione italiana del verbo anglosassone "*mint*", si può pacificamente ricondurre ad una creazione a titolo originario.

[257] Vi sono svariati esempi, come quelli tipici del mondo dell'arte ove l'*NFT* è associato ad un'opera d'arte c.d. "nativa digitale" -detta anche *cryptoart*- attraverso la procedura di tokenizzazione, destinata dunque ad essere prodotta e fatta circolare esclusivamente con modalità tecnologiche, come anche nell'ambito dei *gaming collectibles,* oppure ancora per creare biglietti di partecipazione ad eventi ed iniziative culturali. Nel mondo dell'arte vi sono poi svariati modi in cui l'*Nft* entra in contatto con opere d'arte; l'*asset* digitale, che sia una immagine, video o altra tipologia ma pur sempre in formato digitale può essere associato ad un *Non Fungible Token,* con il quale avviene la creazione del certificato di unicità associato al materiale digitale, che viene in tal modo identificato ed autenticato. Anche qui viene in rilievo la funzione dello *smart contract* associato all'*Nft,* contenente le informazioni relative alla paternità dell'opera, nonché gli aspetti connessi al diritto d'autore, in particolare le modalità di pagamento delle *royalties* all'autore, così come le modalità di cessione ed utilizzo dell'opera stessa. L'opera può essere digitale ma *off-chain,* oppure essere materiale, esistente nel mondo fisico, ed allora il *token* che viene emesso non incorpora l'opera d'arte in sé, bensì un *file* che consente l'accesso alla copia digitale, dichiarata autentica dall'ente museale che detiene l'opera originale, sfruttando la funzionalità propria del *token* di identificare l'opera originale ed individuare altresì le opere contraffatte. Alla base di questa sorta di "triade" emerge il problema del rapporto tra titolarità del *token* e titolarità dei diritti di proprietà intellettuale sull'opera cui esso si riferisce; è stato ritenuto in dottrina che in caso di *Nft* che rappresenti la copia digitale di un'opera materiale, il soggetto creatore dell'*Nft* deve essere titolare del diritto d'autore sull'opera stessa oppure deve ricevere l'autorizzazione da parte dell'autore. Qualora l'*Nft* rappresenti un'opera nativa digitale è lo stesso artista della *cryptoart* ad essere il titolare dei diritti d'autore, quali la riproduzione dell'opera, lo sfruttamento economico, la creazione di opere derivate, nonché la messa a disposizione per il pubblico. Si v. sul punto A. DIGNANI, *Il diritto d'autore nell'era della blockchain: nuove prospettive e interrogativi,* in *Rassegna di Diritto della Moda e delle Arti,* 2024, 1, p. 8 e ss. Allo stesso modo delle opere d'arte rese digitali, il creatore di *Nfts* che riproducano a loro volta dei marchi, necessita dell'autorizzazione da parte del titolare del marchio stesso; sul punto si v. un celebre caso giurisprudenziale *Hermes International et al. V. Rothschild,* n. 22-CV-384-JSR, 14 febbraio 2023, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://law.justia.com/cases/federal/district-courts/new-york/nysdce/1:2022cv00384/573363/140/?__cf_chl_f_tk=cdo63S9OKohDUKjw8kNNv7689G.SNVALUbNXTWblasc-1783347818-1.0.1.1-jP53VSin7NIJzODsO87iT9nNJjhHu1djYZ6IHlORTGk, in proposito del corretto utilizzo o meno del termine "Metabirkin" -borse digitali ispirate al noto modello Birkin- come sollevato dalla Maison Hermès. Nonostante Rothschild ne sostenesse il corretto utilizzo sulla base del caso *Rogers v. Grimaldi* del 1989, secondo il quale l'utilizzo del nome di un famoso marchio è ammesso qualora non induca in errore riguardo alla corretta associazione tra marchio e bene, e che trattandosi di una opera d'arte autonoma la cui associazione con il marchio Birkin non poteva indurre in errore in alcun modo, ne sosteneva l'ammissibilità, che venne negata dalla Corte. In argomento si v. G. VULPIANI, *Circolazione di opere non autentiche,* crypto art *e* generative AI, in G. MAGRI (a cura di), *Il falso in arte,* Giappichelli Editore, Torino, 2026, p. 340 ss.; C. GRIECO, *Oltre il reale, chi possiede cosa? NFT, metaverso e intelligenza artificiale: la crisi della proprietà intellettuale nel diritto europeo,* in *Unione Europea e Diritti,* 2026, 1, p. 1 ss.

[258] Applicazione che si declina attraverso due modalità: da una parte, la commercializzazione di immobili nel Metaverso, dall'altra, la tokenizzazione del diritto di proprietà su beni immobili esistenti nel mondo reale. Sul concetto di Metaverso, cfr. R. MORO VISCONTI, A. CESARETTI, *Il Metaverso tra realtà digitale e aumentata: innovazione tecnologica e catena del valore*, in *Diritto di Internet,* 2022, 3, p. 627 ss.; S. LETTERIELLO, *NFT e Metaverso,* in V. D'ANTONIO, A. MUSIO (a cura di), *I Non Fungible Token. Le frontiere digitali del diritto,* Pacini Editore, Pisa, 2024, p. 23 ss. Sul tema degli *NFT* applicati prevalentemente alle proprietà immobiliari, O. KONASHEVYCH, *General Concept of Real Estate Tokenization on Blockchain*, in *European Property Law Journal,* 1-2, 2020, 9, p. 21 ss.; A. CASTALDO, *Metaverso, diritto dell'Unione Europea e la potenziale lesione del diritto alla privacy: profili critici,* in *Euweb Legal Essays Global & International Perspectives,* 2, 2025,

Caratteristica peculiare di questa tipologia di *token* è la loro infungibilità, pur essendo *assets* digitali, di consueto replicabili ed interscambiabili tra loro (un esempio fra tutti le criptovalute)[259], rappresentano un *unicum* nel sistema di riferimento, dotati di un codice digitale identificativo (c.d. *hash*[260]) che li rende univocamente riconducibili al bene sottostante e dunque, non commutabili con altre sequenze algoritmiche all'interno del registro[261]. Detta codifica, composta da una stringa di lettere e numeri, rappresenta il bene analogico sottostante (ed i diritti soggettivi incorporati nello stesso) e viene estratta mediante uno *standard* di codifica (generalmente l'*ERC*-721[262]). Il momento della genesi di questa tipologia di *token* avviene dunque con il procedimento di tokenizzazione che, tramite un processo di compressione algoritmica (c.d. *hashing*), crea delle linee di codice informatico (sotto forma di *file*) rendendo un bene materiale prodotto digitale, dotato del proprio *token Id*., memorizzato in maniera sostanzialmente permanente nei blocchi del *ledger* tramite *Smart Contract,* ed al quale viene associata una marca temporale (c.d. funzione di *time-stamping*). Detto *file* contiene al suo interno solo informazioni digitali attestanti la posizione giuridica dell'utente nei confronti di un determinato bene ed uno *smart contract,* necessario per inserire il *token* appena creato, nel portafoglio virtuale del suo titolare. I *metadata* che costituiscono l'oggetto cui rimanda in modo univoco il *token* sono invece depositati in luogo virtuale diverso dalla *Blockchain*[263].

Nonostante si parli di *Non-Fungible Token* come di un *«digital twin»*[264] dell'oggetto sottostante, non deve essere confuso l'*NFT* con il bene digitale (i cosiddetti *metadata*)[265].

---

p. 19 ss., il quale sottolinea il vertiginoso incremento che hanno subito gli immobili virtuali, in termini di investimento, generando solo negli ultimi anni, cento milioni di dollari a seguito di compravendite.

[259] Sul tema, cfr. E. NAPOLITANO, *The new frontiers of trust: Bitcoins and Cryptocurrencies,* in *Journal of Law, Market & Innovation,* 3, 2024, 1, p. 33 ss.

[260] L'algoritmo di *hash* è unidirezionale, ovvero non invertibile; ciò significa che nel momento in cui avviene il procedimento di *hashing* e viene prodotto come *output* il codice informatico, non si può ricostruire il documento originale di partenza.

[261] Per un approfondimento circa il tema della infungibilità in materia di *NFT*, cfr. U. W. CHOHAN, *Non-Fungible Tokens (NFTs) Early Thoughts & a Research Agenda (March 8, 2024),* in *Critical Blockchain Research Initiative (CBRI), Working Papers, 2021,* reperibile al sito https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3822743; D. MASI, *Non-Fungible Tokens (NFTs): riflessioni sulla natura giuridica e la disciplina applicabile* in *Rivista Giuridica Europea,* 5, 2022, 1, p. 90-94;

[262] L'abbreviazione "*ERC*" sta per "*Ethereum Request for Comment"s,* ovvero una serie di procedure e regole fissate da sviluppatori informatici, sulla base delle quali programmare gli *smart contracts* per la realizzazione dei *tokens.*

[263] A. GUACCERO, G. SANDRELLI, *Non-Fungible Tokens (nfts),* in *Banca Borsa Titoli di Credito,* 75, 2022, 6, p. 824 ss.

[264] R. DE CARIA, *L'impatto della tokenizzazione sui diritti di proprietà,* in *MediaLaws* 2021, 3, p. 65.

[265] T.T. OCHOA, *Non-Fungible Tokens (Nfts) and copyright law,* in *Santa Clara High Tech L.J.,* 40, 1, 2024, p. 9, afferma «*A copy of the digital work itself is not one of the components of the typical NFT. Instead, the*

Il *token* è un algoritmo, costituito al suo interno da informazioni digitali[266] ed un *link* che rimanda univocamente ad un determinato oggetto digitale (sostanzialmente un fascio di "metadati"). I metadati ed il *token* vengono associati tra loro tramite un codice che rende il *Non-Fungible Token* non replicabile, conferendogli così il carattere dell'insostituibilità, riconoscendogli quello che generalmente viene definito in ambito economico, valore di mercato. L'unicità del *Non-Fungible Token* risiede nella combinazione di due numeri, ovvero il *tokenID* -che non è nient'altro che un numero generato al momento della creazione del *token*- ed il *contract address,* ovvero l'indirizzo per il protocollo di transazione.

Qualora il bene sottostante sia un oggetto digitale, si può dire che questo nasca con la configurazione del *token*[267]. I *metadata* possono però anche rappresentare un bene materiale esistente in natura, che sia un bene mobile o immobile, ed allora il momento della genesi di questa tipologia di *token* avviene con il procedimento di "tokenizzazione" che, tramite la compressione algoritmica (c.d. *hashing*), crea delle linee di codice informatico (sotto forma di *file*) rendendo un bene tangibile prodotto digitale, memorizzato in maniera sostanzialmente permanente nei blocchi del *ledger* tramite *Smart Contract* ed al quale viene associata una marca temporale (c.d. funzione di *time-stamping*)[268]. I *metadata* possono poi essere di due tipi e precisamente c.d. "*on-chain"*, integrati cioè nello *smart contract* con cui il *token* interagisce, oppure c.d. *"off-chain",* conservati in sistemi, sempre virtuali pur non essendo conservati nella *blockchain*, di *cloud storage* oppure in *server* o ancora, meccanismi di deposito *peer to peer*[269].

Una volta specificato cosa rappresentino i *metadata*, occorre soffermarci sul contenuto delle informazioni digitali; costituiscono due diversi parametri informativi (o, per meglio dire, matematici) e precisamente la chiave privata e la chiave pubblica, essenziali negli algoritmi a cifratura asimmetrica. In un sistema di cifratura, ove si intenda rendere incomprensibile una informazione nei confronti di chiunque non sia autorizzato ad

typical NFT contains only a link (or pointer) to the digital work, along with a "hash" value that is generated from the original work.» .

[266] Attestanti la posizione giuridica che vanta un partecipante alla rete (individuato tramite il suo *account*) su di un certo bene oppure una pretesa nei confronti di un soggetto (come l'emittente del *token*); si v. in proposito C. SANDEI, *Initial Coin Offering e appello al pubblico risparmio,* in M- CIAN, C. SANDEI (a cura di), *Diritto del Fintech,* Padova, Wolters Kluwer, 2020, p. 280 ss.

[267] La cosiddetta "*Smart Property*" nativa; cfr. sul punto R. MORONE, *Smart Properties,* in R. BATTAGLINI M.T. GIORDANO (a cura di) *Blockchain e Smart Contract,* Giuffrè, Milano, 2019, p. 447 ss.

[268] A. GUACCERO, G. SANDRELLI, *Non-Fungible Tokens (nfts),* in *Banca Borsa Titoli di Credito* 2022, 6, p. 824 ss.

[269] ID., *Non-Fungible Tokens (nfts),* cit., p. 829.

accedervi, diventa indispensabile comprendere il sistema delle chiavi asimmetriche[270]. In questo meccanismo di protezione delle informazioni, le due chiavi funzionano solo se utilizzate insieme: l'utilizzo di una è inscindibilmente connesso all'altra.

La chiave privata (custodita in maniera assolutamente riservata) consente al mittente di firmare il messaggio da inviare al destinatario, il cui contenuto è stato cifrato utilizzando la chiave pubblica del destinatario, il quale a sua volta dovrà utilizzare la propria chiave privata per decifrare il contenuto del messaggio a lui destinato[271]. Con tale espediente, esclusivamente il mittente ed il destinatario potranno visualizzare le informazioni scambiate, che appaiono per la restante generalità degli utenti come un informe ammasso di numeri e lettere.

La genesi di questa particolare tipologia di *token* si compie attraverso la procedura di *minting* (non a caso, di "coniazione"), ovvero mediante l'implementazione del protocollo originario ERC-20[272] -precisamente lo standard di codifica *ERC-721*[273]- che consente, tramite *Smart Contracts*[274], la configurazione di *assets* che vengono dotati di un codice digitale identificativo (c.d. *hash*) che li rende univocamente riconducibili al bene o diritto sottostante e pertanto, non interscambiabili con altre sequenze algoritmiche all'interno del registro[275]. Secondo questo processo di rarefazione artificiale, l'oggetto digitale (tipicamente replicabile e fungibile, per natura) si tramuta in unico, rappresentando l'equivalente digitale di un bene che può essere fisico (come il bene immobile che viene tokenizzato) oppure nativo digitale, implementando il concetto di scarsità, non solo quantitativa ma anche e soprattutto qualitativa. Si può pertanto

---

[270] A. SALLUCE, voce *Chiave Privata*, in G. ZACCARDI, P. PERRI (a cura di), *Dizionario Legal tech,* Giuffrè, Milano, 2020, p. 163 ss.

[271] C. BOMPREZZI, Blockchain *e assicurazione,* in *Dir. merc. tecnologia,* 7 luglio 2017, p. 4 ss. la quale discorre in tema di chiave privata in questi termini: «*La chiave privata funge, pertanto, da autenticazione di un certo utente, in quanto soltanto da questi detenuta e a questi accostabile*». Non è però possibile risalire all'identità del titolare della coppia di chiavi crittografate, le quali non vengono assegnate direttamente al titolare ma ad un apposito *account,* permettendo al soggetto concreto di permanere in una situazione di "pseudo-anonimato".

[272] L'acronimo "*ERC*" sta per "*Ethereum Request for Comment*", una serie di procedure e regole fissate da sviluppatori informatici, sulla base delle quali programmare gli *smart contracts* per la realizzazione dei *token.* Sul punto si rimanda al seguente indirizzo: https://ethereum.org/it/developers/docs/standards/tokens/erc-721/.

[273] L'*ERC-721* consiste negli standard minimi che uno *smart contract* deve implementare per permettere lo scambio dei *token*.

[274] Lo *smart contract* opera all'interno del *token*, dettando le caratteristiche e le funzioni del gettone virtuale all'interno dell'*asset space.*

[275] Per un approfondimento circa il tema della infungibilità in materia di NFT, cfr. U. W. CHOHAN, *Non-Fungible Tokens (NFTs) Early Thoughts & a Research Agenda (March 8, 2024),* in *Critical Blockchain Research Initiative (CBRI), Working Papers* 2021, reperibile al sito https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3822743; D. MASI, *Non-Fungible Tokens (NFTs): riflessioni sulla natura giuridica e la disciplina applicabile* in *Rivista Giuridica Europea* 2022, 1, p. 90-94.

elencare almeno tre caratteristiche comuni all'intero panorama di *Non-Fungible Tokens*, visceralmente connesse al tema della logica proprietaria ovvero l'unicità del prodotto digitale, non interscambiabile con altro, l'appropriazione esclusiva del *token* da parte del titolare mediante detenzione della chiave privata e la possibilità di alienazione e circolazione dello stesso[276].

La fase successiva al processo di creazione[277] (o dovremmo forse dire, di "coniazione"), ha ad oggetto il momento della circolazione dell'*NFT* sulle piattaforme*,* dove tornano ancora una volta in rilievo gli *smart contract*[278]*;* restando sul piano eminentemente strutturale, l'acquirente di un *NFT* riceve un certificato digitale contenente al suo interno solo la funzione logaritmica di *hash* di cui *supra*, ed alcune proprietà algoritmiche del *token*, che gli consentono di connettersi in modo univoco ad uno *smart contract* realizzato sulla piattaforma, che a sua volta permette di collegarsi, tramite un *link*, al *file* digitale, esterno alla piattaforma, contenente il prodotto digitale[279]. La loro circolazione piò avvenire all'interno di mercati specializzati e, ove previsto, l'autore originario è soggetto a remunerazione.

2.2.2.1. Qualificazione giuridica dei Non Fungible Tokens

La comprensione della struttura tecnologica dell'*NFT* consente di ragionare su di un possibile inquadramento giuridico dello stesso, di modo da consolidare il passaggio dalla natura di entità meramente digitale ad oggetto giuridico vero e proprio. L'astrattezza data dalla sua natura di scritturazione informatica e dall'assenza di alcun elemento di fisicità, in aggiunta al suo connotato fortemente ibrido che lo rende al contempo certificato digitale di proprietà e unicità dell'*asset* digitale[280] tramite l'utilizzo dei *metadati* e altresì slegato dal

---

[276] E. CALZOLAIO, *Beni digitali e proprietà tra civil law e common law,* in *Riv. crit. Dir. priv.,* 2023, p. 294 ss.
[277] Che potremmo definire di creazione "a titolo originario" in quanto la sua genesi va ricondotta al momento in cui il suo creatore genera un codice informatico avente determinate caratteristiche.
[278] Per una prospettiva comparata, cfr. A. STAZI, *Automazione contrattuale e "contratti intelligenti", Gli smart contracts nel diritto comparato,* Giappichelli, Torino, 2019.
[279] G. NAVA, *I non-fungible token* cit., p. 252-256.
[280] A tal proposito l'artista Kevin McCoy ed il consulente Anil Dash individuarono nel 2014 come strumento che fosse in grado di "catturare" il valore reso dalla scarsità ed unicità di un'opera d'arte, un identificatore unico digitale che potesse essere trasmesso su rete *blockchain,* e dunque capace di certificare l'unicità ed originalità del prodotto artistico, la categoria dei *Non Fungible Token*; sul punto si V. T.T. OCHOA, *Non-Fungible Tokens (Nfts) and copyright law,* cit., p. 8, il quale alla nota n. 30 cita il MERRIAM-WEBSTER DICTIONARY ONLINE, ribadendo la natura del *Non Fungible Token* come «*a unique digital identifier (..) that is recorded in a blockchain, and that is used to certify authenticity and owership*», reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.merriam-webster.com/dictionary/non-fungible%20token.

bene sottostante, rendono oltremodo difficoltosa una soluzione lineare in materia di qualificazione giuridica.

Al fine di ricostruire un significato ascrivibile all'espressione "*NFT"*, si muove nella ricerca di alcuni riferimenti in *corpora* normativi, come quelli presenti nel Regolamento (UE) del Parlamento Europeo e del Consiglio del 31 maggio 2023 n. 2023/1114[281]. Ai sensi dell'art. 2 comma 3, il Regolamento, nell'indicare il suo campo di applicazione, stabilisce che non è applicabile alle cripto-attività uniche e non fungibili con altre cripto-attività[282], ma non risolve cosa si debba intendere per *Non-Fungible Token*.

La dottrina cerca di venire in aiuto, talvolta predicando la natura di bene mobile immateriale, talvolta di documento di legittimazione atipico ai sensi dell'art. 2002 c.c., altre volte ancora relegando l'*NFT* alla natura di mero contenitore inteso come supporto digitale, inquadrandolo poi ancora come certificato di proprietà sull'*asset* digitale, ed infine quale titolo di credito sino ad arrivare ad un vero e proprio strumento finanziario[283].

Da tenere a mente è la necessità di non incorrere in una confusione tra il piano della rappresentazione digitale del bene o della situazione giuridica sottostante, ed il piano della qualificazione giuridica del diritto incorporato o rappresentato dal *token* (a seconda se si intenda aderire ad una o all'altra teoria), dalla quale dipenderà la funzione economico-giuridica concretamente attribuita all'operazione sottostante.

Si può agevolmente affermare che vi è un vero e proprio disallineamento tra il profilo informatico e quello giuridico; nel primo caso l'*asset* digitale assume la forma di un codice reso in linguaggio informatico e nel secondo profilo si avvia la proliferazione di un vivace -e di non facile risoluzione- dibattito dottrinale circa la natura di bene immateriale, titolo di legittimazione, semplice involucro non avente alcun valore se non

---

[281] Il Regolamento MiCA nasce sulla scia del fenomeno delle *Initial Coin Offering* e dall'interesse che tale metodo di raccolta di fondi aveva suscitato nei legislatori ed addetti ai lavori; usato essenzialmente da piccole e medie imprese, detto fenomeno fece sorgere la necessità di una regolamentazione a tutela di consumatori ed investitori non qualificati, ma altresì delle aziende che cercavano finanziamenti attraverso tale modalità, per fare in modo che non fossero gravate da pesanti obblighi di trasparenza. Le ICO sollevavano dubbi circa la qualificazione giuridica dei *token* che vengono emessi a seguito degli investimenti ricevuti, ovvero ci si interroga se siano da considerarsi partecipazioni ad un progetto e dunque *security tokens* oppure *utility tokens*, rappresentativi esclusivamente del diritto di fruire o godere di un determinato bene o servizio.

[282] Cfr. altresì il considerando n. 10, il quale stabilisce che «*Il presente regolamento non dovrebbe applicarsi alle cripto-attività che sono uniche e non fungibili con altre cripto-attività, compresa l'arte digitale e gli oggetti da collezione. Il valore di tali cripto-attività uniche e non fungibili è attribuibile alle caratteristiche uniche di ciascuna cripto-attività e all'utilità che essa offre al possessore del token. Il presente regolamento non dovrebbe applicarsi nemmeno alle cripto-attività che rappresentano servizi o attività materiali che sono unici e non fungibili, come le garanzie dei prodotti o beni immobili*».

[283] F. RAMPONE, *NFT e token crittografici in chiave civilistica: dal documento informatico agli atomi digitali,* cit., p. 1 ss.

quello reso dal suo contenuto, strumento finanziario nel caso di frazionamento o addirittura inteso come fattispecie negoziali complesse, rappresentative di diritti di credito o reali[284].

Una prima opinione in dottrina accoglie, da un punto di vista civilistico, la natura giuridica di *res*[285]*,* intesa non in senso naturale ma giuridico in quanto oggetto di diritti, in grado di soddisfare interessi di natura patrimoniale, valorizzando l'*NFT* nelle sue varie strutturazioni immateriali ma pur sempre a valenza economica[286].

È ben noto oramai, che l'ordinamento sia sollecitato a qualificare come beni le entità immateriali, qualora su di esse si qualifichino situazioni giuridiche soggettive. La scarsità digitale intesa come impossibilità di poter fruire dell'utilità connessa ad un determinato *Nft,* nonché l'indisponibilità del *token* nei confronti di chi non ne sia il titolare certificato dalla rete, determinano il carattere di "cosa idonea a formare oggetto di diritti", ovvero di "bene"[287], potendo soddisfare i bisogni di chi se ne appropria ed essendo l'uomo stesso un vero e proprio *«portatore di bisogni»*[288].

Data la sua attitudine alla circolazione e trasferibilità presso terzi, nonché la suscettibilità ad un valore economico, è stato suggerito di considerare l'*Nft* quale bene autonomo del tutto slegato dal *file* o bene sottostante e dunque non un mero meccanismo di collegamento

---

[284] Sul punto si v. G. VULPIANI, *Non-Fungible Tokens: An Italian Private Law Perspective,* in *The Italian Law Journal,* 9, 2023, 1, p. 363 ss; M. D'ONOFRIO, *La versatilità degli NFT e le loro funzionalità nel campo della circolazione e catalogazione delle opere d'arte,* in *Aedon,* 1, 2024, p. 83.

[285] Nella giurisprudenza, cfr. la decisione dell'Alta Corte di Singapore, 21 ottobre 2022, SGHC264, *Janesh s/o Rajkumr v. Unknow Person,* che rappresenta il primo caso in cui viene riconosciuto un *NFT* come bene giuridicamente rilevante, e dunque *property,* ravvisandone non la natura di mere informazioni, ma bensì la natura di dati codificati che consentono di dare istruzioni alla rete informatica per permettere al titolare di avere un controllo esclusivo sul *token* trasferito nel suo portafoglio virtuale; cfr, sul punto, anche la decisione dell'Alta Corte di Singapore, 4 marzo 2022, SGHC46, *CLM v. CLN and others;* nonché, in dottrina, A. ALPINI, *Dalla 'platform economy' alla 'cloud economy'. La discussa natura giuridica degli NFTs,* in *Rassegna di Diritto della Moda e delle Arti,* 2, 2022, p. 365-374; R. DE CARIA, *L'impatto della tokenizzazione sui diritti di proprietà,* in *Media Laws*, 3, 2021, p. 93. Parte della dottrina ravvisa però che, con il trasferimento dell'*NFT,* non viene attributo al possessore dello stesso la proprietà del bene tangibile sottostante; sul punto, cfr. A. GUACCERO, G. SANDRELLI, *Non-Fungible Tokens (nfts)* cit., p. 849; della medesima opinione F. BERTELLI, *Diritti reali e asset digitali: l'utilizzo dei token nel settore immobiliare,* in *Tecnologie e Diritto,* 2023, 1, p. 60; A. GIANNACCARI, *Il fascino (imperscrutabile?) dei Non Fungible Tokens, tra dinamiche di mercato e diritti di proprietà digitale,* in *Mercato Concorrenza regole*, 2023, 1-2, p. 105; più propensi a riconoscere i tratti del possesso M. GRANIERI, R. PARDOLESI, *Decostructing NFTS as Decentralised Digital Property,* in L. SILIQUINI-CINELLI, D. GIANTI, M. BALESTRIERI (eds.), *The Grand Strategy of Comparative Law. Themes, Methods, Developments,* Routledge, Londra, 2024.

[286] Sembra corretto accogliere questa impostazione che trae le sue fondamenta dall'insegnamento metodologico di Ascarelli, il quale predicava la relatività di ogni schema concettuale; sul punto anche M. PALAZZO, *La funzione notarile al tempo dell'ultima transazione: Blockchain e Nft* in V. D'ANTONIO, A. MUSIO (a cura di), *I Non Fungible Token Le frontiere digitali del diritto,* Pacini Editore, Pisa, 2024, p. 147.

[287] P.M. GANGI, *Diritto dei non-fungible token (NFT),* op. cit., p. 42 afferma che «*dal punto di vista delle categorie di generali del diritto civile, gli NFT sono dei beni immateriali alla stregua di quote del diritto di società a responsabilità limitata o dei diritti di proprietà intellettuale. (..) Gli NFT in quanto* crypto assets *saranno dei beni immateriali rivali con la conseguenza di essere, in linea di principio, assoggettati alle categorie normative applicabili alle cose materiali e non ai dati digitali.»;*

[288] F. GALGANO, *Diritto privato,* Cedam, Padova, 1996, p. 101.

o avente esclusiva funzione certificatoria, bensì una *res* autonoma, con un proprio valore economico. Ciò comporta, come diretta conseguenza, che l'*Nft* possa essere suscettibile di divenire oggetto di diritto di proprietà o di altro diritto reale mediante scambi, in quanto la titolarità dello stesso è distinta dalla proprietà intellettuale del gettone virtuale nonché dalla proprietà del bene a cui rimanda mediante collegamento sotto forma di *link*.

È altresì possibile immaginare ulteriori ipotesi circa la natura giuridica dei *NFTs,* venendo da taluni ricondotti ad espressione di titoli di credito sotto forma di nuova tipologia di titoli rappresentativi di merci -nel caso in esame, rappresentativo di un bene, materiale o digitale che sia- ai sensi dell'art. 1996 c.c. o fedi di deposito, ai sensi dell'art. 1790 c.c.[289]. In dottrina è stata difatti colta la somiglianza tra i *token* ed i titoli in senso stretto, intesi quali documenti non modificabili e non replicabili, che assolvono ad una determinata funzione sulla base del loro contenuto, in forza del vincolo che si crea tra il titolo stesso ed il diritto o pretesa incorporata[290].

Sulla base delle caratteristiche proprie dei titoli rappresentativi di merci[291], è stata avanzata una forte similitudine tra i *token* ed i titoli di credito, in quanto entrambi rappresentano un episodio di incorporazione di diritti, aventi attitudine alla circolazione. Entrambi dunque costituiscono strumenti rappresentativi di una pretesa, con una sostanziale differenza ovvero un diverso modo di formazione del fenomeno dell'incorporazione: nel caso dei titoli di credito vi è una incorporazione materiale nel documento, ovvero in una vera e propria *res*, mentre nel caso del *token* si assiste ad una novità concettuale, la dematerializzazione tramite l'espediente di una incorporazione del tutto digitale, che rompe il legame con il tradizionale regime della circolazione cartolare, nonché con il possesso del titolo stesso inteso in senso materiale, fisico[292]. Invero questo

---

[289] P. CARRIERÈ, *La "cripto-arte" e i non-fungible tokens (NFTs): tentativi di inquadramento giuridico,* in *dirittobancario.it,* agosto 2021, p. 1 ss.

[290] Il c.d. "vincolo cartolare".

[291] I. ALLEGRANTI, R. TREZZA, *I non-fungible token (nft) come trampolino di lancio per le città devastate a causa dei disastri ambientali. Un'analisi del fenomeno nella legalità reticolare,* in *Il diritto dell'economia,* 2022, p. 416 ss., i quali indicano come caratteristiche specifiche dei titoli rappresentativi di merci, l'idoneità a rappresentare il possesso mediato della merce, nonché l'idoneità ad assicurare la consegna della stessa e la possibilità per il possessore di disporne mediante semplice trasferimento del titolo.

[292] E. RULLI, *Incorporazione senza* res *e dematerializzazione senza accentratore: appunti sui* token*, in X Convegno annuale dell'Associazione Italiana dei Professori di Diritto Commerciale "Orizzonti del diritto commerciale", l'evoluzione tecnologica e il diritto commerciale, Roma, 22-23 febbraio 2019,* p. 2, il quale sostiene che: «*A differenza dei titoli di credito, i* token *non sono incorporati in una* res*, ma hanno pur sempre bisogno di una* res *per essere conosciuti e utilizzati dall'intelletto umano: un telefono, un computer, un qualsiasi strumento tecnologico che ne agevoli l'umana percezione. Se non c'è incorporazione in senso fisico, può riconoscersene una in senso digitale.*».

processo di dematerializzazione digitale sembra essere il punto di arrivo di un processo di incorporazione/dematerializzazione dei diritti che, iniziato nel XVI secolo con il documento considerato una sorta di "merce" in una pratica di cartolarizzazione primigenia, giunge all'ultimo tassello di questo percorso con una circolazione che è andata oltre ed è giunta sino alla digitalizzazione crittografica[293].

Viene ipotizzata, da parte di alcuna dottrina, una vicinanza alla natura dei documenti di legittimazione atipici di cui all'art. 2002 del Codice civile, i quali consentono al possessore di esigere una prestazione o di esercitare un diritto ma senza conferire una autonomia cartolare piena come i titoli di credito. Al loro interno non è difatti incorporato un diritto ma allo stesso tempo consentono al possessore una legittimazione ad esigere una determinata prestazione e nello specifico gli *Nft*, secondo tale orientamento, risultano dei titoli abilitativi che consentono l'accesso univoco al contenuto digitale[294].

Qualora l'*Nft* abbia incorporati al suo interno diritti di partecipazione ad un investimento, la sua natura sembra altresì essere assimilabile ad una particolare forma di titoli di credito, ovvero gli strumenti di investimento[295]. In particolare, qualora essi siano inseriti in portafogli diversificati, così come promettano rendimenti o ancora incorporino partecipazioni economiche ai risultati di un progetto di investimento, appaiono come veri e propri oggetti diretti di investimento, riconducendoli nell'alveo degli strumenti finanziari o *securities.* Qualora siano suscettibili di negoziabilità effettiva, il *token* è ascrivibile nella categoria dei valori mobiliari. Le conseguenze non sono di poco conto, potendo in tal caso applicare ai *token* che incorporano determinati diritti, la normativa unionale in materia di mercati e servizi finanziari[296].

2.2.2.2. Lo jus excludendi omnes alios *e regimi di appropriazione sotto rinnovata forma*

[293] M. DE MARI, *Le cripto-attività tra unità e molteplicità,* in *Diritto commerciale digitale,* 1, 2025, p. 6 ss.
[294] G. NAVA, *I non-fungible token,* cit., p. 268, nega espressamente la tesi che sostiene l'incorporazione del diritto di proprietà o godimento su di un immobile, per ricondurre gli *Nft* a dei titoli di credito atipici, idonei esclusivamente ad individuare il titolare della prestazione a cui sarà permesso, in via esclusiva, di accedere al contenuto digitale, mentre il regolamento del diritto reale sul bene avverrà a mezzo contratto stipulato tra le parti.
[295] M.F. TOMMASINI, *NFT o Crypto-art. Inquadramento giuridico e prospettive di tutela nel mercato digitale,* cit., p. 613, sostiene che gli *NFT,* pur potendo potenzialmente essere ricompresi nella categoria degli strumenti finanziari -si pensi ad investimento in arte digitale mobilitato da finalità esclusivamente e meramente lucrative- non sono inquadrabili come tali, ed a sostegno di tale pensiero vi è la mancata menzione degli *NFT* tra i vari strumenti finanziari menzionati nella Direttiva 2014/65(UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 15 maggio 2014 relativa ai mercati degli strumenti finanziari (c.d. "MIFID II").
[296] Il riferimento è alla Direttiva 2014/65/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 15 maggio 2014, relativa ai mercati degli strumenti finanziari e che modifica la direttiva 2002/92 CE e la direttiva 2011/61/UE, pubblicata in G.U. L. 173 del 12 giugno 2014, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/ALL/?uri=CELEX:32014L0065&qid=1435045139484.

Occorre svolgere alcune considerazioni preliminari in relazione alle situazioni di appartenenza dei *Non Fungible Tokens*, soprattutto con riguardo al caso di *Nfts* che abbiano come sottostante un bene immobile, muovendoci lungo due direttive ben distinte. La prima direttiva concerne il rapporto che si instaura tra l'*Nft* ed il titolare del *token,* mentre la seconda direttiva concerne l'inquadramento del rapporto tra il bene sottostante (ed i *metadata*) ed il titolare del *token*.

I diritti reali sottostanti l'immobile potranno essere frazionati, incorporati in titoli e convertiti in *tokens* e scambiati sul mercato. Tutto ciò si infrange con quella che viene ritenuta la costruzione classica del diritto di proprietà, la quale appare inadatta a descrivere plurime situazioni che si registrano con crescente intensità nella nuova dimensione epocale[297].

Le nuove forme di accumulazione e trasferimento della ricchezza contemporanea sembrano rendere obsolescente il secolare diritto dominicale, tanto da vulnerare lo stesso principio costitutivo della proprietà, ovvero il carattere esclusivo, in armonia con il compianto concetto di sovranità statale e territoriale[298].

Il binomio esclusione-inclusione costituisce un elemento centrale nella teoria del diritto di proprietà; tuttavia, tale dualismo assume attualmente una dimensione tanto antica quanto innovativa se rapportata alle nuove forme di rappresentazione della titolarità digitale, espressa sotto forma di detenzione, da parte del beneficiario ultimo della posizione giuridica soggettiva, del *token* o, per meglio dire, sotto forma di detenzione della coppia di chiavi crittografiche necessarie ai fini della circolazione del *token*.

Si parla di un nuovo modo di esprimere il *jus excludendi omnes alios*[299], ossia attraverso una detenzione ed una titolarità che diventano esclusivamente digitali ma che hanno dei concreti risvolti nel mondo reale fenomenico. Tali nuove forme di

---

[297] M.J. RADIN, *Proprietà e cyberspazio,* in *Riv. crit. Dir. priv.,* 1, 1997, p. 5, afferma che nello spazio della rete non si può più parlare di diritto di proprietà, bensì solo di un diritto di accesso alle informazioni.

[298] A. GAMBARO, *cit*., p.7, il quale chiosa su di una «*crisi profonda*», in termini di «*rappresentazione giuridica e razionale*» del diritto di proprietà e degli altri diritti reali.

[299] Nell'esperienza italiana si rimanda all'art. 832 del Codice civile, il quale come è noto attribuisce al proprietario il diritto di godere e disporre della cosa in modo pieno ed esclusivo. L'elemento dell'esclusività non era esplicitato nel codice previgente del 1865, ma la motivazione della mancata menzione al diritto di esercitare il potere sulla cosa in modo esclusivo risiede nella totale ovvietà di tale componente, ritenuto anche dalla giurisprudenza un elemento insito nella posizione dominicale e dunque del tutto naturale e consolidato. Sul punto si rimanda alla decisione del Consiglio di Stato, 3 luglio 2014, n. 3346, in *Rivista giuridica dell'edilizia*, 2014, I, p. 1026.

rappresentazione digitale della titolarità coinvolgono inevitabilmente la concezione stessa della proprietà[300].

Sin dai tempi antichi si lega la nozione di proprietà con il concetto di esclusività[301], il cui tratto caratteristico e predominante ovvero l'appropriazione esclusiva di una cosa, rapporto nato attraverso una relazione materiale e diretta sul bene e tra essa ed il titolare stesso[302]. Il baricentro del meccanismo appropriativo si sposta, con l'avvento dei *token* e della rete *blockchain*, da una relazione materiale e diretta ad una relazione digitale, indiretta, mediata dalla titolarità esclusiva del *token*.

Nonostante l'evidente difficoltà di una trattazione unitaria del concetto di "proprietà" per le due macroaree di *civil law* e *common law*[303], le radici della visione proprietaria "assolutistica" si fanno risalire in Inghilterra al periodo delle *enclosures,* letteralmente "recinti", che ebbe inizio nel XV secolo per poi raggiungere l'apice nel XVI e nel XVII secolo[304]. Dall'ideologia messa letteralmente in pratica negli *open fields* in quei secoli attraverso la recinzione dei fondi prima attratti dall'ambito della comunità ed intesi quale

---

[300] M. EPIFANIA, *La* tokenizzazione *degli* asset. *I limiti all'utilizzo delle* distributed ledger technologies *nel settore immobiliare*, in *Rivista Giuridica del Molise e del Sannio,* 7, 2025, p. 16, riferendosi ai *Non-Fungible Tokens,* afferma: *«Essi introducono una forma di* digital ownership, *in cui l'unicità tecnica sostituisce la materialità del bene come criterio di individualizzazione giuridica del gettone, fermo restando che la relazione tra* token *e bene o rapporto sottostante richiede una verifica specifica in base al contenuto dei* metadata *e alla struttura* dello smart contract*.»;* ed ancora, alla p. 18, l'Autrice ribadisce: *«Gli NFT segnano un'evoluzione significativa nel concetto di proprietà: il* token *digitale incorpora un insieme di dati immutabili registrati sulla* blockchain*, che rappresentano il bene sottostante e identificano in maniera univoca il titolare.».*

[301] Nell'ambito di una possibile comparazione, si rammenta una importante figura del pensiero anglosassone ovvero CRAWFORD MACPHERSON, il quale sostenne che l'individuo è tale e si definisce in quanto proprietario. Tale impostazione di pensiero è stata ripresa da P. BARCELLONA, per il quale l'epoca moderna era totalmente incentrata sul concetto di proprietà, dando luogo ad una sorta di circolarità: il sistema, configuratosi come proprietario, tende ad enfatizzare l'individuo in quanto tale, per poi ricondurlo, alla fine del ciclo, da proprietario a consumatore. Sul punto si V. M. FERRARI, *Proprietà e diritto a essere inclusi,* in *Riv. crit. dir. priv.,* 2016, 4, p. 525 ss.

[302] O.T. SCOZZAFAVA, *La proprietà di Locke*, in ID., *Studi sulla proprietà*, Giappichelli Editore, Torino, 2014, p. 113 ritiene che: *«Il tratto dell'esclusività, che caratterizza tali situazioni [proprietarie], si consuma tutto nel fatto, naturalisticamente inteso, della relazione materiale e diretta tra bene e soggetto.».* L'Autore rileva che l'affermazione della proprietà individuale in luogo di quella collettiva era frutto di un più ampio mutamento ideologico, configurabile come una vera e propria "rivoluzione" che stava prendendo piede in Inghilterra, in cui le terre venivano sottratte all'uso comune per assoggettarle al dominio esclusivo del proprietario. ID., *I beni e le forme giuridiche di appartenenza,* cit., p. 224 ss. Si segnala W. BLACKSTONE che nel secondo libro della sua opera *Blackstone's Commentaries of the Laws of England*, nel primo capitolo *"Of Property in general",* p. 2, definisce il *right of property* come *«the sole and despotic dominion. (..) in total exclusion of the right of any other individual in the universe.»,* reperibile *online* al seguente indirizzo: https://avalon.law.yale.edu/18th_century/blackstone_bk2ch1.asp.

[303] S. VAN ERP, *Comparative property law,* in M. REIMANN, R. ZIMMERMANN, (a cura di), *The Oxford Handbook of Comparative Law,* Oxford University Press, Oxford, 2006, p. 1044 ss.

[304] J.M. NEESON, *Commoners: Common Right, Enclosure and Social Change in England, 1700-1820*, Cambridge, 1993, p. e recensito da D. KEER, in *Cambridge University Press*, 1996, p. 382 ss.; D.N. MCCLOSKEY, *The Enclosure of Open Fields: Preface to a Study of Its Impact on the Efficiency of English Agriculture in the Eighteenth Century*, in *The Journal of Economic History*, 32, 1972, p. 15.

risorsa comune[305], si affermò il ripensamento degli istituti proprietari per cui la delimitazione del potere del proprietario mediante apprensione del bene -prima una apprensione fisica e poi apprensione indiretta con l'avvento delle nuove tecnologie[306]- rende effettivo il controllo esclusivo del bene.

Per analizzare il cambiamento che coinvolge le situazioni tipiche di appartenenza e dunque di conseguenza l'esercizio del *jus excludendi omnes alios* occorre tenere ferma la distinzione, vista in punto di struttura del *token*, tra l'*Nft* considerato nella sua individualità ed il contenuto dello stesso, ovvero l'utilità sottostante. Partendo da questo presupposto l'analisi deve seguire due distinte matrici, e più precisamente il rapporto che si instaura tra il titolare del *Non-Fungible token* e quest'ultimo, e se tale relazione possa estendersi al bene sottostante.

Il primo piano del ragionamento ci conduce al seguente interrogativo, ovvero comprendere se il rapporto tra titolare del *token* e *Nft* possa essere qualificato come proprietario o si debba parlare di possesso o ancora di altra situazione fattuale. Il punto di partenza è un dato oramai assodato ovvero il *token* come entità autonoma, capace di circolare in maniera indipendente, da non confondere con il bene sottostante che rappresenta. Il *token* è un'entità rappresentativa di un insieme di parametri informativi e contiene un *link* a dei *metadata*, intesi quali bene (che da corporale subisce un passaggio a digitale, sotto forma di codice alfanumerico) o diritti ad esigere determinate prestazioni da colui che emette il *token* in questione. Il bene -qui inteso in senso fisico al quale i *metadata* rimandano- assume una forma totalmente astratta nonché digitale in quanto risultato del processo di "tokenizzazione". Attraverso tramite espediente viene resa possibile l'associazione esclusiva tra il *token* ed il bene digitale, nonostante resti il dubbio se sia consequenziale la titolarità anche dell'*asset* corporeo[307].

---

[305] La terra è stata per lungo tempo attratta nell'orbita della Corona, essendo i privati solo titolari di *«concessioni di godimento»,* e pertanto titolari non del bene in sé né di un diritto di proprietà in senso tradizionale. Sul punto di rimanda a A. MOSCARINI, *Proprietà privata e tradizioni costituzionali comuni*, Milano, Giuffrè, 2006, p. 181 ss.

[306] Si indica di seguito l'Autore che ipotizza la nascita di una successiva categoria di *enclosure,* ovvero una *third enclosure;* sul punto si rimanda a D. LAMETTI, "*Cloud computing": verso un terzo "Enclosures Movement"?,*in *Riv. crit. Dir. priv.,* 2012, p. 363 ss., il quale si concentra sulla necessità di conservare uno spazio digitale che resti comune a tutti gli utenti, una sorta di *common property,* per la gestione del diritto d'autore e delle informazioni.

[307] Report OECD, 17 gennaio 2020, *The tokenisation of assets and potential implications for financial markets,* OECD BLOCKCHAIN POLICY SERIES, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2020/03/the-tokenisation-of-assets-and-potential-implications-for-financial-markets_370f9853/83493d34-en.pdf, il quale, a p. 8, descrive il processo di tokenizzazione di un *asset* materiale, come *«Tokenisation of physical assets may ultimately depend on the existence of a trusted and credible central authority (such as a custodian) who will guarantee the connection of the off-chain world with the blockchain (e.g. existence and custody of unique assets backing the tokens)»,*

Considerando i *metadata* come un codice informatico che restituisce informazioni relative ad un bene materiale che preesiste alla procedura di "tokenizzazione"[308], si individua nella "tokenizzazione" lo strumento che realizza l'istaurarsi della relazione di appartenenza tra il titolare del *token* ed il gettone virtuale stesso. La situazione di appartenenza si realizza concretamente con un algoritmo di *hash* che lega lo *smart contract* che opera sulla rete al contenuto digitale sottostante. È però opportuno scandagliare le varie soluzioni proposte in dottrina, al fine di tentare un inquadramento funzionale alla situazione di appartenenza che si realizza e che si è tentato finora di descrivere solo da un punto di vista informatico.

È evidente lo sforzo di molti giuristi mossi dal tentativo di attrarre questa situazione di appartenenza che si viene a creare al momento del trasferimento del *token* con i vari modelli di proprietà che costituiscono il portato delle differenti tradizioni giuridiche. Vi è da chiedersi se il *token*, in quanto documento contenente informazioni e dunque "cosa", sia altresì suscettibile di essere definito "bene" e pertanto suscettibile a formare oggetto di diritti[309]. D'altronde la figura del "bene" ha da sempre evocato il concetto di "ricchezza", consentendo agli uomini di conseguire determinati risultati -soprattutto in termini patrimoniale- e di soddisfare i propri bisogni. Nell'epoca attuale si ravvisa una nuova concezione di ricchezza che si scontra con la tradizionale logica dell'appartenenza e della presunta unicità del "bene", che appare altresì indivisibile in quanto immateriale, anche se come si vedrà nel proseguo, anche questa credenza sembra essere destinata a cadere.

Nella tradizione c.d. di *civil law* la proprietà è stata per lunghissimo tempo configurata come diritto calibrato sulla esclusività della titolarità e pienezza dei poteri sulla cosa, tradizionalmente connotata da corporalità ed è tutt'oggi particolarmente difficoltoso discostarsi dalla concezione secolare della *secunda divisio rerum* gaiana, che distingueva

[308] Si parla di "datificazione" per designare il fenomeno di conversione in formato digitale di molteplici aspetti del mondo reale, come i beni materiali resi sotto forma di codice informatico; altro aspetto del fenomeno è dato dalla datificazione di informazioni oppure dati personali ed infine può riguardare dati generati automaticamente dalle tecnologie digitali; si v. in proposito si v. E. CALZOLAIO, *Beni digitali e proprietà tra civil law e common law,* cit., p. 296.

[309] Una recente sentenza sembra affermare con estrema naturalezza l'impostazione dell'*Nft* quale bene giuridico, riconoscendo che i proventi ricavati dalla vendita di un *Nft* siano soggetti al contenuto dell'art. 53 del Tuir in quanto considerati redditi imponibili di lavoro autonomo, indipendentemente dalla natura digitale e dunque immateriale dell'oggetto della cessione; a tal proposito si rimanda alla Cass., Sez. Penale, n. 8269 del 28 febbraio 2025, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.cortedicassazione.it/resources/cms/documents/8269_02_2025_pen_noindex.pdf

nitidamente tra cose corporali "*res corporales, quae tangi possunt"*[310] ed incorporali "*quae tangi non possunt"*[311]*,* scissione risalente alle *Institutiones* gaiane del II secolo d.C.[312]

È frutto della giurisprudenza romana classica la formazione di un *«nucleo tecnico-concettuale della proprietà (quiritaria), come diritto unitariamente inteso e riferito alle cose (*res corporales): *sia quelle immobili che quelle mobili»*[313]. Il concetto di *res incorporales* quale costrutto giuridico atto a convogliare all'interno della categoria dei beni anche entità immateriali ha il grande pregio di discostarci dall'antica concezione del diritto romano che riconosceva il diritto di proprietà tutt'uno con l'oggetto, prediligendo un rapporto pieno e immediato con la cosa[314]; è tuttavia comprensibile la difficoltà attuale nel prendere le distanze dalla tradizione dominicale[315] che *«assume rilievo per rapporto di confusione-identificazione con la cosa materiale che ne costituisce l'oggetto in modo esclusivo*.».[316]

L'introduzione della categoria dei beni immateriali, seppur in epoca romana non coinvolgesse ancora elementi quali l'opera d'ingegno o la produzione intellettuale, che esistevano già al tempo[317], per come giunta sino ad oggi nell'accezione tipica della

---

[310] Cose che si possono toccare, come, al tempo, il fondo, lo schiavo, l'oro.

[311] Cose che hanno fondamento nel diritto, quali ad esempio il diritto di credito derivante da una obbligazione, come pure il diritto di usufrutto, i diritti ereditari, le servitù urbane e rustiche, escludendo espressamente il diritto di proprietà. Si v. sul punto G. TURELLI, 'Res incorporales' *e beni immateriali: categorie affini, ma non congruenti,* in *Teoria e storia del diritto privato,* 2012, p. 6 ss.

[312] Per un tentativo di sistematizzazione delle differenze tra beni corporali e nuovi beni immateriali, si rimanda a A. BELLELLI, A.G. CIANCI, *Beni e situazioni giuridiche di appartenenza. Tra diritti reali e new properties,* Giappichelli, Torino, 2008, p.145 ss.

[313] L. MOCCIA, *Forme della proprietà nella tradizione giuridica europea,* in E. DEL PRATO (a cura di), *Studi in onore di Antonio Cataudella, Tomo II,* Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli, 2013, p. 1436.

[314] L'ideologia romana -o per meglio dire romanistica- granitica nella sua chiusura verso altre situazioni di appartenenza diverse da quella classica, connaturata da assolutezza ed esclusività di un diritto unico, esercitabile su di una *res corporalis,* a differenza delle situazioni proprie dell'ideologia inglese, che tendono a relativizzare il concetto stesso di esclusività. Sul punto si v. ID., *Forme della proprietà nella tradizione giuridica europea*, cit., p. 1450 ss.

[315] Che dall'ordinamento della *civitas* romana, attraversa l'ordinamento bizantino di Giustiniano per poi essere modificato durante l'esperienza medievale con il brusco passaggio ad una valorizzazione dei singoli poteri di uso e godimento che potevano essere esercitati sulla cosa, per poi tornare alle origini con l'avvento dell'epoca moderna e la diffusione di un sentimento di volontà di distacco dall'ideologia feudale per affermare il più rigido individualismo con i Codici nell'esperienza continentale. G. RESTA, *Dal dominio sulle cose all'esclusiva sui beni immateriali: questioni attuali in materia di proprietà,* in E. CAPOBIANCO, G. PERLINGIERI, M. D'AMBROSIO (a cura di), *Circolazione e teoria dei beni incontro di studi dell'Associazione dei Dottorati di Diritto Privato, Lecce, 21-22 marzo 2019,* Edizioni Scientifiche italiane, Napoli, 2021 p. 27 ss., il quale ricorda che anche la tradizione pandettistica non si discostava dalla concezione corporale della proprietà; tale affermazione è confermata dal contenuto letterale del § 90 BGB, che si cita nella sua traduzione in lingua italiana: *«cose nell'accezione della legge sono soltanto le cose corporali».*

[316] E. CALZOLAIO, *Beni digitali e proprietà tra civil law e common law,* cit., p. 306.

[317] A. GUARINO, *Diritto privato romano,* Napoli, 1992, p. 330 nt. 26.2: *«del tutto al di fuori dell'esperienza giuridica romana erano le creazioni intellettuali (...), di cui ancora non si avvertivano i peculiari riflessi*

categoria moderna dei beni immateriali ci consente una lucida riflessione circa l'estensibilità del modello proprietario ai *token* crittografici. Le informazioni rese digitali registrate all'interno della *blockchain,* dotate di un proprio valore economico in ragione delle utilità che di volta in volta sono idonee a produrre, si discosta dalla categoria tassativa di beni immateriali -quali, fra le varie, le creazioni intellettuali e le opere dell'ingegno- che ha preso piede e la cui protezione è affidata a diritti di privativa previsti *ad hoc* di modo da replicare in chiave similare il diritto di esclusiva dominicale ed evitare la possibilità di uno sfruttamento da parte di terzi, in quanto notoriamente insuscettibili di escludere naturalmente dal loro utilizzo coloro che non ne siano i titolari in quanto dotati di una fisiologica non "rivalità". Si noti al contempo che, nel caso dei derivati della tecnologia a registro distribuito, non ci troviamo nel regime della tipicità in tema di attribuzione dei diritti di esclusiva sulle entità incorporali che sono state conosciute sino ad adesso.[318]

Al contrario, i *token* sono strutturati già *ab origine* come "cose" destinate ad una appartenenza esclusiva. Può essere verosimile tracciare un nuovo concetto di diritto dominicale sfruttando la secolare concezione di proprietà quale diritto incorporato nella cosa reale ed è possibile plasmarlo con la nuova realtà che si sta delineando, ritenendo che il diritto all'interno del *token,* sotto forma di *link* che lega indissolubilmente i *metadati* frutto della tokenizzazione al *token* stesso, comporta le classiche prerogative proprie del diritto di proprietà, in tal caso da esercitarsi sul bene sottostante il *token,* in modo esclusivo secondo il paradigma del *jus excludendi omnes alios.*

Certo è che in questo scenario, l'entità al quale si fa riferimento parlando di *token*, o *digital assets,* quali beni immateriali "atipici" permane come entità sfuggevole, immateriale, che è considerata tale esclusivamente in forza della propria capacità nel produrre reddito, dunque per la propria valenza patrimoniale[319]. In via preliminare, il dibattito circa la qualificazione giuridica del *token* ha delle concrete implicazioni; se considerato "bene giuridico" potrebbe astrattamente ipotizzarsi la sua idoneità a costituire oggetto di diritti reali, ma in tal caso la ricostruzione potrebbe scontrarsi con il principio

economici»; U. BARTOCCI, *Aspetti giuridici dell'attività letteraria in Roma antica,* Giappichelli Editore, Torino, 2009, 36 ss., 49 ss., 230 ss.

[318] V. ZENO-ZENCOVICH, voce *Cosa* in *Digesto, Disc. Priv., sez. civ., IV,* III ed., Utet, Torino, 1989, p. 460, il quale afferma che gli interessi su entità non qualificabili nel concetto giuridico di "cose" e prive di un riconoscimento positivo, sono costrette a godere di una tutela limitata e sono caratterizzate dalla mancanza del tratto di esclusività.

[319] Per enfatizzare l'importanza dei beni immateriali purché suscettibili di valutazione economica, si ricorda che detti beni immateriali, come ad esempio molto frequente il *know how,* possono essere oggetto di conferimento nei confronti delle società a responsabilità limitata.

del *numerus clausus* e della tipicità dei diritti reali[320], rendendo problematica l'affermazione di un diritto reale su di un'entità informativa immateriale. Ne deriva, pertanto, la necessità di interrogarsi sulla natura reale o personale dei diritti aventi ad oggetto informazioni digitali dematerializzate. Fermo restando che l'informazione rappresenta una forma di proprietà[321], quella incarnata dal *token* crittografico assume la natura di una risorsa digitale ma dotata di scarsità, *«più precisamente un bene "non materiale" che esiste esclusivamente "nella rete" in cui è sorta e che si caratterizza per la possibilità di conferire al titolare della chiave privata un ius excludendi alios»*[322]. L'elaborazione dogmatica della categoria dei "beni" consente di allontanarci dalla rigidità propria del formalismo e del legalismo per conferire una dignità giuridica e valenza economica alle informazioni crittografiche.

Configurare quale diritto reale, nello specifico di proprietà, la relazione che si instaura tra titolare ed *Nft* crea una vera e propria frizione tra il *numerus clausus* dei diritti reali[323] ed i beni immateriali "atipici", che mal si concilia con l'idea di un diritto reale su delle informazioni dematerializzate[324]. Il nuovo sistema delle fonti, come portato di questa -ennesima- rivoluzione digitale in atto, sembra, a prima vista, rendere non più leggibile il principio del *numerus clausus* attraverso il paradigma statualista, ma senza voler scavalcare il principio della tipicità, affinché nuove forme di beni immateriali ricevano tutela circa la loro esclusività sarebbe alquanto necessario una espressa previsione normativa.

---

[320] Tale principio venne storicamente affermato come baluardo a salvaguardia della libertà dell'individuo in quanto "proprietario", rispetto ad intromissioni esterne, per tutelare l'efficiente gestione dei beni e la coerente organizzazione dei diritti di proprietà; si V. A. GUARNERI, *Diritti reali e diritti di credito*, in *Trattato dei diritti reali*, diretto da A. GAMBARO, U. MORELLO, I, *Proprietà e possesso*, Cedam, Padova, 1979, p. 29 ss.

[321] C.A. REICH, *The new property*, cit., p. 733-787.

[322] E. BATTELLI, *Epistemologia dei beni immateriali: inquadramento sistematico e spunti critici,* cit., p. 85.

[323] Il principio del *numerus clausus,* affermatosi durante l'epoca della Rivoluzione francese, era inteso quale principio di ordine pubblico, costruito al fine di evitare lo smembramento della proprietà individuale e la proliferazione di diritti reali atipici. La Francia, sino alla fine del 1800 divisa in zone, alcune delle quali in cui vigeva il diritto scritto di discendenza romanistica ed altre in cui era ancora in vigore un diritto consuetudinario di origine germanistica, decise di compiere una scelta nel *Code Civil*, prediligendo un modello di proprietà di discendenza romanistica ed assumendo un atteggiamento di assoluto distacco nei confronti di diritti reali del tutto inediti, atteggiamento seguito anche dalle corti francesi. La propensione, in Francia, era volta ad una dilatazione del diritto reale per eccellenza, ovvero il diritto di proprietà, piuttosto che un ampliamento dei diritti reali. Sul punto si rimanda a B. AKKERMANS, *The Numerus clausus of Property Rights,* in *Maastricht European Private Law Institute,* Working Paper n. 2015/10, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2693667; A. FUSARO, *Il numero chiuso dei diritti reali,* in *Riv. crit. Dir. priv.,* 2000, 3, p. 439 ss.

[324] Per delle puntuali ed avvincenti riflessioni in tema di "appartenenza dell'immateriale" ed individuazione dei principi in base ai quali allocare i nuovi beni immateriali in capo ad un soggetto piuttosto che ad un altro, in assenza di disposizioni normative sul punto, si rimanda a G. RESTA, *Nuovi beni immateriali e* numerus clausus *dei diritti esclusivi,* cit., p. 19 ss., il quale ci rammenta che il principio del numero chiuso e della tipicità dei diritti su beni immateriali non è codificato espressamente in alcun sistema normativo ma ciononostante assurge a principio cardine della teoria dei beni classica.

Tuttavia, l'ombrello di protezione per queste nuove utilità risiede nella struttura tecnologica che ne governa il funzionamento: a differenza delle opere dell'ingegno e delle creazioni intellettuali che per loro natura fisiologica sfuggono al controllo esclusivo di un solo soggetto, il *token* è per sua stessa struttura un bene dotato di "rivalità". Il funzionamento della *blockchain* ne impedisce la replicabilità e ne assicura la titolarità certificata ed effettiva in capo al beneficiario dell'ultima posizione giuridica soggettiva, rendendo sostanzialmente inutile la necessità di formulare diritti di privativa *ad hoc* per proteggere l'*asset* immateriale da attacchi da parte di terzi[325].

Con ciò si va ad affermare una sorta di declino non tanto dell'assolutizzazione della proprietà, che in altra veste ma, secondo alcuni, riesce comunque ad esprimere il diritto di escludere "tutti gli altri", quanto un declino del tradizionale rapporto di appartenenza, esercitato sulla cosa fisica, in quanto tale e dunque incorporante il diritto stesso di proprietà.

Se ci soffermiamo sulla concezione tipica dell'individualismo proprietario[326] secondo la quale il titolare dominicale ha il diritto di escludere chiunque dal godimento del bene assumendone il controllo totale ed esclusivo, sembra trovare una qualche similitudine con il rapporto triadico formatosi tra il titolare del *token*, il *token* stesso ed il bene sottostante.

È proprio in forza di un rinnovata modalità di esercizio dello *jus excludendi omnes alios,* esercitata attraverso una situazione di appartenenza del *token* in questione che ne rende esclusivo l'accesso solo in favore del titolare, che secondo taluni è corretto affermare che il rapporto tra il titolare dell'*Nft* ed il *token* stesso sia qualificabile come "proprietario"[327]. D'ostacolo a tale teorizzazione di un nuovo modello proprietario è la visione di coloro in dottrina che limitano la qualificazione giuridica del *token* a mero documento inteso quale supporto dei parametri informativi contenuti al suo interno, reso valido dalla sottoscrizione

---

[325] G. ALPA, V. MARICONDA (a cura di), *Codice civile commentato, Libro I*, IPSOA, Vicenza, 2005, p. 1802, si afferma *«che, essendo il diritto di proprietà il principale criterio di appropriazione, ad esso debba essere attribuito il compito di fungere da criterio di individuazione dei beni.»,* ribadendo che l'esercizio del diritto di proprietà consente di individuare l'oggetto su cui si esercita l'appropriazione come "bene".

[326] La concezione dell'individualismo proprietario scevra da qualsiasi forma di condizionamento sociale nacque solo con la fine della corrente del giusnaturalismo, anche se è corretto ammettere che in molte opere di filosofi giusnaturalisti veniva menzionato il concetto di proprietà quale forma di appropriazione esclusiva ma senza mai analizzarlo nello specifico, bensì utilizzato per trattare le tematiche più disparate. Sarà il filosofo giusnaturalista Locke a dedicare al tema della proprietà un intero capitolo del Secondo Trattato. Locke ammette la necessità della natura corporale del bene oggetto di proprietà in quanto appropriazione in forma esclusiva si realizza esclusivamente attraverso la presa di possesso che richiede la consistenza corporale dell'oggetto dell'appropriazione, creando altresì una confusione tra il termine "proprietà" ed il termine "possesso. Sul punto si rimanda a O.T. SCOZZAFAVA, *La proprietà di Locke*, cit., p. 114 ss.

[327] S. RODOTÀ, *La logica proprietaria tra schemi ricostruttivi e interessi reali*, in *Quaderni fiorentini per la storia del pensiero giuridico moderno*, vol. 5-6, *Itinerari moderni della proprietà*, tomo II, 1976-77, p. 881-917; G. VULPIANI, *Non-Fungible Tokens: An Italian Private Law Perspective,* cit., p. 364; F. RAMPONE, *NFT e token crittografici in chiave civilistica: dal documento informatico agli atomi digitali,* cit., p.18; M. DE MARI, *Le cripto-attività nella disciplina MiCar e la finanziarietà delle "cripto-attività non finanziarie",* cit., p. 270.

mediante firme elettroniche attestanti la validazione della propria ed altrui legittimazione al compimento di una determinata transazione, così come l'impostazione che riconosce il *token* quale mero certificato digitale di autenticità o titolarità.[328]

In ordine al rapporto tra *Nft* e bene sottostante, si registrano varie opinioni che si collocano lungo un *continuum* teorico che va dalla concezione della funzione rappresentativa sino alla totale immedesimazione tra *token* ed entità reale sottostante, sotto forma di incorporazione.

Secondo un primo orientamento, l'*NFT* non si identifica con il bene sottostante, ma ne costituisce esclusivamente uno strumento di rappresentazione e circolazione. In tale prospettiva, il *token* si configura come bene immateriale autonomo ai sensi dell'art. 810 c.c., distinto dal contenuto cui rinviano i relativi *metadata*, i quali svolgono una funzione meramente tecnica di collegamento e accesso. Ne consegue che l'eventuale trasferimento del *token* non integra una vicenda traslativa del bene sottostante, ma esclusivamente della posizione giuridica sul *Non-Fungible Token*, il quale può al più fungere da mezzo di legittimazione o di accesso a ulteriori utilità.

Una diversa ricostruzione, più radicale, si è spinta oltre, ammettendo il rapporto di inscindibilità tra il *token* e l'entità sottostante, soprattutto nei casi in cui il *Non-Fungible token* sia strutturato per consentire l'esercizio di operazioni di vario tipo, come la compravendita, la dazione in garanzia, la licenza d'uso[329]. D'altronde, in questo caso i *metadata* assumono un ruolo centrale, in quanto veicolano l'accesso e l'utilizzazione del contenuto, sì da rendere il *token* non soltanto un bene autonomo, ma anche uno strumento rappresentativo di situazioni giuridiche ulteriori.

Tuttavia, secondo altre opinioni, il *token* immobiliare potrebbe esprimere le proprie potenzialità mediante una forma di "cristallizzazione" del diritto di proprietà su di un immobile, giungendo così a configurarsi come un titolo di proprietà digitale[330]. Ciò che

---

[328] R. BOCCHINI, *Lo sviluppo della moneta virtuale: primi tentativi di un inquadramento e disciplina tra prospettive economiche e giuridiche*, cit., p. 32 ss.;

[329] Cfr. Trib. Roma, ord. 20 luglio 2022, in *Foro it*., 2022, 12, I, 3810, con nota di M. GRANIERI, *Alcune considerazioni preliminari circa le forme di appartenenza dei non-fungible tokens,* che si esprime in termini proprietari con riferimento ai *Non Fungible Tokens,* identificandoli come beni destinati alla vendita commerciale. In senso contrario si pronuncia M. EPIFANIA, *La* tokenizzazione *degli* asset. *I limiti all'utilizzo delle* distributed ledger technologies *nel settore immobiliare,* cit., la quale asserisce che alla impostazione proprietaria non consegue necessariamente l'estensione della relazione proprietaria anche al bene sottostante.

[330] D.S. D'ALOIA, *Il token immobiliare nel contesto del codice civile italiano,* in *European J. of Law & Technologies,* 2025, 2, p. 12 ss., il quale sostiene *«Vista la particolare natura del token immobiliare, si potrebbe arrivare a definirlo quale titolo di proprietà interamente digitale, nel caso in cui l'oggetto della transazione non siano i metadati contenuti nel token in blockchain, quanto, piuttosto, un bene off-line (immobile in questo caso) che preesista alla tokenizzazione.»,* enfatizzandone la proprietà di essere portatore di un diritto in esso incorporato, e non solo una informazione digitale avente la caratteristica di realizzare una

distingue questa affermazione rispetto alle precedenti menzionate sta proprio nella considerazione del contenuto del *token;* in un caso supporto e veicolazione delle informazioni o mezzo di rappresentazione di una situazione giuridica soggettiva, nell'altro caso entità che consente l'incorporazione in senso pieno di un diritto soggettivo, determinando una immedesimazione tra circolazione del *token* e circolazione del diritto reale. Tale ultimo orientamento ci apre allo scontro diretto con il sistema civilistico italiano -e anche non italiano[331]- ed in particolare con il secolare sistema della trascrizione[332].

---

plusvalenza in termini economici. Difatti, G. DE MARZO, *Nozione di beni, universalità di mobili e pertinenze,* in R. CONTI (a cura di), *La proprietà e i diritti reali minori. Beni, limiti, tutela nazionale e sovranazionale,* Giuffrè editore, Milano, 2009, p. 4, afferma che *«il patrimonio di ogni individuo è, in definitiva, formato da diritti sui beni: sono questi ultimi a formare oggetto delle vicende circolatorie.»,* valorizzando il *token* non per la sua declinazione sotto forma di informazione, bensì per il suo assetto di portatore di diritti e pertanto incorporando tecnicamente il diritto stesso, ponendosi di conseguenza come protagonista delle vicende circolatorie.

[331] Tale impostazione contrasta anche con il sistema americano; sul punto si v. C.K. ODINET, A. TOSATO, *Tokenized real estate: the Law and tech of digital deeds,* in *Ohio State Law Journal,* 2026, p. 1 ss., reperibile *online* al seguente indirizzo: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=5401703&__cf_chl_tk=SHK2Ws3x_TVoIoB93KstoJi39uNXSwqyNl.NoxNNNsM-1776368679-1.0.1.1-J6m9gDwYLHoIbsVhmMjrBRO5wZGAQIXYgBtaADMH7SM, in cui gli Autori affermano che le norme sulla forma scritta, *statutes of fraud,* richiedono il rispetto di specifici requisiti formali in materia di trasferimento dei beni immobili, così come il diritto dei beni non riconosce, in linea di principio, strumenti al portatore che consentano il trasferimento della proprietà immobiliare attraverso il mero possesso degli stessi. Gli Autori sostengono inoltre che, anche laddove la disciplina ammetta la validità degli atti digitali, si verificherebbe il problema della coesistenza di due meccanismi paralleli dei registri che tengano rispettivamente traccia delle transazioni all'interno della *blockchain* e che avvengono nel mondo reale, di cui si continuerebbe a tenere traccia nei registri immobiliari tradizionali.

[332] Si vuole indicare una sostanziale differenza tra l'ordinamento italiano ed altri ordinamenti, i quali hanno nel tempo espressamente normato la nuova categoria di beni rappresentativi di diritti patrimoniali e precisamente il diritto elvetico ha introdotto nel Codice delle Obbligazioni all'art. 973d, così come modificato dal *DLT Act*, i *Registerwertrechte,* ossia diritti valori che possono essere creati e trasmessi esclusivamente a mezzo di un registro digitale che garantisca l'integrità, la trasparenza e l'immutabilità del suo contenuto, riconoscendo così una piena efficacia traslativa alla cessione dei diritti contenuti all'interno di *token* a mezzo *blockchain* -dunque un diritto "agganciato" tecnicamente alla *blockchain*- e reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.fedlex.admin.ch/eli/oc/2021/33/it, il quale così recita: *«Un diritto valore registrato è un diritto che per accordo delle parti: 1. È iscritto in un registro di diritti valori ai sensi del capoverso 2; e 2. Può essere esercitato e trasferito soltanto per il tramite di detto registro. 2 il registro di diritti valori soddisfa i seguenti requisiti: 1. Mediante procedure tecniche conferisce ai creditori, ma non al debitore, la facoltà di disporre dei loro diritti; 2. La sua integrità è garantita mediante misure tecniche e organizzative adeguate, quali la gestione comune da parte di persone indipendenti tra loro, che lo proteggono da modifiche illecite; 3. Il contenuto dei diritti, le modalità operative del registro e l'accordo sulla registrazione figurano nel registro o nei dati aggiuntivi a esso correlati; 4. I creditori possono consultare le informazioni e le iscrizioni che li riguardano nonché verificare l'integrità del contenuto del registro che li riguarda senza l'intervento di terzi.».* L'avanguardia elvetica procede addirittura con progetti pilota che prevedono l'iscrizione del *token* come vero e proprio diritto reale digitale direttamente nel registro fondiario, il *Grundbuch,* rendendo potenzialmente possibile il contestuale trasferimento della proprietà del bene fisico immobile sottostante. Esempio non dissimile, seppur con delle differenze sul piano funzionale della *blockchain,* è il portato delle modifiche del 2022 allo *Uniform Commercial Code* statunitense mediante l'art. 12 degli emendamenti UCC, le quali hanno introdotto una nuova categoria di beni mobili immateriali, i *controllable electronic records (*"*CERs*"), consentendo specificamente la tokenizzazione di determinati diritti di pagamento. Per *controllable electronic records* si intende una registrazione di informazioni che può avvenire mediante le varie tecniche digitali, informazioni che possono essere pertanto recuperate ma che sono suscettibili di controllo da parte del titolare delle medesime, focalizzandosi dunque sull'elemento distintivo

In tale ricostruzione, il contenuto del *token* non si limita a svolgere una funzione informativa o rappresentativa, ma incorpora in senso pieno il diritto soggettivo, determinando una immedesimazione tra circolazione del *token* e circolazione del diritto reale. Tale impostazione, per quanto teoricamente suggestiva, si pone tuttavia in potenziale frizione con i principi cardine del sistema civilistico, segnatamente con il regime della pubblicità immobiliare e con la struttura causale e formale dei diritti reali.

Si potrebbe argomentare, a sostegno della tesi che nega l'immedesimazione tra l'*Nft* ed il bene sottostante, che ammettere un *token* inscindibilmente connesso e rappresentativo del bene sottostante si pone in conflitto con l'idea stessa del riconoscimento dell'*Nft* quale bene dotato di propria peculiare autonomia *ex* artt. 810 e ss. c.c., slegato dall'entità sottostante. Comunque venga considerato il *token* immobiliare, sia esso un *Non-Fungible Token* o un *token* finanziario, la cessione non viene difatti qualificata come compravendita di un bene immobile o di una quota parte di esso in quanto lo si considera distinto dal bene che esso rappresenta, nella sua veste di informazione digitale che permette l'accesso al contenuto esclusivamente al titolare di esso e talvolta può svolgere una funzione rappresentativa o strumentale rispetto a situazioni giuridiche ulteriori, come la proprietà, senza perciò solo coincidere con esse.

Alla base di detta posizione si ritiene che possa esservi un fraintendimento; al netto di una sostanziale discrepanza tra le potenzialità tecnologiche ed il riconoscimento giuridico, la tecnologia dei registri distribuiti consente si l'emissione di *token* che pretendono di rappresentare beni immobili ma il diritto vigente non riconosce dette incorporazioni come giuridicamente efficaci. Il fraintendimento maggiore sta proprio nel considerare il processo di tokenizzazione come frutto della tecnologia; al contrario, la *tokenisation* è una costruzione giuridica che richiede un esplicito fondamento normativo[333].

2.2.2.3. La (sottile) linea di demarcazione tra fungibilità ed infungibilità.

del controllo diretto, senza necessità di intermediari. Ciò è un esempio estremamente significativo di come la procedura di tokenizzazione emerga realmente tramite un riconoscimento normativo, per cui non è sufficiente la sola innovazione tecnologica.

[333] C.K. ODINET, A. TOSATO, *Tokenized real estate: the Law and tech of digital deeds,* cit., p. 4, affermano *«While DLT systems can certainly create digital tokens that purport to represent property rights, the law does not recognize such representations being as legally effective.».*

La lente di lettura da adottare per una comprensione del fenomeno dei *Non-Fungible Tokens* e delle criptovalute, è il (talvolta labile, come si vedrà *infra*) confine tra concetto di fungibilità ed infungibilità, macro-distinzione che attiene sia allo standard tecnico di creazione delle cripto-attività, sia alle potenzialità economiche delle stesse[334]. Nella grammatica dei giuristi, stante il silenzio dell'ordinamento domestico sul punto[335], i due termini designano l'opposizione tra beni identificati soltanto mediante riferimento ad un certo genere e beni dotati di caratteristiche individualizzanti. Partendo dalla controversa questione circa l'inclusione, o meno, delle cripto-attività in generale nel perimetro di pertinenza dell'art. 810 c.c., è stata riconosciuta ad entità eteree come i *token* e le criptovalute, la natura di bene giuridico[336], dilatando tale nozione ed allontanandola concettualmente dai limiti tradizionalmente posti dalla nozione di "cosa"[337]. Adottando questa prospettiva, la formula dell'art. 810 c.c. può affrancarsi rispetto alla tradizionale lettura della norma, la cui sequenza logica è stata costituita per lungo tempo dal concetto di "bene", individuato in esclusivo riferimento alla "cosa" intesa nella sua corporeità, in tal modo escludendo tutte le entità immateriali non appartenenti alla realtà empirica. Scardiniamo dunque l'idea che lega i diritti alle cose esclusivamente materiali, così come respingiamo l'idea di far regolare dal diritto positivo la qualificazione giuridica delle entità immateriali, per approdare alla rivalutazione del contenuto dell'art. 810 c.c. riconoscendo nella possibilità di appropriazione e vocazione alla circolazione, gli elementi costitutivi del concetto di bene giuridico[338]. Si includono così, nell'operatività dell'art. 810 c.c., anche le entità immateriali, purché possano costituire oggetto di diritto, e pertanto sono inquadrabili come tali non in forza di una apprensione materiale, ma in forza dei diritti che il titolare esercita sugli stessi.

Una volta riconosciuto ad entrambe le entità la natura di bene giuridico, occorre compiere una precisazione avvalendoci di una distinzione classificatoria tradizionale,

---

[334] La vocazione alle classificazioni è tipica della dottrina di *civil law.*

[335] Il Codice civile non compie alcuna elaborazione concettuale dei due termini.

[336] Trib. Firenze, 19 dicembre 2018, con nota di D. FAUCEGLIA, *Il deposito e la restituzione di criptovalute,* in *Contr*., 6, 2019, p. 661 ss., il quale approda alla qualificazione della criptovaluta quale bene fungibile in quanto consiste in una digitalizzazione del valore e pertanto può essere oggetto di scambio, acquisto e deposito.

[337] M. GIULIANO, *Le risorse digitali nel paradigma dell'art. 810 cod. civ. ai tempi della Blockchain,* cit. p. 1214 e ss.; per un approfondimento circa la definizione di bene giuridico e la sua evoluzione, cfr. O.T. SCOZZAFAVA, *sub*. art. 810 c.c., in P. SCHLESINGER (diretto da), *Il Codice civile Commentario, Dei Beni (Artt. 810-821),* Giuffrè, Milano, 1999, p. 1 e ss.

[338] F. LA FATA, *Distributed ledger technology e token crittografici. Un "sistema" alternativo di circolazione della ricchezza? (e dei diritti?),* cit., p. 94.

ovvero il carattere della fungibilità ed infungibilità[339]. Esempi calzanti in questo senso sono, da un lato, la criptovaluta, tratteggiata come bene fungibile per la sua appartenenza ad un genere, dall'altro i *Non-Fungible Tokens*, connotati da una propria individualità specifica. Corollario di questa distinzione sarà la divisibilità di *token*s fungibili e la loro trasferibilità, nonché la loro interscambiabilità, mentre i *tokens* non fungibili sono dotati di caratteristiche peculiari tali da renderli unici e pertanto, non divisibili[340].

Deve però osservarsi che la crittografia rende qualsiasi cripto-attività sempre tecnologicamente infungibile, in quanto puntualmente identificabile, pertanto affinché il token sia unico, insostituibile, non replicabile, occorre che sia unica l'attività, il diritto o il bene sottostante il *token*. L'oggetto digitale è infatti duplicabile per definizione: il *file* non è nato per essere unico.

A conferma dell'effimera demarcazione tra il concetto di *fungible* ed *infungible asset*[341], è necessario operare un rinvio alla controversa questione del frazionamento degli *NFT*, che instilla la questione della loro natura potenzialmente finanziaria-speculativa, che nei fatti contraddice l'infungibilità di questa particolare specie di *token*. Detto fenomeno si applica sostanzialmente ad *assets* tipicamente illiquidi (come i beni immobili, collezioni d'arte) che, con tale scorporamento, sembrano possedere le caratteristiche di un *security token*[342].

La base di partenza per analizzare questo particolare fenomeno è la ricerca di finanziamenti da parte di iniziative imprenditoriali, i cui progetti riguardano la creazione di un asset fisico (che subisce poi il processo di tokenizzazione) oppure di un bene nativo digitale, suscettibili di diventare fruibili tramite emissione di *NFT*[343]. Sino al momento

---

[339] A tale proposito, per una approfondita disamina sul concetto di fungibilità ed infungibilità, cfr. A. GAMBARO, *La Proprietà,* in G. IUDICA, P. ZATTI (a cura di), *Trattato di Diritto Privato,* 2 ed., Giuffrè, Milano, 2017, 110 e ss.; O.T. SCOZZAFAVA, *I beni e le forme giuridiche di appartenenza,* cit., p. 36 ss.

[340] Sebbene le esigenze di mercato abbiano indotto, in particolare nell'ambito del mercato dell'arte digitale, l'offerta di *NFTs* suddivisi in quote.

[341] Concetti che sembrano essere definiti nel loro contenuto dagli usi e consuetudini, più che dai testi normativi.

[342] Questa "terra di mezzo" potrebbe aumentare nelle sue dimensioni; si pensi al fenomeno delle criptovalute il cui valore viene però legato a beni fisici, esterni all'ecosistema *crypto*, ai fini di una stabilizzazione (c.d. *asset backed stablecoins*), anche se sembra che la finalità prevalente sia comunque in senso lato monetaria; cfr. R. MORONE, *Smart Properties,* cit., p. 447 ss.

[343] Per un approfondimento circa il fenomeno del frazionamento di *NFT* collegati ad un bene immobile (tokenizzato) ed il loro profilo operativo, cfr. F. ZAMBARDINO, *La tokenizzazione del settore immobiliare,* cit., p. 81 e ss.; S. F. MOTTAGHI, B. I. STEININGER, N. YANAGAWA, *Real Estate Insights: The current state and the new future of tokenization in real estate,* in *Journal of Property Investment & Finance* 2024, 6, p. 615 ss. Tale fenomeno di frazionamento dei *Nft* in tanti frammenti denominati *F-Nft*, se fatti circolare tra i vari utenti al fine di scomporre il diritto di proprietà su di un immobile, potrebbe realizzare un nuovo fenomeno di multiproprietà, che al suo avvento nei lontani anni Sessanta venne da MITCHELL PACELLE sul *Wall Street*

in cui gli *NFT* rappresentano il prodotto dell'iniziativa imprenditoriale e sono separati rispetto alla partecipazione al finanziamento, non vi sono problemi di sorta.

I dubbi sorgono nel momento in cui i due piani si sovrappongono: qualora, a titolo di contropartita per l'investimento di capitale di rischio, vengano assegnati all'investitore dei diritti su di un *Fractional-NFT,* parcellizzazione dell'*NFT* originario (il bene sottostante subisce infatti un virtuale frazionamento), ecco che la caratteristica dell'infungibilità sembra dissolversi, in un'operazione che parrebbe possedere i tratti di un investimento di natura finanziaria[344]. Sul piano interpretativo, diventa fondamentale comprendere quale sia la finalità *de facto* prevalente, ovvero se sia maggiore la prospettiva del rischio-rendimento oppure fruire dell'utilità del bene sottostante, per tentare di sciogliere questa contraddizione. La natura giuridica della frazione di NFT, da possibile inquadramento nel prodotto finanziario può spingersi poi sino a sconfinare nell'area degli strumenti finanziari, qualora emerga non solo la finanziarietà del *token*, ma anche una possibilità concreta di negoziabilità.

Il nodo centrale dell'interferenza tra queste categorie e l'NFT riguarda l'individuazione della disciplina ad essi riservata; il Regolamento MiCA, al considerando n. 11[345], riconosce l'effettiva possibilità di assoggettare frazioni di NFT alla disciplina euro-unitaria, ammettendo che l'utilizzo dell'espressione *"Non-Fungible Token*" non qualifichi sempre una infungibilità tecnica (e anche giuridica), come nel caso delle emissioni in massa di frazioni di NFT, che vanno così a perdere la caratteristica dell'unicità per acquisire quella dell'omogeneità tra i vari frammenti. Qualora poi queste unità posseggano il requisito della finanziarietà o altresì della negoziabilità, si verificherà una applicazione delle correlate discipline, tra cui quella contenuta nella Direttiva 2014/65/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 15 maggio 2014, relativa ai mercati degli strumenti finanziari e che

---

Journal definita una *«illusione di proprietà.»,* e citata da J.M. GUEHENNO, *The End of the Nation-State,* in *University of Minnesota Press,* 1995, p. 19.

[344] A. GUACCERO, G. SANDRELLI, *Non-Fungible Tokens (nfts),* cit., p. 858 ss.

[345] *«Le frazioni di una cripto-attività unica e non fungibile non dovrebbero essere considerate uniche e non fungibili. L'emissione di cripto-attività come token non fungibili in un'ampia serie o raccolta dovrebbe essere considerata un indicatore della loro fungibilità. La mera attribuzione di un identificativo unico a una cripto-attività non è di per sé sufficiente a classificarla come unica e non fungibile. Affinché la cripto-attività possa essere considerata unica e non fungibile, anche le attività o i diritti rappresentati dovrebbero essere unici e non fungibili. L'esclusione delle cripto-attività uniche e non fungibili dall'ambito di applicazione del presente regolamento non pregiudica la qualificazione di tali cripto-attività come strumenti finanziari. Il presente regolamento dovrebbe applicarsi anche alle cripto-attività che appaiono uniche e non fungibili, ma le cui caratteristiche di fatto o le caratteristiche che sono legate ai loro utilizzi de facto le renderebbero fungibili e non uniche. A tale riguardo, nel valutare e classificare le cripto-attività, le autorità competenti dovrebbero adottare un approccio basato sulla sostanza rispetto alla forma, in base al quale le caratteristiche della cripto-attività in questione determinano la classificazione e non la sua designazione da parte dell'emittente.».*

modifica la direttiva 2002/92/CE e la Direttiva 2011/61/UE (c.d. Direttiva MiFID II), il Regolamento (UE) n. 600/2014 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 15 maggio 2014, sui mercati degli strumenti finanziari e che modifica il Regolamento (UE) n. 648/2012 ed il Decreto Legislativo 24 febbraio 1998 n. 58 (Testo Unico delle disposizioni in materia di intermediazione finanziaria), e successive modifiche ed integrazioni.

Nella soluzione della controversa questione sull'inquadramento dei *Fractional NFTs*, la causa concreta diventa canone generale di ermeneutica giuridica e pertanto occorre verificare in concreto se l'NFT possa avere i caratteri della finanziarietà o anche della negoziabilità, in un ragionamento logico che si basa sulla ragione sottesa all'esercizio dell'autonomia contrattuale. Nell'esercizio di qualificazione dei *Fractional-NFT*, si percepisce che essi assumono una connotazione ibrida: sembrano riconoscere i tratti di un *security token* qualora vengono offerti ad una pluralità di utenti e siano caratterizzati dalla prevalenza del connotato finanziario, ovvero un atteso rendimento legato al bene sottostante; sembrano riconoscere invece i tratti degli *utility token*[346] qualora la finalità della sottoscrizione del *Fractional-NFT* sia esclusivamente quella di un mero apprezzamento dell'utilità del bene sottostante (con conseguente applicazione della disciplina di cui al Regolamento Mica)[347]. Dal citato testo normativo si evince l'importanza, addirittura qualificatoria, che viene affidata al concetto di fungibilità ed infungibilità; pertanto, è necessario è che si debba tenere conto del contesto obiettivo in cui vengono emessi e fatti circolare gli *NFT* (soprattutto sotto forma di *Fractional-NFT*) per comprendere se detta tipologia di *token*, oltre ad essere infungibile da un punto di vista tecnico, possa esserlo anche da un punto di vista giuridico e dunque essere unico e non replicabile.

Ad aumentare la confusione in questo contesto è l'avvento di una ulteriore categoria definita *Semi-Fungible Token* ("*SFT*"), ovvero *token* aventi inizialmente le classiche

---

[346] Per *"utility tokens*" si intendono quei *token* che attribuiscono esclusivamente il diritto di accedere ad un bene o servizio; sul tema cfr. F.P. PATTI, *L'offerta al pubblico di cripto-attività nel titolo II del Regolamento Mica,* in *Rivista di Diritto Civile* 2024, 1, p. 97 ss., il quale in proposito afferma: *«Sul punto, già prima della pubblicazione della proposta di regolamento MiCA, la dottrina aveva messo in luce che la categoria di token presenta delle ambiguità, in quanto il bene o il servizio induce a guardare al fenomeno attraverso le lenti della protezione del consumatore, mentre l'enfasi riposta sulla raccolta dei capitali mediante un'ICO spinge a ritenere più appropriata la disciplina del diritto dei mercati finanziari.»*

[347] F. PACILEO, *"Finanziarietà" e "negoziabilità" degli NFT: profili giuridici,* in P.L. CARDELLA, E. DELLA VALLE, F. PAPARELLA (a cura di) *Tributi, economia e diritto nel Metaverso,* Pacini Editore, Pisa, 2023, p. 97 ss.

Il tratto distintivo tra le due fattispecie di *tokens* appare molto sfumata e per certi versi anche ambigua.

caratteristiche della categoria dei *token* fungibili al momento della loro emissione, per poi assumere con il tempo caratteristiche di infungibilità. Questa categoria non viene riconosciuta come *tertium genus,* bensì come gettoni che nascono come fungibili e dunque interscambiabili, assumendo la caratteristica dell'unicità solo al momento in cui si legano a delle situazioni particolari nel corso del loro ciclo di vita.

2.3. Il fenomeno della tokenizzazione sotto una duplice lente.

Dalla lettura delle varie opere proposte dalla dottrina, si nota che la nozione di tokenizzazione non si presenta in termini univoci, potendo essere ricondotta a differenti modelli teorici.

In una prima accezione, per procedura convenzionale di "tokenizzazione" si intende il processo di trasformazione in *asset* digitali, che coinvolge tanto beni di natura esclusivamente digitale quanto beni materiali, siano essi mobili o immobili, i quali vengono rappresentati da un *asset* informatico che è destinato a circolare secondo le regole conservate all'interno dello *smart contract*[348].

La tokenizzazione di un *asset* può essere definita come il meccanismo attraverso il quale viene generato un collegamento tra il bene reale ed il suo corrispondente digitale, attraverso l'utilizzo -in senso lato- degli *smart contract.* Il funzionamento degli *smart contract* è di esclusivo rilievo nella fase di gestione delle utilità collegate al *token,* consentendo una esecuzione automatizzata del dato codificato.

In tale prospettiva, il *token* non si identifica con il diritto sottostante, ma si limita a rappresentarlo, fungendo da strumento di collegamento tra la realtà giuridica e la sua proiezione digitale. È ciò che potremmo definire una accezione di tokenizzazione a carattere "debole".

---

[348] Il *Blockchain council* definisce il processo di *"tokenization"* come la trasformazione della proprietà ed altri diritti inerenti i beni, in *assets* in formato digitale; cosi M. WILLSON, *What is Tokenization?,* 18 marzo 2025*,* reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.blockchain-council.org/blockchain/what-is-tokenization/, la quale descrive la tokenizzazione come *«the process of transforming ownerships and rights of particular assets into a digital form. By tokenization, you can transform indivisible assets into token forms.».* Sul fenomeno della c.d. *Real-world assets Tokenization ("RWA Tokenization")* ovvero beni fisici o finanziari tradizionali resi sotto forma di *token* i quali in genere rappresentano frazioni o quote di proprietà sul bene sottostante, si v. ID., *Tokenization of Real-World Assets (RWA),* 3 marzo 2026, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.blockchain-council.org/cryptocurrency/tokenization-of-real-world-assets-rwa/.

Accanto a tale impostazione, si è sviluppata una concezione più intensa, riconducibile a modelli storicamente affermatisi nel diritto commerciale[349], in cui la tokenizzazione si traduce in un fenomeno di incorporazione del diritto in un supporto che ne ammette la circolazione. In questo contesto, il diritto viene sostanzialmente reificato[350], ovvero trasformato in un'entità oggettivata e trasferibile unitamente al supporto che lo contiene, in quanto il diritto non è solo rappresentato, bensì strutturalmente legato al supporto digitale.

Alcuni giganti aziendali, come *Deloitte*, hanno concluso che la "tokenizzazione" o "*tokenomics*" ha un potenziale descritto come "*disruptive"*[351], la cui portata arriverà a travolgere ampi settori, dal commercio dei titoli sino ai mercati immobiliari. Questa intuizione si è rivelata estremamente lungimirante nonché anticipatrice delle evoluzioni successive, in cui la profezia in taluni casi si è realmente affermata, sia in campo finanziario che nel contesto del mercato immobiliare[352]. Invero, questo termine può essere adottato sia nell'ambito del frazionamento della proprietà per scopi finanziari, sia

---

[349] Una forma "antica" di tokenizzazione giuridica è spesso indicata nei titoli di credito negoziabili, trasformando diritti di pagamento sostanzialmente immateriali in documenti cartacei e pertanto tangibili, suscettibili di trasferimento mediante girata e consegna. Le cambiali, antesignane degli assegni, nascono dai mercanti medievali, sviluppate per risolvere il problema del trasporto di monete pesanti ed evitare le restrizioni imposte alle esportazioni di valuta, agevolando di fatto gli scambi transfrontalieri permettendo di trasferire crediti come forme di pagamento. Sul punto si rimanda a J.M. MORINGIELLO, C.K. ODINET, *The property law of tokens,* in *Florida Law Review,* 2022, 74, p. 615 ss., in cui gli Autori sostengono che la tokenizzazione intesa in senso "forte" è esistita sin da secoli addietro, intesa come incorporazione del diritto nel supporto -al tempo cartaceo- la cui circolazione comportava inscindibilmente la circolazione del diritto incorporato al suo interno, e difatti «*Negotiable instruments law is first because it is perhaps the most famous example of tokenization.*». Altra forma di tokenizzazione intesa in senso "forte" altrettanto risalente nel tempo sono le *securities,* ovvero i valori mobiliari; furono quelli che venivano definiti centri commerciali, ovvero città-stato generalmente caratterizzate da una particolare ricchezza, ad emettere quote delle società sotto forma di certificati cartacei. Gli Autori segnalano poi un'altra analogia, ovvero quella tra i *token* ed i *Bills of Lading,* ovvero il documento rilasciato dal vettore al momento della ricezione delle merci destinate al trasporto, ossia un documento rappresentativo delle merci, nell'ambito di transazioni commerciali.

[350] Il concetto giuridico di reificazione indica l'idea secondo cui i diritti cui fa riferimento un certificato cartaceo, sono sostanzialmente incorporati nel documento stesso; il possesso del certificato cartaceo comporta l'acquisizione dei diritti relativi all'attività sottostante.

[351] P. LAURENT, T. CHOLLET, M. BURKE, T. SEERS, *The tokenization of assets is disrupting the financial industry. Are you ready?,* in *Inside magazine Issue,* 2019, «*The act of tokenizing assets threatens to disrupt many industries, in particular the financial industry, and those who are not prepared risk being left behind*», reperibile *online* al seguente indirizzo: *https://www.wyoleg.gov/InterimCommittee/2019/S3-20190506TokenizationArticle.pdf*.

[352] Mentre in Italia, ad onor del vero, il mercato della tokenizzazione immobiliare è ancora agli esordi, in altri paesi come gli Stati Uniti il fenomeno sembra oramai aver preso piede in maniera piuttosto vertiginosa. Un primo esempio lampante è quello del *St. Regis Aspen Resort,* albergo situato ad Aspen, in Colorado, che è divenuto oggetto di numerosi investimenti da parte di investitori, resi possibile grazie alla proprietà frazionata in un alto numero di *token,* il tutto avvenuto su di una rete nodale *blockchain*, attraverso una *Security Token Offering ("STO").* I suddetti *security token* hanno preso il nome di *Aspen Coin,* ed hanno offerto agli investitori la possibilità di acquisizione azionaria della titolarità della partecipazione azionaria nonché i diritti patrimoniali connessi all'interno del St. Regis Aspen Resort, nonostante non si prevedessero per gli acquirenti diritti di voto. Sul punto si rimanda a F. ZAMBARDINO, *La tokenizzazione del settore immobiliare,* cit., p. 93 ss.

per riferirsi al fenomeno della rappresentazione digitale della proprietà su di un bene immobile.[353]

2.3.1. *La tokenizzazione del settore immobiliare in Italia con riferimento ai diritti reali immobiliari*

Il primo versante da affrontare sul tema è quello che concerne l'ambito della compravendita immobiliare. È dato oramai accertato che il *token* abbia natura polimorfa[354] e pertanto possa contenere posizioni giuridiche che siano esse reali oppure obbligatorie o ancora, si limiti a contenere la possibilità di un accesso a determinate utilità economiche.

Lo sbocco maggiormente problematico in questo contesto è rappresentato dalla c.d. *smart property* non nativa[355], ossia dal fenomeno mediante il quale una posizione giuridica relativa a beni immobili preesistenti alla genesi del *token* (nel caso specifico, titolarità di diritti reali)*,* viene rappresentata da un *token* (*NFT* nel caso di specie) e resa trasferibile attraverso operazioni registrate sulla *blockchain*. Nella prassi tale meccanismo può essere accompagnato dall'intervento di un soggetto terzo, ossia una sorta di garante, incaricato della custodia nonché della gestione del collegamento tra il bene immobile ed il *token* emesso[356].

Arrivando ad una estremizzazione del concetto di compravendita di beni immobili sotto forma di *NFTs*, si giunge alla pratica di acquisto in un mondo esclusivamente digitale, parallelo a quello reale, in cui acquirenti ed alienanti si scambiano *token* sotto forma di *NFTs,* rappresentativi di titoli di acquisto di beni esistenti nel mondo reale. Tralasciando

---

[353] A. BAUM, *Tokenisation – The Future of Real Estate Investment?* in *University of Oxford Research*, Gennaio 2020, p. 3, il quale afferma *«In the current real estate technology world, tokenisation is a term with two meanings: it can be used to mean the fractionalisation of property rights; or it can refer to the digital representation of asset ownership.»,* reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.sbs.ox.ac.uk/sites/default/files/2020-01/tokenisation.pdf.

[354] La loro struttura, alquanto eterogenea, dipende infatti dal bene sottostante e dall'utilità ad esso connessa.

[355] Da contrapporsi alla c.d. *smart property* "nativa"*,* in cui l'*asset* o il diritto nasce in forma digitale, ovvero il *token* non è una rappresentazione di un bene o diritto preesistente, bensì lo strumento *ab origine* attraverso cui il diritto viene costituito e circola, non essendo necessario un "ponte di collegamento" tra il mondo *on-chain* e quello *off-chain.*

[356] Un esempio in tal senso -di matrice prettamente anglosassone e nell'ottica, è bene precisarlo, dei beni mobili- è raffigurato dalla piattaforma *Mattereum,* la quale prevede l'affidamento del bene materiale ad un c.d. "*automated custodian"* e la successiva emissione del *token* (*NFT*) rappresentativo dello stesso. Il sistema è strutturato in modo da vincolare la circolazione del bene all'interno dell'ecosistema della piattaforma, mediante la custodia del bene presso un soggetto terzo e l'associazione del *token* allo *smart contract* che disciplinano le modalità di trasferimento e di esercizio dei diritti sul bene. Detti contratti vengono registrati in un apposito registro gestito dal custode, prevenendo eventuali conflitti tra acquirenti successivi.

l'esasperazione di un parallelo mondo virtuale nel Metaverso[357], composto esclusivamente da dati ed identità digitali, bensì calandoci in un contesto più familiare, arriviamo a porci una serie di interrogativi che non possiamo definire di lungo corso ma che comunque stanno occupando da tempo il dibattito dottrinale sul tema; da un lato, occorre una valutazione circa la reale natura giuridica del *token* immobiliare, mentre dall'altro è necessario demandarsi cosa venga scambiato in una transazione tra acquirente ed alienante avente ad oggetto un *Nft* il cui sottostante sia un bene immobile, ovvero la titolarità del solo *token* oppure anche la titolarità dei *metadati,* titolarità che si estende poi al bene sottostante? O per meglio dire, come è possibile conciliare la circolazione del *token* con la circolazione del bene sottostante? È davvero plausibile qualificare il *token* immobiliare come titolo di proprietà -digitale- su di un bene immobile? Ed infine, la "tokenizzazione" di un bene immobile e la compravendita di quest'ultimo integrano i requisiti necessari per una necessaria opponibilità ai terzi del trasferimento appena avvenuto?[358]

La tendenza ad interpretare la rete *blockchain* come scenario delle transazioni di natura immobiliare prende piede già nell'ormai lontano 2014, con l'avvento della *Proptech*[359], termine che nasce dalla commistione tra la parola *technology* e la parola *property,* sino ad adesso diffusasi per introdurre una rete di rapporti tra i vari operatori che intervengono nello scambio immobiliare, ovvero intermediari, alienante, acquirente, ma anche costruttori nel caso di appalti di lavori. Specificamente, sino ai tempi correnti questa particolare tecnologia applicata alla proprietà viene utilizzata per determinare in maniera oggettiva il valore di mercato degli immobili attraverso una stima, servendosi di algoritmi matematici per una quantificazione del valore il più corretta possibile; viene altresì utilizzata per fornire dei suggestivi *tour* virtuali dell'immobile[360].

---

[357] Sul punto si v. A.C. NAZZARO, *Proprietà e godimento nel Metaverso*, in (a cura di) F. CIRAOLO, A. MORELLI, *Un diritto virtuale? La regolamentazione giuridica del metaverso,* Editoriale Scientifica, Napoli, 2025, p. 35 ss.

[358] M. EPIFANIA, *La* tokenizzazione *degli* asset. *I limiti all'utilizzo delle* distributed ledger technologies *nel settore immobiliare*, in *Rivista Giuridica del Molise e del Sannio,* 7, 2025, p. 7, secondo la quale *«L'idea di un trasferimento immobiliare realizzato mediante mera cessione di* token *implica, in sostanza, la sostituzione del sistema di pubblicità legale con la convalida distribuita della* blockchain. *Si tratta di una soluzione che, allo stato, risulta incompatibile con i prìncipi sottesi alla disciplina dei diritti reali immobiliari e con la funzione sociale che l'art. 42 Cost. attribuisce alla proprietà, la quale non potrebbe dirsi adeguatamente garantita qualora i trasferimenti immobiliari fossero sottratti ad ogni forma di controllo pubblico.».*

[359] H. MEINRATH, *Mercati immobiliari digitali Tokenizzazione, blockchain e nuovi modelli di proprietà in un contesto internazionale,* Bremen University Press, Brema, 2025, p. 23 ss.

[360] Una piattaforma *Proptech* utilizzata attualmente in Italia è *Rexer*, piattaforma che consente sia di determinare il valore dell'immobile che di elaborare annunci per potenziali acquirenti. Altra piattaforma *blockchain* utilizzata in ambito immobiliare è *RElabs,* la quale consente di creare una sorta di fascicolo contenente tutte le informazioni riguardanti l'immobile, dalla situazione catastale ed urbanistica sino alla

La *Proptech* nella sua versione attuale rappresenta il presupposto evolutivo per un successivo avanzamento delle tecnologie di tokenizzazione immobiliare, intesa sia nel senso di tokenizzazione dell'intero immobile oggetto della transazione sia di singole frazioni dello stesso. L'esito a cui tendere consiste in una forma avanzata di "*Proptech 2"* che renda praticabile non solo una semplificazione a livello procedurale, nonché maggiore trasparenza, minori oneri di controllo e riduzioni dei costi transattivi ma soprattutto una democratizzazione nell'ingresso a possibili investimenti legati alla proprietà immobiliare[361]. Il frazionamento del diritto di proprietà su di un immobile sotto forma di molteplici *token*, favorisce investitori potenziali che possono prestare denaro in funzione delle singole quote, in base all'esigenza di liquidità del titolare del *token,* senza incorrere in problematiche legate ai vari gradi di ipoteca iscritte sull'immobile stesso.

Una parte della dottrina ribadisce la possibilità di addivenire ad un trasferimento all'interno della rete nodale avente ad oggetto un *Nft* con sottostante bene immobiliare, attraverso l'ausilio degli *smart contracts* mediante pagamento a mezzo criptovalute, aventi funzione di scambio[362]. Lo *smart contract* potrebbe essere considerato quale documento tale da soddisfare i requisiti della forma scritta necessari per addivenire ad una compravendita[363] mediante un espediente, ovvero ricondurlo nella categoria dei documenti elettronici, ai sensi dell'art. 3 p. 35 del Regolamento eIDAS[364]. Una volta appurata la

---

avvenuta tokenizzazione dello stesso; sul punto si V. D.S. D'ALOIA, *Il token immobiliare nel contesto del codice civile italiano,* cit., p. 5 ss.

[361] Che permetterebbe a *«everyday investors from around the world to co-own villas, apartments, and buildings in one of the world's most dynamic real estate markets, all without ever setting foot in a brokerage office.»,* TOI WORLD DESK, *The Times of India,* 13 luglio 2025, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://timesofindia.indiatimes.com/world/middle-east/uae-what-is-real-estate-tokenization-dubais-prypco-sells-out-dh1-75-million-tokenized-villa-in-under-5-mins/articleshow/122419572.cms

[362] A. CINQUE, *La compravendita immobiliare tramite* blockchain, *criptovalute e NFT,* in *Nuovo Diritto civile,* 2023, 1, p. 3-4, la quale afferma *«in astratto, nulla impedisce di immaginare che un certo immobile venga rappresentato da un codice univoco (*Non-Fungible Token*) che lo identifica in modo certo e che, attraverso l'ausilio della* blockchain *e degli* smart contract*, esso venga trasferito a un altro nodo della rete in cambio del contestuale trasferimento di un certo ammontare di criptovalute. Difatti, i* Non-Fungible Token *consentono di identificare in modo certo un bene immobile e, quindi, rendono possibile il trasferimento dello stesso attraverso l'ausilio della* blockchain*. Tuttavia, occorre chiedersi se la fattispecie appena descritta integri un contratto di compravendita immobiliare o se, invece, rientri in una diversa tipologia contrattuale.»,* suggerendo l'adozione della tipologia contrattuale della permuta.

[363] Forma scritta *ad substantiam* richiesta ai sensi degli artt. 1325 e 1350 c.c.

[364] Secondo Regolamento UE n. 910/2014 del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 luglio 2014 in materia di identificazione elettronica e servizi fiduciari per le transazioni elettroniche nel mercato interno e che abroga la direttiva 1999/93/CE, in G.U.E. il 28.8.2014 L. 257/73, si intende per documento elettronico *«qualsiasi contenuto conservato in forma elettronica, in particolare testo o registrazione sonora, visiva o audiovisiva.».* Il più recente Regolamento UE n. 1183/2024 del Parlamento Europeo e del Consiglio dell'11 aprile 2024 che modifica il regolamento (UE) n. 910/2014 per quanto riguarda l'istituzione del quadro europeo relativo a un'identità digitale, in G.U.E. il 30.4.2024, denominato anche Regolamento eIDAS 2, al combinato disposto degli articoli 45 *decies* e 45 *duodecies* riconosce piena dignità giuridica e probatoria agli strumenti elettronici, in particolare ai registri elettronici nonché ai dati e documenti elettronici, tuttavia il considerando n. 46 chiarisce che tale riconoscimento non incide sui requisiti formali che il diritto nazionale prescrive per la

possibile appartenenza degli *smart contract* alla categoria dei documenti elettronici, sembra logico annoverarli nella categoria dei documenti informatici sulla base dell'art. 1, lett. p)[365] del D. Lgs. 82/2005 "Codice dell'Amministrazione digitale", tali da soddisfare il requisito della forma scritta avente l'efficacia probatoria prevista dall'art. 2702 del Codice civile qualora vi sia apposta la firma digitale delle parti, firma elettronica qualificata o firma elettronica avanzata, oppure sia comunque stata possibile l'identificazione delle parti. Tale espediente consentirebbe di considerare lo *smart contract* alla stregua di una scrittura privata autenticata, facendo leva sul principio di non discriminazione del documento elettronico e della firma elettronica, previsto dal suddetto Regolamento unionale.

Parte della dottrina ha avanzato l'ipotesi di considerare il simultaneo trasferimento del *token,* unitamente al bene immobile sottostante ed al corrispettivo espresso in valuta virtuale alla stregua di una forma di *modus adquirendi* avente funzione solutoria*,* alla cui base vi è un contratto preliminare precedentemente sottoscritto tra le parti, che funge da *titulus adquirendi*[366]. Tale ricostruzione in proposito induce difatti ad una riflessione in punto di *token* intenso quale mero riflesso del *titulus adquirendi,* ovvero se possa assolvere anche la funzione di *modus adquirendi,* partecipando attivamente e direttamente al meccanismo traslativo.

Qualora si possa considerare alla stregua di semplice contenitore di informazioni relative al diritto sottostante, il *token* non incide sul momento traslativo, che continua a basarsi sugli strumenti giuridici tradizionali. *Ex* contrario, qualora lo scambio di *token* su di una piattaforma *blockchain* venga considerato quale momento di realizzazione del trasferimento del diritto, si avvicina alla nozione del *modus adquirendi.* Da un punto di vista tecnico, lo scambio del *token* tra utenti verrebbe a coincidere, secondo tale impostazione, con il momento di realizzazione dell'effetto traslativo del diritto cui l'*Nft* si riferisce*,* prospettiva che verrà affrontata nel terzo capitolo alla luce dell'adozione di una diversa logica, ovvero quella del "*title by registration".* Tale ricostruzione, tuttavia, così come viene delineata, presuppone una configurazione del *token* quale strumento

validità o l'efficacia di determinati negozi, né sugli obblighi relativi ai registri pubblici. Ne consegue che il legislatore eurounitario ammette la rilevanza probatoria e documentale dello *smart contract* registrato sulla *blockchain* ma ciò non implica necessariamente la loro idoneità a sostituire le forme solenni previste dall'ordinamento italiano per il trasferimento di diritti reali immobiliari.

[365] Il quale riconosce come documento informatico *«il documento elettronico che contiene la rappresentazione informatica di atti, fatti o dati giuridicamente rilevanti;».*

[366] A. CINQUE, *La compravendita immobiliare tramite* blockchain, *criptovalute e NFT,* cit., p. 6.

idoneo a produrre effetti traslativi diretti, soluzione che solleva rilevanti criticità alla luce dei principi tradizionali in materia di circolazione dei diritti reali.

2.3.2. La tokenizzazione immobiliare sul versante finanziario

Se, come è ormai assodato, il trasferimento di diritti reali a mezzo *blockchain* non appare consentito dall'ordinamento italiano allo stato attuale, la tokenizzazione immobiliare può dar luogo alla distribuzione delle utilità economiche connesse all'immobile, con finalità di raccolta del capitale, investimento o rendimento.

Le diverse configurazioni della tokenizzazione immobiliare presentano un assetto eterogeneo, pur risultano accomunate dalla funzione di frazionare e rendere negoziabili le utilità economiche connesse al bene, senza comportare un trasferimento diretto del diritto reale sullo stesso. Ciò consente l'accesso di una più ampia platea di investitori a quote di valore ridotto, favorendo una "democratizzazione" delle opportunità di investimento, nonché la formazione di un mercato più dinamico ed una diversificazione dei portafogli[367].

Nell'ambito della tokenizzazione immobiliare ai fini finanziari, è d'uopo il riferimento al frazionamento dell'immobile in quote, che deve essere tuttavia precisato, distinguendo tra diverse configurazioni giuridico-economiche dell'operazione.

Si rinvengono modelli in cui la tokenizzazione immobiliare è funzionale alla scomposizione del valore economico del bene immobile, consentendo la partecipazione di una pluralità di investitori mediante l'acquisizione di quote digitali, che tuttavia non attribuiscono un diritto reale sull'immobile, bensì una posizione di natura partecipativa o contrattuale, rendendo sostanzialmente inidoneo il *token* a fungere da titolo per la costituzione di garanzie reali sul bene stesso.

---

[367] A. EL JAOUHARI, A. SAMADHIYA, A. KUMAR, H. CHOKSHI, A. SESPLAUKIS, S. RASLANAS, *Tokenization and the future of property investment: a new paradigm for real estate,* in *International Journal of Strategic Property management,* 29, 2025, p. 298, i quali sostengono che *«regular investors can now acquire assets that were previously inaccessible, allowing them to diversify their holdings. Consequently, the digital equivalent of owning real estate is represented by real estate tokens. The value of RE objects can be transformed into a more liquid form through the usage of tokens.»,* enfatizzando dunque la frazionabilità del valore economico dell'immobile, e conseguentemente la possibilità per gli investitori di accedere ad *asset* a loro precedentemente preclusi, con effetti di ottenere una diversificazione del portafoglio. Si sottolinea una criticità alla base di tale affermazione, laddove viene ribadito dagli Autori che il *token* con sottostante bene immobile costituirebbe l'equivalente digitale della titolarità immobiliare, rischiando di generare una sovrapposizione concettuale tra la detenzione del *token* e la titolarità del diritto reale sul bene immobile che, allo stato degli ordinamenti vigenti, non appare giuridicamente sostenibile.

Una seconda declinazione della tokenizzazione immobiliare, particolarmente rilevante nella prassi e compatibile con il quadro normativo vigente, si rinviene nell'ambito di operazioni di finanziamento di iniziative imprenditoriali aventi ad oggetto o sottostante un bene immobile, nelle quali il *token* costituisce lo strumento attraverso cui si realizza l'investimento, mentre l'immobile assume la funzione di presupposto economico dell'operazione.

La qualificazione dell'operazione richiede un'analisi della causa in concreto, intesa quale funzione economico-giuridica concretamente perseguita dall'operazione di emissione di un *token* al fine di determinare, caso per caso, la qualificazione corretta e reale e dunque, se vi sia un sottostante atteggiamento volto al diretto "finanziamento" del progetto imprenditoriale, oppure se il *token* rappresenti l'oggetto stesso dell'investimento, dando luogo ad una mera partecipazione economica.

Qualora in risposta all'investimento effettuato, l'emittente assegni all'investitore diritti sul *token* che attribuisce utilità derivanti dall'esecuzione del progetto imprenditoriale, vi è una sovrapposizione di piani tra ciò che è l'oggetto dell'investimento e lo strumento finanziario[368].

Se è vero che i diritti reali possono circolare esclusivamente secondo le disposizioni della normativa in vigore, è altrettanto vero che, attraverso il ricorso a strutture societarie intermedie, il bene immobile può non essere direttamente oggetto di frazionamento, ma viene detenuto nel patrimonio di società veicolo, le cui partecipazioni vengono rappresentate e fatte circolare mediante *token*.

Le azioni, così come le quote o diritti di credito sono generalmente qualificati come beni mobili e pertanto, come è noto, possono circolare senza incorrere nel regime della trascrizione pubblica a mezzo di pubblico ufficiale. Tali strumenti possono essere pertanto rappresentati da prodotti digitali, con l'ausilio di *smart contract* che ne automatizzano l'emissione, nonché l'eventuale distribuzione dei dividendi e l'esercizio dei diritti amministrativi[369]. Gli emittenti potranno mantenere inoltre un controllo sulla platea di investitori; ad esempio, prevedendo meccanismi di ammissione o esclusione

[368] A. GUACCERO, G. SANDRELLI, *Non-Fungible Tokens (nfts),* p. 859 ss.

[369] P. CARRIÈRE, *Cripto attività quali rappresentazioni "originarie" o "derivative". Profili di diritto societario e dei mercati finanziari,* in P. CARRIÈRE, N. DE LUCA, M. DE MARI, G. GASPARRI, T.N. POLI, *Tokenizzazione di azioni e azioni tokens, Quaderni giuridici Consob,* 25 gennaio 2023, p. 47 ss.

dei nuovi investitori in ingresso. I *token* potranno, infine, essere scambiati su mercati secondari[370].

L'inquadramento giuridico di tali operazioni appare più correttamente riconducibile alla categoria degli strumenti finanziari tokenizzati, piuttosto che a quella, più ampia ma al contempo meno definita, delle *Initial Coin Offerings (*"*ICOs*"). I *token*, qualora attribuiscano diritti di natura patrimoniale, amministrativa o di credito nei confronti dell'emittente, tendono ad assumere le caratteristiche di un *security token*, rendendo preferibile accogliere la declinazione delle *Security Token Offerings ("STOs").* Con tale acronimo si intende il fenomeno di *funding* per finanziare progetti imprenditoriali, attraverso offerta al pubblico di *token* rappresentativi di strumenti finanziari in forma tokenizzata, ossia *security token*[371], connessi ad una attività sottostante gestita dall'emittente, come una iniziativa imprenditoriale avente ad oggetto un immobile.

I *security tokens* vengono generalmente ed in modo del tutto condiviso ricondotti alla categoria degli strumenti finanziari[372], ovvero, in taluni casi, a quella della *sub*-specie dei

---

[370] G. PICHEO, *Blockchain e settore immobiliare La tokenizzazione del real estate,* in *Dir. merc. Tecn.,* 30 giugno 2022, p. 19 ss.

[371] P. CARRIÈRE, *Cripto attività quali rappresentazioni "originarie" o "derivative". Profili di diritto societario e dei mercati finanziari,* cit., p. 48, il quale descrive tre tipologie di *security tokens,* ovvero *«- i* security tokens *nativi digitali, strumenti finanziari programmabili, creati come* smart contract *residenti su una* DLT, *i quali possono essere alla base, ad es., delle cosiddette* "Distributed autonomous organizations" (DAOs), *quali entità organizzative autosufficienti, dotate di un patrimonio, di regole di* governance *e di procedure per condurre attività economiche e ripartirne i proventi non riconducibili a nessuna delle categorie tipiche del vigente diritto commerciale; -i* security tokens *puramente sintetici (ad es. Mirrored Google - mGOOGL e Mirrored Tesla -mTSLA) scambiati su* exchange *centralizzati o piattaforme decentralizzate, che consentono agli investitori di partecipare a mercati a cui altrimenti non sarebbero in grado di accedere, come quello in cui si scambiano le azioni nelle offerte* pre-initial public offering (pre-IPO)*, o ai mercati regolamentati stranieri, con l'ulteriore possibilità di negoziare senza soluzione di continuità lungo l'arco completo delle ventiquattro ore, divenendo titolari anche di una mera frazione dell'*asset *reale; - i* security tokens *originati da entità finanziarie tradizionali (banche o intermediari non bancari), emessi come azioni e obbligazioni in forma dematerializzata e con contestuale registrazione della proprietà su* DLT*, oltreché sui consueti registri accentrati* off-chain (ad es., libri dei soci)*.».* L'Autore specifica come in Italia venga generalmente avvertita la tendenza a qualificare per analogia i *security token* come strumenti finanziari definiti dal Testo unico delle disposizioni in materia di intermediazione finanziaria, di seguito TUF, all'art.1, in base ad un rapporto di sostanziale similitudine quanto al loro contenuto ed alla non esaustività della definizione di strumenti finanziari nonché della *sub*-categoria dei valori mobiliari; di talché, viene *lato sensu* annoverata la categoria dei *security token* agli strumenti finanziari, senza interrogarsi il più delle volte sulla distinzione tra *token* rappresentativi di strumenti finanziari, dunque ad origine derivata e strumenti finanziari nativi digitali. In dottrina, si v. F. MATTASSOGLIO, *Le proposte europee in tema di crypto-assets e DLT. Prime prove di regolazione del mondo crypto o tentativo di tokenizzazione del mercato finanziario (ignorando bitcoin)?,* cit., p. 418, la quale, in un'ottica generale, riconosce l'emersione di due distinte categorie di cripto-attività, ossia quelle native digitali, come le cripto-valute ed i gettoni emessi nell'ambito di *Initial coin Offering,* e quelle non originali, bensì "derivate" a seguito di un processo di tokenizzazione.

[372] P. IEMMA, N. CUPPINI, *La qualificazione giuridica delle criptovalute: affermazioni sicure e caute diffidenze,* in www.dirittobancario.it, marzo 2018, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.dirittobancario.it/art/la-qualificazione-giuridica-delle-criptovalute-affermazioni-sicure-e-caute-diffidenze/.

"valori mobiliari" ai sensi dell'art. 1-bis del TUF, qualora siano suscettibili di negoziazione in mercati secondari[373].

Parte della dottrina ha tuttavia evidenziato le evidenti difficoltà nell'accostare il fenomeno dei *security tokens* nativi ai tradizionali valori mobiliari, in ragione dell'assenza di una normativa di diritto societario specificamente dedicata, per ritenere maggiormente condivisibile parlare di *tokenized securities,* ovvero, letteralmente, azioni rese sotto forma di *token*. Si giunge a qualificare come veri e proprio *security tokens* quelli offerti tramite *Security Tokens Offerings,* mentre si tende a qualificare come *tokenized securities* quelle offerte ed emesse in sede di *Initial Coin Offerings.*

Il modello descritto, che chiameremo di finanziamento/raccolta (nell'ottica rispettivamente del potenziale investitore e dell'emittente), evoca, pur con le dovute differenze, il risalente modello del finanziamento di iniziative imprenditoriali facente ricorso a mezzi di prefinanziamento[374].

.

2.3.3. Qualificazione giuridica del token immobiliare

Ulteriore questione, che si sviluppa parallelamente al concetto di "tokenizzazione", concerne la qualificazione giuridica del *token* immobiliare.

La dottrina si interroga sul suo corretto inquadramento tra chi approda ad una riconduzione alla categoria dei *Non-Fungible Tokens* e chi invece ritiene maggiormente corretto parlare di *financial tokens.* Tale distinzione non è meramente terminologica ma riflette il diverso contenuto giuridico sottostante; da un lato, la rappresentazione di un diritto reale sull'immobile, dall'altro il diritto di natura patrimoniale a percepire reddito, dividendi o proventi derivanti dallo sfruttamento del bene[375].

I sostenitori della prima impostazione fondano tale ricostruzione sulla capacità degli *Nft* di aggregare e rendere disponibili, in forma digitale, gli elementi strutturali, catastali e documentali del bene immobile sottostante, nonché tracciare le vicende circolatorie relative alla sua titolarità, offrendo una forma di attestazione digitale che, secondo taluni

[373] C. SANDEI, *Le Initial Coin Offering nel prisma dell'ordinamento finanziario,* in *Riv. civ.,* 2, 2020, p. 361 ss.
[374] Un esempio, tanto per rievocare la compravendita immobiliare, potrebbe essere l'acquisto di immobili da costruire, ovvero la c.d. "vendita su carta".
[375] G. PICHEO, *Blockchain e settore immobiliare La tokenizzazione del real estate,* cit., p. 10.

non equivale ad una certificazione giuridica del diritto, mentre per gli strenui sostenitori della c.d. *digital property*, risulterebbe idonea a certificare digitalmente la proprietà del bene sottostante[376].

Un diverso orientamento interpretativo privilegia, invece, la qualificazione di tali strumenti come *asset* finanziari tokenizzati, considerandoli mezzi di investimento. In questa prospettiva, il proprietario dell'immobile, mediante il processo di tokenizzazione, procede alla frammentazione del diritto di proprietà in una pluralità di *token*, suscettibili di negoziazione sul mercato, al fine di conseguire liquidità in tempi rapidi; in questo caso il *token* sembra connotato da una finalità di investimento sul piano causale, divenendo preminente una aspettativa di rendimento finanziaria[377].

Tale inclinazione a ritenere il *token* alla stregua di strumento finanziario si avverte in maniera preponderante con il procedimento di "frazionamento" digitale della proprietà[378], che viene realizzato associando i *token* generati alle quote del diritto mediante l'utilizzo dello strumento degli *smart contract.* Il processo di tokenizzazione applicato alle proprietà immobiliari si traduce -in senso lato- in un processo di trasformazione del mercato illiquido[379], sino a renderlo liquido. Gli investitori, con l'acquisto di quote di proprietà frazionata sotto forma di *token* immobiliari, beneficiano di una vistosa riduzione dei costi di transazione, trasparenza ed una accresciuta accessibilità alle operazioni di investimento che vedrebbero la platea di partecipanti farsi più ampia. Tali *token*, connotati da finalità di investimento, circolano sul mercato alla stregua di qualsiasi altro titolo azionario o obbligazionario. Il soggetto promotore dell'operazione individua la modalità di frazionamento dei *token* i quali, dal momento della loro circolazione in avanti, possono essere altresì considerati dei potenziali valori mobiliari digitali suscettibili di essere

---

[376] A. CINQUE, *I Non-Fungible Token (NFT)*, in A. MANIACI (a cura di), *Nuovi beni e New Properties*, Pacini Giuridica, Pisa, 2023, p. 118 ss.

[377] M. DE MARI, *Le cripto-attività nella disciplina MiCar e la finanziarietà delle "cripto-attività non finanziarie",* cit., p. 21 ss.

[378] F. ZAMBARDINO, *La tokenizzazione del settore immobiliare,* cit., p. 86 ss.

[379] L. RIZZI, F. BIANCHI (a cura di), *Asset finanziari illiquidi, modalità di smobilizzo e regolamentazione,* Wolters Kluwer, Milano, p. 4, i quali sostengono che *«illiquido è qualsiasi strumento che non sia di pronto ed agevole smobilizzo. Più nel dettaglio, sono illiquidi gli strumenti che determinano per l'investitore ostacoli o limitazioni allo smobilizzo entro un lasso di tempo ragionevole, a condizioni di prezzo significative, ossia tali da riflettere, direttamente ovvero indirettamente, una pluralità di interessi in acquisto o vendita, anche avuto riguardo all'aspetto della convenienza economica della transazione dei costi in cui può incorrere l'investitore.».* A tal proposito si reinvia alla normativa di riferimento, in particolare la Comunicazione Consob 2 marzo 2009 n. 9019104, la quale definisce come *«prodotti illiquidi, quelli che determinano per l'investitore ostacoli o limitazioni allo smobilizzo entro un lasso di tempo ragionevole, a condizioni di prezzo significative, ossia tali da riflettere, direttamente o indirettamente, una pluralità di interessi in acquisto e in vendita.»,* reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.consob.it/documents/1912911/1991943/c9019104.pdf/7a506fdc-271f-aea6-7f2e-019eb3c4b9b3.

negoziati in mercati secondari, rappresentando una quota sull'*asset* fisico o una partecipazione ad un progetto avente ad oggetto il bene immobile.

Ulteriore situazione si delinea in caso di *token* il cui possesso conferisca al titolare l'esercizio di un diritto di voto circa la gestione del bene immobile oppure di una attività immobiliare; in tal caso verrà considerato uno strumento di capitale al pari di una azione o quota societaria, con consequenziale sottoposizione alla relativa disciplina codicistica.

Altro orientamento suggerisce una certa similitudine tra il *token* immobiliare e la multiproprietà azionaria; difatti, il funzionamento è piuttosto similare. Con la tokenizzazione immobiliare, il bene viene suddiviso in *token* che rappresentano una quota ciascuno del valore dell'immobile, mentre con la multiproprietà azionaria, i soci ricevono le azioni, derivanti dal frazionamento dell'*asset* di proprietà della società. Analogamente in entrambi i casi, i titolari dei *token* o delle azioni riceveranno un rendimento economico proporzionalmente alla quota di *token* posseduta o alla loro partecipazione al capitale sociale. Entrambi inoltre, consentono una partecipazione, anche minima, ad un investimento, acquistando una frazione del capitale sociale oppure acquistando solo un esiguo numero di *token*; allo stesso modo escludono l'esercizio di diritti reali sul bene: in entrambi i casi si tratta di una partecipazione ai risultati economici. Qualora il possesso del *token* conferisca esclusivamente il diritto di voto nella gestione del bene, ad esempio nell'attività immobiliare, i *token* possono essere configurati come partecipazione societaria.

CAPITOLO III

Ambiti applicativi della tecnologia *blockchain*

SOMMARIO: 3. LA RIMOZIONE DELLE PARTI ISTITUZIONALI NELLA SICUREZZA DELLA CIRCOLAZIONE IMMOBILIARE NEL SISTEMA ITALIANO; 3.1. DALLA FORMA SCRITTA ALLA DOCUMENTAZIONE DIGITALE: IL TOKEN COME NUOVA MODALITÀ DI RAPPRESENTAZIONE GIURIDICA; 3.1.2. BLOCKCHAIN E REGISTRI IMMOBILIARI: TRA CONTROLLO PUBBLICO E DISINTERMEDIAZIONE; 3.2. CONCETTO DI PROPRIETÀ NEL MODELLO DI COMMON LAW E LA SUA EVOLUZIONE COME SINTOMO DEL PORTATO DELLE NUOVE TECNOLOGIE IN MATERIA DI BLOCKCHAIN; 3.2.1. IL SISTEMA DI LAND REGISTRATION IN INGHILTERRA E GALLES: LA PUBBLICITÀ COSTITUTIVA; 3.2.2. LAND REGISTRATION ACT 1925 ED IL PASSAGGIO DALLA REGISTRATION OF TITLE AL TITLE BY REGISTRATION ;3.2.3. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE IN MATERIA DI TOKENIZZAZIONE IMMOBILIARE; - 3.4. LA BLOCKCHAIN IN AMBITO SANITARIO; – 3.4.1 SPAZIO EUROPEO DEI DATI SANITARI – IL NUOVO REGOLAMENTO EUROPEO PER L'ACCESSO TRANSFRONTALIERO AI DATI SANITARI DELL'UNIONE EUROPEA; 3.4.2. L'IMPIEGO DELLA BLOCKCHAIN IN AMBITO SANITARIO: NECESSITÀ DI COMPLIANCE CON IL GDPR E CON L'EHR.

3. La rimozione delle parti istituzionali nella sicurezza della circolazione immobiliare nel sistema italiano.

La tecnologia *Blockchain* mostra le sue qualità in termini di efficienza e riduzione dei costi ma al contempo altresì i numerosi profili problematici che emergono dalla intersezione tra il suo sostrato tecnologico ed i plessi giuridico-regolamentari in tema di proprietà immobiliare, in particolare legati alle formalità pubblicitarie ed alle prescrizioni formali. Detto vistoso scollamento rispetto alla normativa tradizionale in tema di trasferimento della titolarità di diritti reali su beni immobili, stravolge potenzialmente le attuali modalità di tenuta dei Registri, confermando una irriducibile incompatibilità di fondo tra i sistemi di tipo c.d. *permissionless,* refrattari ad ogni tipo di controllo autoritativo, valendosi esclusivamente di metodi di coordinamento orizzontali, ed alcuni contenuti essenziali della statualità (il binomio Registri Immobiliari/Notai)[380].

Adottare uno strumentario digitale come quello *supra* descritto, al quale deferire le funzioni certificative tipicamente svolte da istituzioni centralizzate, ovvero un notariato

[380] A. ALPINI, *L'impatto delle nuove tecnologie sul diritto* cit., p. 9. D'altronde, il notariato già da tempo ha iniziato a confrontarsi con lo sperimentale utilizzo di sistemi informatici di Intelligenza Artificiale in ausilio alla professione, sul punto si v. V. GUNNELLA, *Intelligenza Artificiale: uno sguardo alle strategie ed esperienze del notariato italiano,* in *Notariato,* 1, 2024, p. 49 ss.; E. SIGNORI, *Notaio e Blockchain,* in G. ALPA (a cura di), *Diritto e intelligenza artificiale,* Pacini Giuridica, Pisa, 2020, p. 401 ss.

di tipo latino, significa collidere con l'attuale sistema della trascrizione nei Registri Immobiliari, detenuti dalle agenzie pubbliche, in sinergia con i pubblici ufficiali[381]. Lo sviluppo della tecnologia informatica incentrata su di un modello di registro condiviso, rappresenta un tornante storico di grande rilevanza, talora elusivo di regole a tutela di interessi da valutarsi non solo in ottica privatistica[382], ma altresì sotto la lente di finalità di ordine generale e di natura pubblicistica[383].

Il notariato di matrice latina non solo è detentore della certezza del diritto e della pubblica fede assicurando efficacia probatoria e forza esecutiva ai relativi atti, ma altresì riveste, sin dall'affermazione della sua naturale vocazione al ruolo di garante di vicende legate ai traffici giuridici, il ruolo di collettore di imposte e tasse. Nell'espletamento del suo mandato civico di pubblico ufficiale ed al contempo di libero professionista, la figura del notaio all'interno del sistema italiano si è offerta come elemento di coesione dell'ordinamento, contribuendo ai processi di unificazione giuridica in contesti storici quali l'avvento del codice unitario del 1865 e della legislazione civilistica del secondo dopoguerra, che è passata anche attraverso l'affidabilità del sistema giuridico notarile[384].

Il Codice del 1865, primo Codice civile preunitario, era stato concepito in una fase post-risorgimentale, a seguito dell'unificazione politico-amministrativa e recava con sé una certa

---

[381] Nell'esperienza giuridica francese, a seguito dell'ordinanza governativa in data 8 dicembre 2017 n. 1674, la tecnologia *Blockchain* è stata adottata per registrare il trasferimento di proprietà, così come dei titoli non quotati, introducendo, nei limiti, un registro basato su detta infrastruttura informatica, riannodabile ai registri tipici della pubblicità immobiliare; sul punto si veda A. ASTONE, *Tecnologie intelligenti ed attività negoziale,* in *Nuovo Diritto civile,* 4, 2022, p. 80 ss. Si desidera segnalare un "progetto pilota" che ha preso vita in Svezia, c.d. "*Chromaway",* nato nell'anno 2016 a seguito della presa coscienza di una eccessiva lentezza del sistema di pubblicità immobiliare svedese e che ha coinvolto varie imprese informatiche, tra cui *ChromaWay, Telia, Kairos Future, Landhypothek Bank* tra le altre, per sviluppare una *blockchain* che consenta ai privati di trasferire beni immobili utilizzando delle applicazioni digitali, oltre ad ottenere nella medesima modalità un finanziamento, lasciando il *Landmateriet* come autorità garante della corrispondenza del codice digitale ad un reale bene immobile nel mondo fisico, nonché responsabile della gestione della *blockchain* e delle applicazioni connesse; sul punto si rimanda a B. VERHEYE, *Real estate publicity in a blockchain world: a critical assessment,* in *European Property Law Journal,* 3, 2017, p. 447 ss.

[382] Secondo Autori come A. PROCIDA MIRABELLI DI LAURO, *Il trasferimento della proprietà immobiliare nel diritto comparato,* in F. BOCCHINI (a cura di), *Le vendite immobiliari Statuti, tecniche e tutele,* Giuffrè, Milano, 2022, p. 1377, nonostante si parli di dissociazione della natura degli effetti – rispettivamente tra le parti e nei confronti dei terzi- tipica del principio del consenso traslativo, l'opponibilità mediante trascrizione è a tutti gli effetti un co-elemento della fattispecie traslativa, *«che concorre a determinare il concreto trasferimento delle situazioni reali* erga omnes*».*

[383] Si pensi alle trascrizioni ai fini di contrasto del fenomeno dell'evasione fiscale, che possono costituire un prezioso complesso di informazioni per l'anagrafe tributaria; tra l'altro, cfr. gli articoli 3 e 4 del d.P.R. 9 novembre 2005, n. 304, *Regolamento di semplificazione in materia di comunicazioni di atti di trasferimento di terreni e di esercizi commerciali, a norma dell'articolo 1 della legge 24 novembre 2000, n. 340,* prevedono la trasmissione periodica -mensile- dei dati contenuti nelle note di trascrizione relative agli atti aventi ad oggetto i trasferimenti di terreni al Ministero dell'Interno, da parte dell'Agenzia delle Entrate, ai fini di contrastare il fenomeno del riciclaggio di proventi derivanti da operazioni illecite.

[384] F. P. LOPS, *Ritualità e incompletezza dell'atto digitale,* in V.V. CUOCCI, F.P. LOPS, C. MOTTI (a cura di), *La circolazione della ricchezza nell'era digitale,* Pacini Editore, Pisa, 2021, pp. 81 e ss.

impronta alla tutela della persona, della famiglia e della proprietà in funzione sociale, intesa come espansione della libertà rispetto ai vincoli esistenti sino ad allora[385] e non più come diritto limitato da autorità sovrane. Il codice innovava anche sull'aspetto della tutela circa la circolazione degli immobili, rappresentando il bisogno di unitarietà e certezza proprio dell'epoca[386]. D'altronde, se è pur vero che la proprietà si trasferisce con il solo consenso legittimamente manifestato, il sistema giuridico ha avvertito l'esigenza di tutelare l'acquirente dal pericolo di doppie alienazioni[387] o costituzione di situazioni giuridiche non compatibili con il diritto di proprietà dell'acquirente. La certezza dei traffici giuridici deve essere garantita su di un piano specifico, ovvero mediante trascrizione nei registri immobiliari, qualora si tratti di trasferimento o costituzione di diritti reali su beni immobili o mobili registrati.

Il Codice civile del Regno d'Italia, sulla scia dell'ispirazione francese, riprende la consacrazione del principio di opponibilità affermatosi in Francia nel 1855[388], secondo il quale, ai sensi dell'art. 1935, per rendere opponibile ai terzi un atto traslativo, quest'ultimo, in forma di atto pubblico, scrittura privata autenticata o sentenza, deve essere trascritto. I pubblici poteri si sono pertanto appropriati sin da tempi lontani della funzione di tenuta ed aggiornamento dei registri, nonché messa a disposizione dei contenuti per i soggetti interessati, attività che si condensano nella funzione della certezza pubblica. Tale concetto implicava già allora un ampliamento della funzione di controllo affidata alla classe notarile, cui competeva l'esercizio di un vaglio di legalità degli atti ricevuti, ed altresì la verifica circa la legittimità e corretta rappresentazione delle parti[389].

Di fatto il sistema della pubblicità immobiliare inteso quale pubblico servizio prese piede con l'avvento del moderno Stato di diritto, ed è principio pacifico, sino ad ora, che

---

[385] Si trattava di enfatizzare non tanto la *«libertà di, quanto la libertà da»,* secondo D. BELLANTUONO, M. COSTANTINO, R. PARDOLESI, *I beni in generale,* in *Trattato di Diritto privato diretto da Pietro Rescigno,* cit., p. 10.

[386] Alcune importanti innovazioni in tema di sicurezza dei traffici immobiliari erano state anticipate in molteplici codici preunitari come, ad esempio, il regolamento toscano ed il regolamento pontificio, ove veniva prevista la pubblicità dichiarativa delle alienazioni.

[387] Il concetto di doppia alienazione è molto similare, anche se generalmente se ne parla su due versanti diversi, a quella del fenomeno del c.d. *double spending* che dovrebbe auspicabilmente venire meno con l'adozione della *blockchain.*

[388] A sua volta influenzata dalla legge belga del 16 dicembre 1851.

[389] Nonostante il notevole passo in avanti del legislatore verso una maggiore sicurezza dei traffici immobiliari, il codice del 1865 considerava l'istituto della trascrizione ancora in via facoltativa, espressamente non contemplando alcune tipologie di atti, complice la particolare deferenza del legislatore italiano nei confronti del modello francese. Il punto di svolta si avrà con il testo unico sulle tasse ipotecarie, approvato con regio decreto del 30 novembre 1923, n. 3272, il quale introdurrà il concetto di rilevanza pubblicistica della trascrizione, non solo ai fini fiscali.

il sistema di pubblicità dichiarativa previsto dal legislatore italiano non possa essere supplito da equipollenti[390].

L'attuale apparato del sistema pubblicitario immobiliare italiano si articola in un complesso di documenti e registri previsti dalla legge, il cui obbligo di tenuta e gestione ricade sull'Amministrazione finanziaria, segnatamente l'Agenzia delle Entrate attraverso gli Uffici Provinciali-Territorio -già conservatorie dei registri immobiliari-[391], sotto la vigilanza del Ministero di Giustizia; detti uffici hanno competenza territoriale con riguardo alle formalità di trascrizione, iscrizione ed annotazione degli atti relativi ai diritti reali immobiliari, sul territorio della provincia di competenza, attività che si estrinseca concretamente nella possibilità per il cittadino di consultare i registri, le note di trascrizione ed i titoli depositati.[392]

L'attività notarile, con riguardo nello specifico al sistema italiano, si è trovata ad affrontare delle determinanti sfide nell'ultimo secolo, che hanno riguardato in particolare gli assetti giuridici ed economici della comunità, tra cui l'avvento dell'era digitale e dell'atto informatico, nonché l'informatizzazione dei registri immobiliari consultabili *on-line* e l'introduzione del sistema c.d. di "adempimento unico" per l'invio telematico delle richieste di registrazione e trascrizione di atti relativi a diritti su immobili, prima, e la venuta di un processo basato su di una formazione del contratto a mezzo *smart contract* ed un trasferimento di diritti reali sotto forma di *token* immobiliari e relativa pubblicità in appositi registri pubblicamente consultabili nonché esclusivamente digitali, dopo. Il rapporto tra

[390] Sistema di pubblicità inteso in qualità di onere gravante nei confronti del pubblico ufficiale che riceva un atto pubblico o autentichi una scrittura privata, ai fini dell'effetto dell'opponibilità ai terzi, come previsto dall'Articolo 2671 del Codice civile italiano. Sul punto si rimanda a S. CERVELLI, *Trascrizione ed ipoteca,* Giuffrè Editore, Milano, 2015, p. 7 ss.

[391] Per uno sguardo all'evoluzione dell'organizzazione degli uffici dei Registri Immobiliari, e precisamente all'assetto organizzativo precedente nell'ambito della Agenzia del Territorio, si v. A.A. ETTORE, S. IUDICA, *La pubblicità immobiliare e i servizi ipotecari, Norme, Procedimenti e Servizi,* Giuffrè Editore, Milano, 2011, p. 23 ss. Difatti l'art. 23-*quater* D.L. 6 luglio 2012 n. 95 ha soppresso quella che prima era la c.d. Agenzia del Territorio, confluita poi nell'Agenzia delle Entrate.

[392] Sul punto si v. G. GABRIELLI, *La pubblicità immobiliare,* in *Trattato di Diritto Civile diretto da Rodolfo Sacco,* Utet Giuridica, Milano, 2012, p. 5 ss. Detto diritto all'ispezione ipotecaria è stato ritenuto, dal Consiglio di Stato, sez. IV, con decisione del 24 ottobre 1994, n. 823, un diritto assoluto per qualsiasi persona fisica o giuridica che desiderasse accedere alle risultanze dei registri immobiliari, con la sola limitazione della legge; sul punto si v. A.A. ETTORE, S. IUDICA, *La pubblicità immobiliare e i servizi ipotecari, Norme, Procedimenti e Servizi*, cit. p. 45 ss. Il diritto alle ispezioni ipotecarie è stato dalla prassi rinvenuto come obbligazione facente parte del contratto d'opera professionale concluso tra il Notaio ed il cliente; si v. G. PETRELLI, *Profili di regolamentazione dell'attività di ispezione ipotecaria,* in *Notariato,* 1, 1999, p. 59 ss. difatti l'effettività della pubblicità immobiliare comporta, naturalmente, l'effetto di conoscibilità legale per chiunque abbia necessità di consultare le risultanze dei registri.

l'ordinamento giuridico e le nuove forme di potere decentrato si manifesta in modo particolarmente significativo quando si affronta il tema della certezza del diritto[393].

In questo scenario, la tecnologia *blockchain* acquista rilevanza non soltanto per le sue caratteristiche tecniche, ma altresì per la capacità di garantire regolarità e stabilità nei rapporti, ponendosi come possibile modello alternativo di certezza opponibile nei confronti dei terzi. La nuova tecnologia a registro distribuito intende offrire una soluzione alla questione della carenza di fiducia diffusa tra i portatori di interessi nei confronti dell'apparato pubblico. Si suole parlare di un nuovo modello di gestione delle informazioni grazie allo sviluppo del linguaggio informatico, da applicare al volume di transazioni che verranno ad essere eseguite nello spazio digitale.

Dalle logiche di funzionamento della sopra menzionata tecnologia a registro distribuito sembra emergere una sorta di allegoria tra l'attività di garanzia dei traffici compiuto per mano della classe del notariato, coadiuvata da un'articolazione amministrativa specifica, nonché la validazione compiuta dal Conservatore dei Registri Immobiliari[394] che, seppur seguendo le regole poste dal Codice civile, è lasciato ad interpretarle al fine di assumere o meno la decisione positiva circa la trascrizione o iscrizione di determinati atti giuridici[395] con o senza riserva, e l'attività di validazione generata dai c.d. *miners*, ai quali viene difatti demandata l'operazione di validazione dei blocchi, concatenati tra loro.

A prima vista, una ulteriore analogia tra il secolare sistema della trascrizione degli atti di trasferimento concernenti diritti reali immobiliari ed i meccanismi di validazione dei *miners* può ravvisarsi nella misura in cui entrambi non assicurano, in via intrinseca, la veridicità sostanziale dei dati inseriti rispettivamente nei Registri Immobiliari e nei blocchi concatenati formanti il registro decentralizzato.

Ad un più attento esame, tale parallelismo deve essere accolto con cautela; è pur vero che nella *blockchain*, la certezza è limitata al fatto che un dato sia stato inserito in una certa data, da un indirizzo esistente ed operante sulla rete[396], ma nel sistema italiano,

---

[393] Nella dottrina italiana, vi è chi respinge l'analogia tra la sicurezza ed auspicata infallibilità degli automatismi tecnologici e la certezza del diritto; v. F. GAMBINO, *Blockchain, smart contract e diritto sradicato,* cit., p. 33.

[394] Il Conservatore, pur essendo sottoposto alla vigilanza del Ministero della Giustizia, è funzionalmente inquadrato nell'Agenzia delle Entrate.

[395] È d'obbligo il rimando, nel sistema codicistico italiano, all'art. 2674 del Codice civile che impone al conservatore l'obbligo di rifiutare la trascrizione qualora il titolo non presenti i requisiti previsti per legge.

[396] Ciò implica, logicamente, che la falsità di un dato inserito nella *blockchain*, non verrà meno a causa della sua registrazione all'interno della rete; trattasi del sistema c.d. *garbage in-garbage out* (reso anche con l'acronimo "*GIGO*").

sebbene la trascrizione non garantisca la verità sostanziale del diritto, è altresì vero che il ricorso alla figura del notaio ovvero ad altro pubblico ufficiale per il ricevimento di atti pubblici o scritture private autenticate non concerne esclusivamente l'attività di accertamento dell'identità delle parti che sottoscrivono l'atto e quindi la provenienza del documento da chi ne appare l'autore, bensì in una ben più profonda attività di controllo -di legalità non solo formale ma altresì sostanziale[397]- nel processo di formazione del titolo, volta a comporre sia istanze privatistiche che interessi pubblicistici. Questa riserva di legittimazione conferita al ministero notarile rende l'atto pubblico (o la scrittura privata autenticata) conforme alla legge e pertanto si vede riconosciuto il crisma della legalità tale per cui è possibile procedere all'accesso alla pubblicità immobiliare; pertanto, la figura del pubblico ufficiale Notaio e la figura del conservatore dei registri immobiliari collaborano saldamente per un corretto funzionamento del meccanismo pubblicitario.

L'attività di verifica della legittimazione a disporre dell'alienante si pone su di un piano diverso rispetto alle altre attività di controllo in tema di accertamento dell'identità, della legittimazione e capacità delle parti, in quanto è volto ad accertare la titolarità in capo all'alienante del bene trasferito, nonché l'assenza di iscrizioni o trascrizioni pregiudizievoli sul medesimo bene.

È d'uopo aggiungere la notoria diffidenza che tale funzionamento tecnologico infonde nella categoria del Notariato, la quale in più occasioni ha sollevato perplessità circa l'adozione di un apparato informatico tale da rendere obsoleto ogni intervento dettato dalla normativa codicistica in tema di trascrizioni e trasferimenti immobiliari ed altresì dall'impianto della legge notarile[398].

---

[397] Si rimanda al contenuto dell'art. 28, l. notarile, come modificato da ultimo dall'art. 12 della L. 28 novembre 2005 n. 246.

[398] Molteplici sono i riferimenti in tal senso, da considerarsi parzialmente uniformi da parte della categoria menzionata; a tal proposito si segnalano i seguenti riferimenti: L. DONEGANA, *Blockchain technology, notai e certezza del diritto,* in *Federnotizie*, 9 maggio 2017, reperibile al seguente indirizzo: https://www.federnotizie.it/blockchain-technology-e-certezza-del-diritto/#more-8505; D. CHIOFALO, *Blockchain.. e il Notariato?* in *Federnotizie*, 20 febbraio 2019, reperibile al seguente indirizzo: https://www.federnotizie.it/blockchain-e-il-notariato/ il quale, riprendendo le parole di Cesare Licini, ricorda l'importanza del coraggio richiesto alla categoria per entrare in una *«terra incognita nella quale non potremmo rifiutare di entrare, pena l'estinzione, perché non si può vivere senza avere il coraggio di entrare nel bosco»*; difatti l'intervento sui pubblici registri richiederebbe una serie di drastiche modifiche legislative ed in particolare, il Codice civile, con riferimento alla forma dei contratti, la prova ed il sistema di pubblicità immobiliare; il Codice di procedura civile, in tema di verificazione della firma e di querela di falso; la normativa in tema di pubblicità immobiliare ed in particolare la L. 52 del 1985; la normativa catastale e sulla conformità catastale, in particolare il D.L. 78/2010; la normativa urbanistica, in particolare la L. 47/1985; la normativa in tema di certificazione energetica, con il riferimento al D. Lgs. 192/2005; la normativa tributaria di settore, con specifico riferimento alle imposte di registro, ipotecaria, catastale, sulle successioni e donazioni, nonché l'imposta di bollo; la normativa in tema di antiriciclaggio e precisamente il D. Lgs. 231/2007.

Ciò nonostante, è tutt'ora più che mai vivo il contrasto tra la *blockchain* come sistema decentrato di informazioni, che rifugge da qualsiasi tipologia di intermediazione, e l'attività del notaio, riconducibile alla logica di accentramento della funzione pubblica delineata dalla legge[399]. Difatti, alla base della scelta legislativa del codice del 1942, in nome della certezza e affidabilità delle risultanze dei Registri Immobiliari, il legislatore pone il principio dell'autenticità del titolo, quale componente essenziale del sistema della pubblicità immobiliare[400] la cui *ratio* giuridica di fondo, giustificatrice della scelta legislativa, sta nella necessità di sicurezza dei traffici giuridici, da realizzarsi attraverso due precipui elementi; da una parte un sistema di pubblicità dichiarativa, il cui procedimento di attuazione è realizzato da un soggetto che sia espressione del potere statuale, nonché detentore dell'onere di trascrivere gli atti ricevuti assicurando l'esattezza delle risultanze dei registri e dall'altra la tipizzazione dei diritti reali (in *numerus clausus*) opponibili ai terzi[401]. Il ruolo che ricopre il principio di autenticità del titolo trascritto è altresì legato all'esigenza, riconosciuta dall'ordinamento, di verificare l'identità delle parti dell'atto, nonché assicurare un adeguato controllo di legalità, ma

[399] Per una potenziale applicazione della tecnologia *blockchain* nell'ambito dell'attività notarile, si v. E. DAMIANI, *Blockchain application in general private law: the Notarchain case,* in A. CALIGIURI (eds.) *Legal Technology Transformation. A Practical Assesment,* Editoriale Scientifica, Napoli, 2020, p. 229 ss., il quale tratta del progetto "*Notarchain"* nato a seguito dell'emanazione del Decreto-legge 14 dicembre 2018, n. 135, *Disposizioni urgenti in materia di sostegno e semplificazione per le imprese e per la pubblica amministrazione,* pubblicato in G. U. n. 290, il 14 dicembre 2018 attraverso il quale si tenta di coniugare la funzione tipica di garanzia svolta dal presidio notarile e la tecnologia *blockchain* quale strumento utile a rafforzare la certezza e tracciabilità della circolazione delle informazioni e documenti; sul punto si v. altresì ID., Smart contracts *e circolazione degli immobili,* in A. ALBANESE, L. GUFFANI PESENTI, S. TOMMASI (a cura di), *Il diritto privato nell'economia digitale Tutele giurisdizionali e autorità indipendenti,* Giappichelli Editore, Torino, 2025, p. 117 ss.; M. EPIFANIA, *La* tokenizzazione *degli* asset. *I limiti all'utilizzo delle* distributed ledger technologies *nel settore immobiliare*, cit., p. 54, la quale in proposito del progetto *Notarchain* afferma *«Il progetto non mira (..) a sostituire il controllo pubblico e la fede privilegiata dell'atto notarile, ma piuttosto a potenziarne la funzione certificativa, integrando le possibilità offerte dalle* Distributed Ledger Technologies *con la struttura istituzionale e giuridica dell'ordinamento. In questa prospettiva, la DLT assume valore di supporto infrastrutturale alla funzione notarile, consentendo la creazione di registri digitali affidabili, non modificabili e verificabili, ma sempre sotto la vigilanza di soggetti qualificati e identificabili. La finalità ultima è quella di garantire una continuità tra l'innovazione tecnologica e il principio di pubblicità legale, assicurando che la digitalizzazione degli atti e delle informazioni avvenga entro un quadro di responsabilità e controllo conforme ai princìpi dell'ordinamento»;* C. LICINI, *Riusciranno i notai a non essere disintermediati nel mondo telematico? Parte I,* in *Federnotizie*, 11 febbraio 2019, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.federnotizie.it/riusciranno-i-notai-a-non-essere-disintermediati-nel-mondo-telematico-parte-i/.

[400] Art. 2657, comma 1°, c.c., in materia di trascrizione; disposizione simmetrica a quelle dettate in tema di iscrizione di ipoteca volontaria, cfr. art. 2821, comma 1° e 2835, comma 1°, c.c.

[401] Per una ricostruzione storica della figura del Notaio ed i suoi rapporti con lo Stato, cfr. R. DE CARIA, *La liberalizzazione dei servizi notarili in prospettiva giuseconomica, tra interesse pubblico, concorrenza e vincoli europei,* in *Il Nuovo Diritto delle Società*, 2021, 11, p. 1729 ss.

anche capacità e legittimazione delle parti, ad opera del pubblico ufficiale[402]. Tali controlli appaiono come il fondamento giustificativo del sistema della trascrizione immobiliare che tendono ad assicurare massima tutela possibile al terzo[403].

L'obiettivo della riflessione *de quo* non vuole essere né una feroce difesa della disciplina attuale né una celebrazione della *lex* crittografica, quanto una analisi circa lo scenario futuro che si potrebbe potenzialmente delineare nei traffici immobiliari, con una elevata riduzione dei costi transattivi nonché delle tempistiche, attribuendo agli utenti il controllo sulle proprie attività. Detto sistema custodisce strumenti necessari ad una sicura circolazione della ricchezza, fermo restando un problema di inclusione tra questa tecnologia e l'apparato normativo attuale.

Segnatamente, desta innumerevoli perplessità la riconducibilità di un trasferimento di *token* immobiliare alla fattispecie prevista dall'art. 2643 del Codice civile italiano. La potenziale versatilità della *Blockchain* consente, difatti, la circolazione di ciascun bene virtuale o tangibile sotto forma di valore digitale, il cui trasferimento viene registrato in maniera indelebile sul *database* decentralizzato, consentendo di tenere traccia di tutte le alienazioni che hanno coinvolto l'oggetto della transazione e dunque mantenere l'evidenza della titolarità dei diritti connessi ai *crypto-assets*, al pari di un registro immobiliare. Permangono i dubbi sulla eventuale ascrivibilità del trasferimento di *token* immobiliare alla disciplina della pubblicità immobiliare.

Il tema dell'avvento delle *supra* menzionate nuove tecnologie che coinvolgono (o forse sarebbe più corretto dire che sconvolgono) la figura del Notaio, incide almeno in una duplice prospettiva; nella prima, si registra una trasformazione delle modalità di esercizio della documentazione di un fatto rilevante per il diritto. Il secondo livello di incidenza delle nuove tecnologie riguarda la tenuta e la conformazione dei secolari Registri Immobiliari e consequenzialmente la funzione sociale dell'istituto della proprietà privata, sancita all'art. 42 della Costituzione, funzione che compare nelle Carte costituzionali a partire dalla Carta tedesca di Weimar del 1919 nella ricerca di un equilibrio tra funzioni di efficienza economica ed equità nei rapporti sociali a discapito di un'ottica meramente individualista,

---

[402] Sul controllo di legalità si veda il contenuto dell'art. 28 della legge notarile n. 89 del 1913, come modificato dall'art. 12 della legge n. 246 del 2005; circa la verifica della legittimazione delle parti, si veda il contenuto dell'art. 54 del r.d. 10 settembre 1914 n. 1326.

[403] G. PETRELLI, *L'autenticità del titolo della trascrizione nell'evoluzione storica e nel diritto comparato,* in *Rivista di Diritto Civile,* 2007, 5, p. 585 e ss.; per un approfondimento circa il principio di autenticità del titolo, cfr. E. FABIANI, M.LEO, *L'autenticità del titolo per la trascrizione nei registri immobiliari,* Studio n. 463-2017/C, Consiglio Nazionale del Notariato, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.notariato.it/wp-content/uploads/463-2017-C_0.pdf.

e che verrebbe messa in crisi dalla mancanza di un controllo sostanziale pubblico circa l'identità, il consenso e la reale volontà dei soggetti coinvolti, in assenza dell'esercizio della tipica funzione notarile di adeguamento della volontà delle parti.

3.1. Dalla forma scritta alla documentazione digitale: il token come nuova modalità di rappresentazione giuridica.

Il documento[404], sino all'emersione della tecnologia *blockchain*, ha assolto il ruolo di supporto -analogico o digitale- della rappresentazione del fatto che vuole essere portato a conoscenza, distinguendo l'elemento veicolo dal contenuto vero e proprio, inteso come segni intellegibili, espressi in linguaggio naturale ed impressi in maniera duratura senza alterazioni, per rappresentare il fatto che si vuole conservare e trasmettere.

Non essendovi norme che impongono necessariamente la forma scritta sul solo supporto cartaceo con linguaggio naturale, è da considerarsi logico il passaggio dal documento cartaceo al documento informatico[405], che trova una sua definizione dapprima nel Testo Unico in materia di documentazione amministrativa n. 445/2000[406], e poi presso l'art. 1, lett. *p)* del D. Lgs. 5 marzo 2005, n. 82, Codice dell'Amministrazione digitale, c.d. "CAD", inteso come*, «il documento elettronico che contiene la rappresentazione informatica di atti, fatti o dati giuridicamente rilevanti;»*[407]. Trattasi di una componente prodotta dall'elaboratore elettronico, formata da sequenze di *bit* che viene decodificata dal *computer* e resa in termini alfanumerici, di modo che si

[404] Tradizionalmente composto dall'elemento materiale ovvero il supporto, nonché il mezzo, fungendo da elemento necessario per imprimere sul supporto la rappresentazione del fatto giuridicamente rilevante ed infine il contenuto, espresso attraverso linguaggio naturale e dunque segni intellegibili. Si v. sul punto E. TUCCI, *Vendite immobiliari e nuove tecnologie,* in F. BOCCHINI (a cura di), *Le vendite immobiliari Statuti, tecniche e tutele,* Giuffrè editore, Milano, 2022, p. 940 ss.

[405] Sostituendo di fatto l'inchiostro e la carta con sequenze di *bit* impressi in supporti durevoli, ovvero le c.d. memorie di massa. La prima menzione del documento informatico si trova, se escludiamo i riferimenti al settore penale con la L. 547/1993 e l'introduzione nel Codice penale dell'art. 491-*bis,* e nonostante le forti resistenze derivanti da varie disposizioni della legge notarile, quali l'obbligo per il pubblico ufficiale di leggere l'atto alla presenza dei testimoni, come il compito di indagare la volontà delle parti, nonché le disposizioni in tema di conservazione degli atti e relativi allegati -artt. 61 ss. che sembrano intendere esclusivamente atti resi su documento cartaceo- nella Legge 15 marzo 1997, "*Delega al Governo per il conferimento di funzioni e compiti alle regioni ed enti locali per la riforma della Pubblica Amministrazione e per la semplificazione amministrativa",* c.d. legge Bassanini I, che sostanzialmente declamava una equiparazione del documento informatico al documento cartaceo, alla luce di successivi decreti attuativi.

[406] Che recepisce pedissequamente il contenuto dell'art. 1, co. 1, lett. *a*) del D.P.R. 513/1997, emanato a sua volta in attuazione della Legge 59/1997, il quale descriveva il documento informatico come la rappresentazione informatica di atti o fatti giuridicamente rilevanti.

[407] Detta definizione, nonostante la riconduzione del documento informatico ad una *species* del *genus* documento elettronico, mantiene intatto il riferimento alla "rilevanza giuridica" del fatto rappresentato.

riveli comprensibile all'utente. Da elemento totalmente informatico e pertanto etereo, se ne ammette la materializzazione attraverso semplice stampa del contenuto del documento, decifrato[408]. È da sottolineare che il documento, nonostante la configurazione informatica, si vede attribuito valore di efficacia giuridica, seppur condizionato al rispetto delle disposizioni normative.

Un ulteriore passaggio nella trasformazione della forma documentale notarile, espressione del progressivo adattamento all'innovazione tecnologica, è considerato l'avvento dell'atto pubblico informatico[409], declinazione digitale dell'atto pubblico in forma cartacea che, nel rispetto delle garanzie proprie dell'atto notarile, introduce elementi innovativi quali la lettura dell'atto da parte del notaio mediante l'utilizzo ed il controllo esclusivo di strumenti informatici, nonché la sottoscrizione a mezzo firma digitale, di cui il Notaio deve obbligatoriamente disporre, e specifiche modalità di conservazione, mantenendo sotto il profilo probatorio la medesima efficacia ai sensi dell'art. 2700 c.c.; viene altresì mantenuta la secolare scelta, per il Notaio, di ricevere l'atto alla presenza delle parti, stante il tenore letterale dell'art. 47 L. 89/1913, non recependo una ricevibilità telematica da parte del pubblico ufficiale.

Errore non di poco conto sarebbe quello di confondere la figura del documento -informatico o analogico che sia- con quella di atto o fatto rappresentato al suo interno; l'elemento "documento" rimane distinto dal contenuto di quest'ultimo. Non solo l'attività di documentazione di un fatto rilevante per il diritto, espressa nella forma libera o vincolata dal legislatore ed atta ad esprimere la volontà negoziale delle parti, ma altresì l'archiviazione dei dati sino a tale momento storico è stata relegata ad una rigida logica centralizzata basata prima sull'elemento della carta, ovvero tramite documentazione analogica[410] e poi, come risultato della transizione dal materiale all'immateriale, un'archiviazione basata su di un sistema informatico strutturato tramite una banca dati

---

[408] U. CARNEVALI, *Il documento informatico e la forma scritta* ad substantiam*,* in *Contr.,* 1, 2025, p. 5 ss.

[409] Attualmente il plesso normativo, ovvero le modifiche introdotte all'interno di svariati articoli della legge Notarile con il D. Lgs. 110/2010, si individua negli articoli 23-*bis*, 23-*ter*, 47-*bis*, 47-*ter*, 52-*bis*, 57-*bis*, 62-*bis,* 62-*ter,* 62-*quater,* 68-*bis,* 68-*ter,* della Legge 16 febbraio 1913 n. 89. Tale disciplina speciale dell'atto pubblico informatico deve poi essere coordinata con le disposizioni in materia di validità ed efficacia del documento informatico, le firme elettroniche, copie informatiche e conservazione degli atti comprese nel Codice dell'Amministrazione Digitale, sulla base di un rapporto di coordinamento tra i due sistemi, come specifica la relazione ministeriale al d. lgs. 110/2010, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.giustizia.it/giustizia/it/mg_1_2_1.page?contentId=SAN152004&utm_source=chatgpt.com#.

[410] La certezza negoziale trova la sua massima espressione nell'atto pubblico, il quale si configura come dichiarazione del pubblico ufficiale rogante, autore che riduce a documento la volontà espressa dalle parti. In tale prospettiva, l'atto non si identifica con la volontà delle parti in sé, ma con l'attestazione qualificata da parte del Notaio, che, asseverando ed attestando la rappresentazione storica di un fatto, ne garantisce fede privilegiata, nei limiti stabiliti dall'ordinamento.

digitale (ovvero il c.d. Sistema di Pubblicità Immobiliare), con i vecchi registri cartacei resi digitali[411].

In tale quadro iniziale, il salto logico, con l'avvento dei *tokens*, consiste nella circolazione del "gettone virtuale" cui sono collegati gli effetti giuridici o posizioni giuridiche, non più in via documentale cartacea o tramite documento informatico con relativa pubblicità e che si verifica secondo la legge di circolazione del *software* e non secondo le tradizionali norme codicistiche in materia di proprietà immobiliare.

Il contratto eseguito in automatico sulla base delle istruzioni fornite a monte dal programmatore riveste il ruolo di un documento "potenziato", avendo anche il ruolo della validazione temporale, nonché quello di identificazione delle parti e di esecuzione automatica del contenuto dello stesso. Il documento informatico sembra lasciare il posto ad una configurazione diversa, ovvero il *token* inteso come sintesi tra il profilo documentale e quello funzionale, ponendosi al contempo quale veicolo della sua circolazione e strumento di rappresentazione della posizione giuridica.

Se, infatti, nel documento informatico il contenuto viene rappresentato al suo interno attraverso l'opera di documentazione e reso intellegibile attraverso il *software,* nel *token* il contenuto appare strettamente correlato al meccanismo di trasferimento, secondo una logica che tende a concentrare, sul piano funzionale, il momento della rappresentazione e quello della circolazione. Si delinea un potenziale scenario in cui i gettoni virtuali tenderebbero ad integrare in un'unica soluzione il profilo documentale e quello della dinamica traslativa, dando così luogo ad una forma di rappresentazione "rafforzata", in cui il supporto informatico non si limita a descrivere il diritto ma concorre a determinarne le modalità di circolazione, senza che ciò implichi necessariamente una sua incorporazione in senso tecnico.

Il passaggio da una logica documentale ad una logica "incorporativa" sembrerebbe, difatti, incidere profondamente sull'assetto tradizionale della documentazione giuridica,

---

[411] Del resto, detta transizione dal materiale alla categoria dell'immateriale per quanto riguarda l'atto pubblico è stata fortemente ostacolata dalle posizioni di coloro che sostenevano il primato e la centralità dell'elemento cartaceo nell'attività notarile, nonché un danneggiamento del principio dell'efficacia probatoria privilegiata, ai sensi dell'art. 2700 c.c. si v. sul punto G. PETRELLI, *Documento informatico, contratto in forma elettronica e atto notarile,* in *Notariato,* 1998, p. 583 ss., Autore che di contro faceva parte di quella dottrina favorevole ad una apertura in tal senso. Detta impostazione venne poi contrastata proprio da interventi del legislatore stesso, il quale mostrò una apertura, già con il D.P.R. 445/2000, art. 7, sostenendo che *«i decreti, gli atti ricevuti dai notai, tutti gli altri atti pubblici, e le certificazioni sono redatti, anche promiscuamente, con qualunque mezzo idoneo, atto a garantirne la conservazione nel tempo».* Tale ultimo elemento, ovvero la conservazione nel tempo, sembra essere una caratteristica strettamente intrinseca alla *blockchain,* nonostante alcune opinioni contrarie che sottolineano come l'usura portata dal tempo anche nei meccanismi tecnologici possa avere come conseguenza una perdita dei dati ivi inseriti.

ponendo in discussione tanto il ruolo dei pubblici ufficiali adibiti a ricevere gli atti pubblici -a tutt'oggi ricevuti in forma scritta per la maggior parte- quanto la classica distinzione tra documento[412] ed il diritto contenuto al suo interno[413], che rimangono concettualmente distinti.

Il funzionamento della tecnologia *blockchain* combinata con il *token* quale strumento di rappresentazione e circolazione di una posizione giuridica ad esso collegata, ed il trasferimento eseguito tramite *smart contract,* pone rilevanti questioni in ordine alla compatibilità con i requisiti formali richiesti dall'ordinamento ai fini della validità dell'atto e per la sua trascrizione. Tale requisito appare difficilmente conciliabile con la concezione del *token* che allo stato attuale e considerato isolatamente, non soddisfa i requisiti formali richiesti per la produzione degli effetti giuridici propri dell'atto[414].

Una linea ricostruttiva potrebbe sostanziarsi nel ricondurre il fenomeno nell'alveo del documento informatico, attribuendo rilevanza giuridica al *token* solo nella misura in cui sia collegato ad un documento informatico, conforme ai requisiti previsti dal Codice dell'Amministrazione Digitale. In tale prospettiva il *token* verrebbe a configurarsi non già come autonoma funzione rappresentativa del diritto, bensì verrebbe ad essere considerato uno strumento tecnico di esecuzione di un negozio giuridico validamente formato secondo le forme prescritte dall'ordinamento.

Secondo alcuna dottrina, tale impostazione non tralascerebbe la funzione tradizionalmente attribuita al Notaio, il cui ministero si eserciterebbe egualmente al fine di

---

[412] Nonostante la definizione di "documento" sia di origine dottrinale e pertanto non risulti univoca, si segnala N. IRTI, il quale lo definiva *res signata*; sul punto si rimanda a M. MILANESE, *L'atto pubblico informatico,* in *comparazioneedirittocivile.com,* reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.comparazionedirittocivile.it/data/uploads/colonna%20sinistra/9.%20IP%20e%20nuove%20tecnologie/milanese_attopubblico2012.pdf. Si rammenta altresì la definizione di forma solenne dell'atto pubblico, consacrata dal legislatore nell'art. 2699 del Codice civile, ovvero *«il documento redatto, con le richieste formalità, da un notaio o da altro pubblico ufficiale autorizzato ad attribuirgli fede nel luogo in cui l'atto è formato.»,* in combinato disposto con l'art. 2700 c.c., il quale stabilisce che *«fa piena prova, fino a querela di falso, della provenienza del documento dal pubblico ufficiale che lo ha formato, nonché delle dichiarazioni delle parti e degli altri fatti che il pubblico ufficiale attesta essere avvenuti in sua presenza o da lui compiuti.».*

[413] Si rammenta che il documento deve a sua volta differenziarsi non solo dal contenuto cui esso si riferisce, ma altresì dalla documentazione, intesa come operazione rappresentativa della dichiarazione compiuta dalle parti. Tale operazione va tenuta distinta dal documento in senso proprio, tanto è vero che quest'ultimo costituisce il supporto, materiale o informatico della dichiarazione, ma la documentazione si identifica con il fatto storico della sua formazione, ovvero l'operazione compiuta dalle parti, che hanno redatto il documento. Ne consegue che il documento potrà anche venire meno, ad esempio a causa di perdita di quest'ultimo, senza che per ciò stesso venga meno la documentazione, quale attività rappresentativa già compiuta. Sul punto si v. M.C. DIENER, *Il contratto in generale,* Giuffrè Editore, Milano, 2015, p. 390-395.

[414] Secondo E. BETTI, *Teoria generale del negozio giuridico*, in VASSALLI (a cura di) *Tratt. dir. civ. it*., Utet, Torino, 1960, p. 125, la forma è necessaria affinché la volontà dei soggetti si traduca in atto e non resti un mero fenomeno senza rilevanza giuridica; difatti si ricorre alla forma quale elemento necessario per conferire certezza negoziale ai rapporti tra le parti.

conferire forza giuridica e responsabilità alle operazioni successivamente elaborate e registrate mediante la tecnologia *blockchain*[415].

In dottrina si è altresì prospettata una differente ipotesi, alquanto radicale, secondo cui i requisiti previsti dall'art. 1350 c.c. possano ritenersi soddisfatti attraverso l'impiego del linguaggio di programmazione proprio degli *smart contracts,* qualora esso sia idoneo a tradurre in forma digitale le manifestazioni di volontà delle parti, previamente identificate mediante sistemi di identità digitale. Secondo tale ricostruzione, anche la registrazione delle operazioni eseguite sulla *blockchain* di riferimento potrebbe assumere rilievo ai fini dell'integrazione del requisito della forma scritta *ad substantiam*[416].

Se, dunque, nella configurazione tokenizzata la funzione rappresentativa e quella circolatoria tendono a convergere in un'unica entità digitale, si pone un ulteriore interrogativo; se ed in quale misura detta convergenza possa estendersi alla funzione pubblicitaria. In altri termini, occorre analizzare se il dispositivo tecnologico, oltre ad assolvere la funzione rappresentativa e circolatoria, possa assolvere ad una funzione di pubblicità della posizione medesima, incidendo rimarchevolmente sulla tradizionale distinzione tra documento, circolazione e pubblicità dei diritti reali.

3.1.1. Blockchain *e registri immobiliari: tra controllo pubblico e disintermediazione*

A fronte dell'ultimo interrogativo posto nel paragrafo precedente, le diverse soluzioni prospettate in dottrina in ordine al possibile ruolo del notaio nell'interazione tra *blockchain* e sistemi di registri immobiliari possono, in via di prima approssimazione, essere ricondotte a livelli differenti di integrazione della funzione notarile, oscillanti tra una mera trasposizione dell'operazione registrata sulla *blockchain* nel sistema pubblicitario tradizionale*,* delle forme di coordinamento intermedio tra registrazione digitale e controllo pubblico, sino ad ipotesi più radicali di progressiva sostituzione della funzione intermediaria con meccanismi di validazione automatizzata.

---

[415] G. BROTTO, *Criptovalute e mercato immobiliare: tra innovazione e regole,* in *Officina Notarile*, 31 ottobre 2025, https://www.officinanotarile.it/criptovalute-e-mercato-immobiliare-tra-innovazione-e-regole/, il quale prevede un notariato che, in linea con il progresso tecnologico, diventerà *«custode della verità giuridica nell'universo dei dati, interprete della* blockchain*, garante dell'identità digitale e della circolazione del valore».* Del medesimo avviso P. MARCHETTI, *La tecnologia è un alleato, non un ostacolo, alla funzione notarile* in *IlSole24ore*, 21 aprile 2022, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.ilsole24ore.com/art/la-tecnologia-e-alleato-non-ostacolo-funzione-notarile-AEfsvlSB.

[416] F. BERTELLI, *Diritti reali e asset digitali: l'utilizzo dei token nel settore immobiliare,* cit., p. 71.

Sembra che si possa prospettare qualche spiraglio di apertura nei confronti di una soluzione che permetta alla *blockchain* di integrarsi e coordinarsi con l'attività notarile senza stravolgere del tutto l'impianto civilistico italiano, a partire dalla formulazione letterale dell'art. 2645 del c.c., che non indica una natura tassativa nella sua formulazione, bensì lascia un certo grado di libertà nel disporre che risultino assoggettati alla medesima disciplina tutti gli atti ed i provvedimenti concernenti beni immobili che siano idonei a produrre effetti analoghi a quelli dei contratti espressamente previsti dalla medesima norma. Tale formulazione risulta pertanto suscettibile di integrazione, stando al tenore letterale del disposto normativo, ed allora, perché non consentire l'ingresso all'interno del granitico sistema civilistico italiano all'istituto dei trasferimenti dei *token* immobiliari quali titoli di proprietà od altro diritto reale su di un bene immobile *off-chain,* per il mezzo delle piattaforme *blockchain.*

Potrebbe prospettarsi un "varco" attraverso la possibilità per il notaio di trascrivere un atto di trasferimento avvenuto sulla *blockchain* avente ad oggetto il *token* immobiliare, riproducendo nella realtà dei registri immobiliari, quanto registrato sulla rete nodale. Secondo questa prima impostazione, il *token* viene trasferito nella rete nodale ed il pubblico ufficiale, verificata la corrispondenza tra l'operazione digitale e la posizione giuridica cui il *token* è collegato, prende atto del trasferimento, riportandolo nella realtà dei registri immobiliari e di fatto, l'effetto giuridico avviene con l'intervento per mano del Notaio e non a livello di realtà digitale[417].

Altra suggestione, in tema di pubblicità immobiliare, si trova nel concetto di "pubblicità costitutiva" che si potrebbe venire a sostanziare con l'adozione di tale tecnologia e che verrà affrontata nei paragrafi successivi, in proposito di quelli che potrebbero essere taluni ambiti applicativi della tecnologia *blockchain*; il drastico rifiuto e consequenziale abbandono della figura del terzo intermediario, sostituito da passaggi di *tokens* registrati e conservati sulla *blockchain* da tutti gli utenti consente di creare un divario tra la pubblicità

---

[417] M. PALAZZO, *Il Notaio nella stagione dei documenti digitali,* in *Vita Notarile,* 3, 2017, p. 6 a tal proposito, discorrendo della figura del Notaio all'epoca di Internet, afferma *«la possibilità, offerta dalle reti telematiche, di accedere con maggiore facilità ai pubblici registri accresce e non riduce l'esigenza che i dati immessi in tali registri siano garantiti da un vaglio preventivo di legalità da parte di un soggetto terzo rispetto agli interessi in gioco. Soltanto un approccio riduzionistico al tema e al valore dei documenti potrebbe indurre a ritenere che la maggior facilità nel produrre documenti o nell'accedere ai registri immobiliari e delle imprese consenta agevolmente di fare a meno del notaio.».*

meramente dichiarativa attuale, per approdare ad una soluzione di *soft law* avente funzione espressamente costitutiva[418].

La detenzione -intesa qui non in senso materiale, quanto piuttosto digitale- della chiave crittografica privata consente di individuare la titolarità di colui che può disporre del *token,* la cui circolazione viene resa tracciabile e altresì visibile da parte di chiunque sia interessato; ciò rende possibile una tracciabilità certa e completa della titolarità del bene digitale, ricordando al contempo che il *token* non coincide con il diritto reale sottostante, né lo sostituisce ma lo aggancia da un punto di vista tecnico e ne rappresenta mezzo di rappresentazione e circolazione.

È interessante notare come sia stata introdotta dalla dottrina una soluzione per ovviare il problema della mancanza di accesso, da parte del registro *blockchain,* ai dati esterni inerenti al mondo reale, ovvero il concetto degli "Oracoli"[419]. Questo riferimento "fidato", in un ambiente del tutto *trustless,* ha il potenziale per innescare un punto di rottura con la concezione sulla quale si erge il concetto stesso di *blockchain permissionless*, ed al contempo favorire l'ingresso, all'interno del sistema, di dati *off-chain* necessari per la corretta riuscita della transazione, generando di fatto una fiducia verso una figura che nella pratica viene descritta alternativamente come un *software,* un *hardware,* oppure un soggetto umano[420].

Con l'ausilio di un oracolo, "finestra" sul mondo fattuale, si ottiene il grande pregio di una maggiore rispondenza del regolamento contrattuale alla realità dei fatti, sia in termini di rapporto tra i contraenti, ad esempio circa una valutazione sui comportamenti delle parti, sia in termini di oggetto della transazione, che potrebbe nel frattempo aver subìto delle modifiche sopravvenute nelle more dell'esecuzione del contratto, ad esempio in termini urbanistici. L'oracolo difatti, assume il particolare rilievo di comunicare agli *smart contract* il soddisfacimento delle condizioni necessarie ai fini dell'esecuzione del contratto.

Punto fermo resta la registrazione immodificabile di uno scambio contrattuale, eseguito si in via automatica ma che potrebbe essere altresì basato su di un eventuale

---

[418] E. DAMIANI, Smart contracts *e circolazione degli immobili,* in *Dir. Merc. Tecnologia*, 8 dicembre 2023, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.dimt.it/news/intervista-al-prof-enrico-damiani-smart-contracts-e-circolazione-degli-immobili/.

[419] Concetto già in uso con la diffusione del *software,* usato per fornire dei dati utilizzati come parametro per valutare il corretto funzionamento dei *test*.

[420] V.F. SCUTIERO, Smart contract *e sistema di diritto,* in *Foro nap.,* 2019, p. 121 ss.; L. VAGNI, *Il problema della rilevanza giuridica dell'errore nella decisione dell'oracolo della* blockchain*,* in *Iceonline,* 2, 2022, p. 51 ss.

errore dell'oracolo, sotto forma di *software* oppure di persona fisica. La problematica di un possibile errore induce ad interrogarsi sulla sua rilevanza giuridica, nonché in tema di responsabilità per i danni che potrebbero essere causati dalla mancata veridicità dei dati registrati nella *blockchain*. Quel che è certo è che nel caso anzidetto, di fronte ad un errore dell'oracolo, ipotizzando una erronea comunicazione dell'avvenuta condizione *off-chain* prefissata dalle parti, quale ad esempio la consegna del bene materiale da parte dell'alienante nei confronti dell'acquirente, si inneschi in automatico il trasferimento di una certa quantità di criptovalute a titolo di corrispettivo. Lo scenario che appare ai nostri occhi è quello di una prestazione che si è auto-eseguita, ma risulta del tutto indebita, ragion per cui per cui appare naturale che la parte fedele ai termini contrattuali possa avvalersi delle tutele riconosciute dalla disciplina generale in tema di contratto.

Sembra invece essere non riconducibile all'errore dell'oracolo, l'istituto dell'errore-vizio, non incidendo di fatto nella sfera giuridica delle parti, né avendo la possibilità di influenzarne la volontà espressa in termini contrattuali[421].

È stata talvolta suggerita una soluzione per contrastare questo scenario poc'anzi descritto, ovvero inserire su delle piattaforme la funzione di "autodistruzione" degli errori commessi, sostanzialmente andando ad eliminare lo stesso *smart contract* eseguito tra le parti, soluzione che si pone in netto contrasto con l'ideologia di rigidità, automatismo ed irreversibilità, propria dei contratti intelligenti, nonché con la ipotizzabile volontà delle parti, che potrebbero essere intenzionate a mantenere il contratto nonostante l'errore dell'oracolo.

3.2. Concetto di proprietà nel modello common law *e la sua evoluzione come sintomo del portato delle nuove tecnologie in materia di* blockchain.

È inevitabile dare per assodato che le trasformazioni menzionate in questa riflessione giungono al cuore di una miriade di istituti giuridici, tra cui senza dubbio quello della proprietà, stante l'avvento di fenomeni tecnologici fortemente attratti dalla logica

[421] Si segnala una soluzione prospettata dalla English Law Commission, la quale prevede espressamente la possibilità di allocazione di rischi derivanti da un errore dell'oracolo nel contratto stesso o in un contratto stipulato al di fuori della piattaforma digitale, che ne preveda la risoluzione al verificarsi di errori o corruzioni da parte dell'oracolo stesso; si v. ENGLISH LAW COMMISSION, *Smart legal contracts, Advice to Government,* 25 novembre 2021, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/ukgwa/20241223105348/https://lawcom.gov.uk/project/smart-contracts/.

proprietaria, che sembra tutt'ora difficilmente sostituibile se affrontiamo il tema dei rapporti di appartenenza.

Nel modello di *property* tipico della *common law,* in realtà si staglia un concetto piuttosto ambiguo[422] e non delineato in maniera netta come si avverte nel caso della tradizione continentale, dominata da un forte demarcazione tra diritti reali e diritti personali. L'ambiguità è data dal fascio di diritti di cui si connota il termine *property,* intesa come serie di relazioni giuridiche che hanno ad oggetto beni materiali o immateriali[423]. Al mondo della *common law* è sconosciuto il concetto di *dominium ex iure Quiritium* assoluto o proprietà assoluta, con specifico riferimento ai diritti reali immobiliari. Ciò che invece era noto, in quanto retaggio medievale, era il rapporto di concessione che si instaurava tra un soggetto ed il signore di rango superiore o direttamente tra un individuo ed il sovrano, il quale, unico possessore in termini assoluti della terra[424], la concedeva in beneficio, c.d. *tenure*[425].

La *property* continua tutt'oggi ad essere considerata come diritto a possedere la terra, intendendo come *possession* il fatto stesso di possederla, quale retaggio della tradizione feudale in cui il sovrano, signore di tutte le terre, concedeva in godimento ai propri sudditi, c.d. *tenants,* la terra[426]. Si distingue tradizionalmente, quale sedimentazione stavolta del diritto romano, tra *real property* e *personal property*, distinzione incentrata

---

[422] Nella *leading opinion* di Lord Mance, nel caso *Akers v Samba Financial Group* [2017] UKSC 6, viene recitata una efficace citazione per esprimere il concetto di ambiguità insito nel termine "*property*", ovvero: *«As to what constitutes "property", this is always "heavily dependent on context..-something can ben 'proprietary' in one sense while also being non-proprietary in another sense": M Conaglen, Thinking about proprietary remedies for breach of confidence (2008) intellectual Property Quartely 82, 89, referring to R Nolan, Equitable Property (2006) 122 LQR 232, 256-257»,* reperibile *online* al seguente indirizzo: https://supremecourt.uk/uploads/uksc_2015_0009_judgment_e7ab00f8d9.pdf

[423]Si segnala, in merito alla semantica del diritto con riferimento nello specifico al linguaggio giuridico utilizzato nell'area di *common law*, uno studio in chiave storico-evolutivo di F. DITIFECI, *La terminologia della proprietà e del possesso nel diritto inglese,* in M. INGENITO (a cura di), *Didattica della lingua inglese nelle facoltà non umanistiche,* Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli, 2002, p. 23 ss.

[424] Detta usanza trae le proprie origini dalla battaglia di Hastings nel 1066, all'esito della quale il sovrano normanno William I decise insindacabilmente di autoassegnarsi gran parte delle terre esistenti al tempo, le c.d. *manors,* di cui una parte venne concessa in godimento ai suoi alleati normanni, a titolo di ricompensa per l'aiuto prestatogli in battaglia. Sul punto, per un approfondimento altresì storico, si rimanda a I. FERRARI, Registration: *il sistema inglese della trascrizione immobiliare,* in I. FERRARI, M.D. PANFORTI, C. VALENTE, (a cura di), *Abitare Contratti e tutela giudiziaria,* Mucchi Editore, Modena, 2013, p. 72 ss.

[425] Così come al tempo si riteneva che il singolo non fosse titolare del bene bensì dei diritti -generalmente di uso esclusivo- sulla *land,* il rapporto che si instaura tra il *token* ed il suo titolare sembra trovare alcune analogie con l'usanza medievale del tempo se si accoglie la tesi secondo la quale il diritto sul *token* non si estende al bene sottostante, ovvero si potrebbe ritenere che il titolare del *token* più che essere titolare del bene sottostante in forza di una estensione del rapporto proprietario, sia titolare di diritti su di esso, come avveniva precedentemente nelle aree di *common law*.

[426] È noto che la *Law Commission* in Inghilterra abbia intenzione di eliminare quelli che sono i retaggi feudali tutt'ora in vigore dalla legge in materia di proprietà; sul punto si rimanda a VAN ERP, *Comparative property law,* cit., p. 1049 ed altresì p. 1057, ove sottolinea che termini come "*tenure"* ed *"estate"* sono proprio termini appartenenti all'epoca feudale.

sul ventaglio di azioni legali che potevano essere intraprese per far valere i propri diritti e pertanto in origine, distinzione avente meramente valore processuale. *Real action* -o azione *in rem*- quale azione che permetteva l'effettivo recupero dei beni, inquadrati essenzialmente nei beni immobiliari, e *personal action* per tutelare la *personal property* mediante rimedi risarcitori, concedendo al convenuto di pagare il valore della cosa contesa, anziché restituirla al proprietario.

Concentrandoci sui beni immobili, si nota che questo concetto viene ricompreso nel termine "*estate",* che ha una sua derivazione dal termine latino *"status"* e riveste una molteplicità di significati, tra cui lo *"status"* di una persona in relazione ad un bene immobile, ma anche l'insieme di beni mobili ed immobili, così come diritti ed il capitale, ma ancora può intendere l'asse ereditario, l'asse patrimoniale, in generale la proprietà terriera ed il diritto di godimento mediato o immediato del fondo.

Dall'assetto sistematico della *law of property* emerge l'assenza di una corrispondenza con il concetto di proprietà tipico del *droit civil*, anche se, volendo trovare una sorta di parallelo con il concetto di *dominium*, è possibile richiamare all'attenzione, tra i c.d. *legal estates* soggetti alla *common law,* la figura del *fee simple absolut o freehold,* che ha una durata indefinita[427]. La nozione di *estate*[428] presenta un carattere astratto[429], elaborata dalla giurisprudenza d'oltremanica per indicare un diritto di godimento, avente una durata più o meno estesa, che a sua volta deriva da un altro istituto tipico della *common law* anglosassone, la *seisin,* ovvero un diritto di godimento inizialmente senza limiti di durata che a partire dal XIII secolo iniziò ad essere scissa in parti sempre minori, seguendo le prassi commerciali del tempo. Da tale frammentazione prese vita il fenomeno degli *estates*,

[427] Ed una volta liberati i diritti reali su beni immobili dal vincolo feudale, si iniziarono originariamente a distinguere in *Estate for life,* una concessione di godimento della durata complessiva pari a quella del titolare, *Estate in fee tail,* concessione pari alla durata della vita dell'ultimo discendente del concessionario ed *Estate in fee simple,* la cui durata è estesa alla vita dell'ultimo erede degli eredi. Tali tipologie di *estates* potevano coesistere sul medesimo bene o per meglio dire, sul medesimo *piece of land.* Tale classificazione ha conservato validità sino agli inizi del XX secolo quando con la *Law of Property Act 1925* i *legal estates* vennero ridotti alle sole due categorie del *fee simple absolute in possession* -ovvero il *freehold*- ed il *term of years absolute,* detto anche *leasehold.*

[428] Il concetto di *estate* può essere inquadrato come l'*«entità astratta che definisce il rapporto che intercorre tra il titolare e la terra nonché rappresenta lo spazio giuridico che si frappone fra l'uno e l'altra.»,* secondo M. SERIO, *Property (Diritto inglese),* in R. CONTI (a cura di), *La proprietà e i diritti reali minori. Beni, limiti, tutela nazionale e sovranazionale,* Giuffrè editore, Milano, 2009, p. 146. Per una lettura circa il diritto degli *estates* si rimanda a S. ROWTON SIMPSON, *Land Law and Registration*, in Cambridge University Press, Cambridge, 1976, p. 30 ss.

[429] W. MARKBY, *Elements of law considered with reference to principles of general jurisprudence,* Clarendon Press, Oxford, 1885, il quale alla p. 166, par. 330, afferma *«The English lawyer (..) first detaches the ownership from the land itself, and then attaches it to an imaginary thing which he calls an estate».*

elaborati prendendo come esclusivo riferimento la durata del godimento concesso sul bene immobile.

Sembra corretto non tanto cercare un concetto coincidente con quello di proprietà tipicamente noto della tradizione di *civil law*[430], quanto sottolineare la distinzione tra la "*property"* e la proprietà, nonostante l'assonanza lessicale; per *property* si intende un fascio di diritti e dunque, in riferimento al bene immobile, un diritto sul bene stesso, segno di un retaggio culturale che soleva -e così tutt'ora- considerare i rapporti di appartenenza non in riferimento all'appartenenza concreta ad un bene inteso in senso materiale, quanto considerare l'appartenenza in riferimento ai diritti esercitabili su di esso e dunque al valore patrimoniale che esso esprime, sintomo di una tradizione culturale incentrata sul concetto di patrimonialità[431]. Nella *property,* proprio perché si valorizza il fascio di diritti che deriva dal bene in questione, si fanno ricadere tutte le posizioni giuridiche patrimonialmente rilevanti, che trovano una loro tutela nella *law of property.* Questa differenza rispetto alla tradizione proprietaria delle aree di *civil law* comporta l'affermarsi di situazione di appartenenza anche molto differenti tra loro, in base all'oggetto della *property*[432]. La categoria della *personal property* è apparsa quella più adatta ad accogliere al suo interno le nuove forme di "utilità" quali i *token* che si sono potuti facilmente affermare come *new properties* nelle aree di *common law*; trattasi di una tradizione giuridica non improntata sul carattere della fisicità, bensì improntata al considerare e valorizzare il fascio di diritti collegati al bene, di cui il titolare può disporre[433]. Nella *personal property* invero affluiscono tutti i beni incorporali, che vengono definiti nella loro generalità come "*choses"* o "*things in action"* in quanto, non essendo visibili, affinché possano allo stesso tempo essere ritenute percettibili, occorre

---

[430] Per una rilettura circa la distinzione tra le due macroaree di *common law* e *civil law* si rimanda a M. LUPOI, *Common Law e Civil Law (alle radici del diritto europeo),* in *Foro it.,* 1993, V, p. 431 ss.

[431] Non sembra essere tanto un diritto quando un'apparenza di titolarità del diritto, e come tale sembra più trattarsi di esercizio e godimento effettivo del bene che di titolarità esclusiva del diritto.

[432] La macro-differenza tra l'area di *civil law* e di *common law* nel campo della tutela delle situazioni di appartenenza risiede nel primo caso in una forma di controllo preventiva, che si basa sul noto principio del *numerus clausus* dei diritti reali, mentre nel secondo caso si basa su di una tutela successiva, ovvero nella tipicità delle *forms of action* sotto forma di azioni formali, c.d. *brevia,* qualificabili come *real actions* oppure *personal actions,* sotto forma di azioni di *detenue* o *trover.* Si v. sul punto S. ACETO DI CAPRIGLIA, *Proprietà, beni, diritti reali e regole di opponibilità (diritto comparato) in chiave multilivello e comparata,* in P. FAVA (a cura di), *Diritti reali,* Giuffrè editore, Milano, 2019, p. 86 ss.

[433] A. CANDIAN, A. GAMBARO, B. POZZO, *Property, Proprietà, Eigentum*, in *Collana Quaderni di diritto comparato,* Padova, Cedam, 1992, p. 13. Difatti, per *Real property* si intende in via alternativa, il fascio di diritti esercitabile su di un bene immobile, o il bene immobile stesso. Gli Autori, inoltre, affermano *«la struttura concettuale della real property, la quale aveva ad oggetto non la terra ma i diritti di godimento relativi ad essa, o ad altri beni immobili, non ha mai suggerito ai giuristi inglesi di escludere un bene avente valore economico dal novero degli oggetti di proprietà solo perché sprovvisto dal requisito della corporeità.».*

ricorrere alle garanzie procedimentali per mezzo dell'azione giudiziaria che può essere intrapresa per la loro tutela.

Tuttavia, non è pervenuta una successiva articolazione della materia che abbia portato ad un ricongiungimento della *real* e *personal property* in un concetto unitario dell'istituto della proprietà, ed i beni mobili ed immobili permangono come oggetti distinti di *property*.

La tensione tra la volontà normativa statuale e la volontà normativa privata portata dall'avvento della tecnologia viene risolta nel Regno Unito con il disegno di legge *Property (Digital Assets etc) Bill*, presentazione avvenuta dopo un lungo *iter* volto all'affermazione del riconoscimento formale dei beni digitali quali oggetti della *personal property*, pur non ricadendo nei due tipi di *personal property* tradizionalmente conosciuti sino ad adesso ovvero *things in possession* e *things in action*. La *Law Commission for England and Wales,* alla luce delle nuove categorie di beni a carattere eminentemente digitale, ha avanzato una reale svolta nella qualificazione dei c.d. *digital assets*[434]*;* pur nella loro varietà, la *Law Commission,* su richiesta del Ministro della Giustizia, riconosce che sono beni a cui i diritti di proprietà sono correlati, pur non calzando perfettamente nelle categorie secolari della *personal property*[435]. I *digital assets,* pertanto, non possono essere ricondotti nella categoria delle *things in possession* essendo caratterizzate da una totale assenza di sostrato materiale, né possono essere ricondotti alla categoria delle *things in action,* essendo quest'ultime strettamente interdipendenti da un altro soggetto e sistema legale -è necessario che esse vengano riconosciute espressamente come tali dal sistema legislativo-, esprimendo la propria forza attraverso un diritto -ad esempio di credito- che deve essere esercitato.

---

[434] Va altresì considerato il *Digital Assets Final Report* della *Law Commission* del Regno Unito pubblicato in data 28 giugno 2023, in cui veniva proposto di inquadrare alcune tipologie di *digital assets,* tra cui i *crytpo assets,* in una terza categoria sempre in relazione alla *personal property,* descrivendola con i seguenti requisiti *«these criteria were that a thing (which we can called a "data object") must: (1) be composed of data represented in an electronic medium, including in the form of computer code, electronic, digital or analogue signals; (2)exist independently of persons and exist independently of the legal system; and (3) be rivalrous»,* anche se, a p. 72, specifica per *crypto assets* da considerare "rivali" si debbano intendere solo quelli generati sulla *blockchain* di tipo *permissionless,* e non quelli generati su una blockchain di tipo *permissioned,* non capaci di concedere al titolare un controllo sugli stessi; il *Report* menzionato è reperibile *online* al seguente indirizzo: https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/ukgwa/20250109172211mp_/https://s3-eu-west-2.amazonaws.com/cloud-platform-e218f50a4812967ba1215eaecede923f/uploads/sites/30/2023/06/Final-digital-assets-report-FOR-WEBSITE-2.pdf.

[435] Explanatory Notes relate to the Property (Digital Assets etc) Bill [HL] presentate dalla House of Lords in data 12 maggio 2025 (Bill 237), p. 2, punto n. 7 *«The Commission said that such digital assets do not easily fit within the traditionally-recognised categories of personal property which were developed long before the concept of digital assets was contemplated. The Commission said that this should not prevent them being recognised as property, but that they are better regarded as belonging to a separate category of personal property. The Commission noted that the courts have been moving towards recognition that a thing may comprise personal property even though it is neither a thing in action nor a thing in possession.»,* reperibile *online* al seguente indirizzo: https://publications.parliament.uk/pa/bills/cbill/59-01/0237/en/240237en.pdf.

All'inverso, la *Law Commission* del Regno Unito, descrivendo la terza categoria di *personal property,* afferma la necessità di indipendenza rispetto a soggetti e sistemi giuridici[436].

Il Report tiene poi conto di un ulteriore concetto, ovvero quello della rivalità, intesa come caratteristica del *crypto asset* volta ad impedire il contemporaneo utilizzo del *token* da parte di due distinti soggetti. Questo appare come il vero *discrimen* tra una informazione digitale replicabile *by default* ed un *token;* nel primo caso, l'informazione può essere sostanzialmente replicabile all'infinito ed utilizzata da una larga parte di fruitori, al contrario il *token* è dotato di una rivalità sia sostanziale, nel senso di contenuto, che spaziale all'interno della rete nodale, occupando una coordinata esclusiva attribuitagli dalla *DLT*[437].

Il *crypto asset* generato sulla *blockchain* di tipo *permissionless,* si appropria di una delle vistosamente più importanti caratteristiche intrinseche della cosa materiale, ovvero una rivalità nell'utilizzo, non più percepita attraverso i sensi ma bensì estrinsecata dalla procedura di validazione resa attraverso il funzionamento della rete *permissionless,* a tendenza spiccatamente decentrata, che assicura l'esclusività nella titolarità ed utilizzo del *token* da parte di un solo soggetto[438]. Da tale caratteristica deriva una rivalità anche temporale che contraddistingue i *token* da tutti gli altri *assets* digitali, grazie alla propria originalità; essendo cronologicamente disposti, per il tramite della funzione di *time stamping*, su di una linea temporale ed occupando ciascuno il proprio posto -non fisico abbiamo detto, ma digitale- qualora più di un *token* contenga la medesima informazione, rimangono comunque distinti l'uno dall'altro e non possono essere interscambiati.

La percezione del carattere della rivalità insito nei *crypto asset* e nello specifico nei *Non-Fungible Tokens*, porta una rilevante conseguenza ovvero che tali oggetti, per quanto digitali, possono essere assoggettabili alle normative applicabili ai beni materiali

---

[436] Digital assets: Final Report, Law Commission n. 412, pubblicato il 23 giugno 2023, il quale a proposito della terza categoria di personal property afferma: *«There is already a high degree of legal certainty that there exist certain types of intagible property that are not things in action (in the strict sense). Given this, we strongly agree that the law of England and Wales should recognise a third category of property. We agree that is not conceptually coherent or helpful for crypto-tokens and other intagible assets that do not concist of a legal claim by the property holder against another legal person to be treated as things in action.»,* reperibile *online* al seguente indirizzo: https://cdn.websitebuilder.service.justice.gov.uk/uploads/sites/54/2025/12/Final-digital-assets-report-FOR-WEBSITE-2.pdf.

[437] Non in termini di *locus* fisico, ma si intende spazio digitale, non occupabile da altri *token*. Si segnala un approfondimento nella lettura americana, in proposito del concetto di *rivalry* proprio dell'*NFT* e si v. sul punto J. MARINOTTI, *Tangibility as Technology,* in *Georgia State U. L. Rev.,* 3, 2021, p. 730 ss.

[438] Così come anche di una serie limitata di soggetti, fenomeno che accade molto spesso con i *Fractional Non Fungible Tokens.*

e non si debba propendere per l'applicazione di normative volte a disciplinare i dati digitali e tale conclusione si trasmette direttamente al rapporto con il detentore soggetto fisico.

Ecco perché si assiste al dibattito volto al corretto inquadramento del rapporto che si instaura tra il titolare -esclusivo- del *token* ed il gettone virtuale; taluni in dottrina insistono sul concetto di possesso, altri sul rapporto proprietario, senza tralasciare i dubbi sulla corretta destinazione del bene sottostante, ovvero se circoli congiuntamente al *token* o meno.

La caratteristica della rivalità per taluni, in dottrina, sembra portare all'istaurazione di una relazione a carattere possessorio[439], ovvero situazione di fatto che presuppone un potere esclusivo sulla cosa[440], e che nel caso di specie si realizza esercitando un potere di fatto sulla chiave privata, e di rimando sulla cosa, seppur innegabilmente materiale, conservata e depositata in un apposito *wallet*[441]. Il possesso della chiave privata e per estensione la relazione di fatto -e non di diritto- sulla cosa, resa rivale dal sistema tecnologico che la genera, sembra convincere parte della dottrina ad accogliere una relazione possessoria intesa come potere di fatto ed esclusivo sulla cosa, con le prerogative proprie del soggetto possessore.

Ma l'area della *common law* si distingue per la sua avanguardia nel connotare le situazioni di appartenenza tra titolare del *token* e l'*Nft* come relazioni proprietarie, facendosi scudo con la forte analogia che sussiste tra il diritto di proprietà sui beni tangibili e ciò che si ricrea con la titolarità del *token*[442]. Le difficoltà inizialmente riscontrate nell'arco del ragionamento risiedevano nel considerare il *token* quale entità immateriale, impossibilitata nel permettere l'esclusivo godimento del bene e nel rendersi oggetto di un "trasferimento" in quanto poteva essere considerata solo trasmissibile, in quanto tale. Le caratteristiche del funzionamento della *blockchain* permettono invero di rendere i *token* al

---

[439] Per la tipica distinzione tra proprietà e possesso, si rimanda a F. GALGANO, *Diritto privato,* Padova, Cedam, 1994, p. 129, il quale ribadisce la distinzione tra la prima, situazione di diritto sulla cosa di cui all'art. 832 c.c., e la seconda, pura situazione di fatto.

[440] Concetto nato, *in mente legislatoris,* in esclusivo riferimento ai beni materiali.

[441] *Ex multis,* v. P.M. GANGI, *Diritto dei non-fungible token (NFT),* op. cit., p. 37-38; F. RAMPONE, *NFT e token crittografici in chiave civilistica: dal documento informatico agli atomi digitali,* cit., p. 4;

[442] Negli Stati Uniti la dottrina qualifica gli *Nfts* come *digital personal property,* affermando l'esigenza di trattare tale tipologia di *token* come espressione della *personal property* rendendo così distinguibile la situazione giuridica relativa ai *Non-Fungible Tokens* rispetto alle licenze in tema di proprietà intellettuale. La modalità di circolazione dei *Nfts* sembra infatti essere in contrasto con la normativa in tema di licenza della proprietà intellettuale, non necessitando di alcuna interferenza da parte di soggetti terzi, come avverrebbe nel caso di un titolare di diritti di proprietà intellettuale che possa decidere come debba essere venduto ed utilizzato il *copyright* su di una determinata opera in formato digitale.

pari rango dei beni tangibili in fatto di godimento esclusivo e trasferimento, delle cui vicende la *blockchain* tiene traccia in maniera indelebile.

3.2.1. Il sistema di land registration *in Inghilterra e Galles: la pubblicità costitutiva*

La disciplina della circolazione immobiliare nel sistema di *common law* può essere compresa solo alla luce della concezione sostanziale della proprietà, intesa nella sua dimensione statica, rispetto alla quale il trasferimento si configura come il momento dinamico.

La limitata incidenza di rigidi formalismi, unitamente alla tendenza a privilegiare schemi suscettibili di adattamento a contesti eterogenei, talora connotati da profili di ibridazione, costituisce un tratto distintivo del sistema anglo-americano. Tale propensione all'adattamento emerge in modo significativo tanto nella *law of property* quanto nella *law of contract,* e segnatamente in tema di *contract for sale of land* e nel correlato sistema di pubblicità immobiliare, rilevanti ai fini di verificare possibili punti di contatto con il fenomeno della tokenizzazione e dei *token* con sottostante immobiliare.

La prossimità funzionale tra il sistema inglese di registrazione immobiliare ad efficacia costitutiva ed il sistema di trasferimento dei *Non-Fungible Token* con sottostante *asset* immobiliare, è spesa a sostegno della potenzialità della tecnologia *blockchain* come strumento idoneo ad incidere sui sistemi di registrazione mediante una evoluzione funzionale, sino a prospettare l'attribuzione di rilevanza giuridica alla registrazione del trasferimento al suo interno.

Ciò che viene qui sostenuto, pur consapevoli della sua portata dirompente e per certi versi potenzialmente destabilizzante, induce a tentare un confronto con il sistema inglese di registrazione, funzionale a verificare la tenuta e la plausibilità di tale suggestione.

Occorre, come primo passo, trattando di "*sale of land*", indicare il significato di "*land*", concetto che ha subìto alcune modifiche nel tempo, dapprima usato per indicare congiuntamente la terra nonché gli edifici che insistevano su di essa, per poi utilizzare detta espressione in caso di vendita di beni immobili nel senso di edifici o comunque, di fabbricati, anche disgiunti dalla proprietà del terreno[443].

[443] M.D. PANFORTI, *La vendita immobiliare nel sistema inglese,* Giuffrè Editore, Milano, 1992, p. 5 ss.

L'acquisto immobiliare nel sistema inglese si perfezionava inizialmente attraverso tre distinti momenti, strettamente collegati l'uno all'altro, segnatamente il *contract* avente efficacia obbligatoria[444], l'*investigation of title* e la *conveyance*[445].

Il contratto di vendita immobiliare si basa inizialmente su di uno schema di scambio, che poggia su rispettive *considerations* da parte dell'alienante e dell'acquirente; il venditore assume l'impegno al trasferimento dell'*estate* sul bene immobile mediante la redazione e la consegna della *conveyance*[446]*,* ed al contempo l'acquirente assume l'impegno al pagamento del prezzo, che rappresenta la *consideration* del contratto.

Il processo ha inizio, dunque, con un contratto ad effetti obbligatori, con rispettivo consenso all'assunzione di un impegno giuridicamente rilevante e subisce poi un momento estremamente delicato nonché oneroso, di valutazione e ricerca del corretto inquadramento tra la proliferazione dei vari *estates*, per concludersi con l'atto formale traslativo, che sostituisce integralmente il precedente contratto obbligatorio.

Detto *deed of conveyance*, atto solenne e dovuto dall'alienante nei confronti dell'acquirente in esecuzione dell'obbligo assunto nel *contract*, dissolve tutte le clausole ed obbligazioni ivi stipulate e non riportate per iscritto nel *deed,* mettendo in luce l'indipendenza tra le due tipologie di contratto[447].

Al contrario, l'acquirente è sin dal momento della sottoscrizione del *contract* obbligato al pagamento del corrispettivo, ed in caso di mancato adempimento dell'obbligazione assunta, l'alienante può invocare il rimedio dell'esecuzione in forma specifica o del risarcimento per equivalente.[448] Il sistema inglese è noto per il duplice e contemporaneo effetto che genera la stipula del *contract*, ovvero obbligatorio *at law,* ed al contempo reale per il sistema di *equity.*

Nel sistema di *equity*, l'effetto traslativo lasciato *at law* al *deed of conveyance* viene difatti affidato direttamente alla promessa di trasferire l'*estate* sul bene, che qualora non venga mantenuta, viene eseguita in forma specifica. Il sistema di *equity* attua, in sostanza,

---

[444] Nonostante venga considerato ad efficacia reale per il sistema di *equity*, consentendo il riconoscimento in capo al futuro acquirente della *equitable ownership* e della possibilità di ricorrere al rimedio del *tracing*, ovvero la possibilità di conseguire ciò che gli spetta.

[445] A. PROCIDA MIRABELLI DI LAURO, *Il trasferimento della proprietà immobiliare nel diritto comparato,* cit., p. 1383 ss.

[446] A. CHIANALE, voce *Conveyance,* in *Dig. Disc. Priv.,* IV ed., Sez. civ., IV, Utet, Torino, 1989, p. 382.

[447] Esplicitando piuttosto una sostanziale analogia con il sistema di pubblicità immobiliare teutonico.

[448] È verosimile la vicinanza del *contract* al contratto preliminare, per ciò che concerne l'alienante, mentre per l'acquirente la vicinanza risiede nel contratto di compravendita in cui il pagamento costituisce l'esecuzione di un obbligo, così come nel sistema italiano il pagamento coincide con la fase esecutiva dell'obbligo assunto.

una finzione: ritenere che ciò che viene promesso nel *contract* e dunque tutto ciò che viene fissato tra le parti a livello di obbligazione, si intenda come già trasferito nella *conveyance,* che fittiziamente si considera già consegnata. In tal modo l'acquirente, da mero creditore di una obbligazione, va a rivestire il rango di proprietario, nonostante l'*estate* debba essere ancora trasferito nella realtà. Si assiste così ad una scissione della situazione soggettiva proprietaria, storicamente univoca e pertanto poco incline alla disgregazione in più parti; *at law* dopo la stipula del *contract* e fino alla consegna del *deed of conveyance* l'alienante rimane il proprietario, al contrario per il sistema di *equity* è l'acquirente che riveste la qualifica di proprietario dopo la stipula del *contract*, in quanto titolare di un *equitable estate* o *interest.* Tale dissociazione appare giustificata nel diritto inglese dalla figura del *constructive trust,* che permette all'alienante, ancora titolare del *legal title*, di assumere la posizione di *qualified trustee* avente diritto a proteggere il bene, soddisfacendo dunque un interesse personale[449], sino al momento del perfezionamento del trasferimento.

Oltre alla sopradetta forma di disgregazione della situazione soggettiva proprietaria, il sistema inglese si differenzia dai modelli d'area francese per il mancato accoglimento del principio del consenso traslativo[450]. Difatti, in tema di seconda alienazione nel tempo che intercorre tra la stipula del *contract* ed il perfezionamento della *conveyance*, il venditore potrà alienare -a titolo oneroso- il bene immobile ad un terzo il quale, se in buona fede, sarà considerato legittimo titolare del *legale estate* sul bene immobile. La tutela del primo acquirente è comunque affidata ai sistemi di registrazione pubblicitari e precisamente, la *registration* del *contract* viene affidata al registro dei *Land Charges,*

Sino all'introduzione di un preciso sistema di pubblicità[451], processo che ebbe inizio nel diciottesimo secolo per poi maturare a metà del diciannovesimo secolo, era sostanzialmente difficoltoso se non addirittura impossibile determinare l'estensione

[449] A differenza di ciò che accade in un *trust* volontario, in cui non è permesso al *trustee* perseguire alcun interesse personale.

[450] Detto diniego comporta conseguenze anche sul piano del trasferimento del rischio dal venditore all'acquirente; in particolare per il sistema di *equity* il rischio si trasferisce in capo all'acquirente immediatamente dopo la stipula del *contract* in quanto considerato sostanziale proprietario, mentre *at law* il rischio permane in capo all'alienante sino alla stipula del *deed of conveyance.*

[451] Nel diritto anglo-americano, il trasferimento di un diritto reale avveniva originariamente attraverso una procedura solenne nota come *"feoffment with livery of seisin",* consistente nella consegna formale del possesso del fondo dal disponente all'acquirente; rivelatosi detto sistema, con il tempo, alquanto fallimentare in quanto alimentava casi in cui vi erano testimoni disposti a giurare il falso dietro compenso, si diffuse la prassi di redigere un documento, denominato generalmente *deed* oppure *charter of feoffment,* che costituiva sostanzialmente la prova narrativa della cerimonia di passaggio del possesso del fondo. Sul punto si v. J.M. MORINGELLO, C.K. ODINET, *The property law of tokens,* cit., p. 622 ss.

della posizione degli *estates* sul bene immobile, nonché individuare la corretta titolarità del bene e rendere opponibile ai terzi la situazione del bene immobile[452].

Inizialmente il Parlamento inglese adottò lo *Statute of Frauds* il quale stabilì che il trasferimento di qualsiasi diritto su beni immobili dovesse essere effettuato mediante atto scritto, il *deed,* che assolveva la funzione di fornire una prova scritta dei contratti, ma altresì costituiva anche il fondamento di un sistema di registrazione pubblica dei diritti immobiliari.

Alla base del fallimento del sistema pubblicitario immobiliare del *Land Registry Act 1862* e del *Land Transfer Act 1875* fu anche un novero eccessivo di *legas estates* che, assieme ad un corpo di norme pressoché di natura giurisprudenziale, aveva reso la certezza dei diritti -in particolar modo nell'ambito dei titoli fondiari- del tutto vana[453].

Il regime dei titoli fondiari fu profondamente inciso dalla riforma del 1925, maturata nel contesto di una rinnovata attenzione al valore capitale dei beni materiali alquanto durevoli come la *land*, ed alle esigenze di certezza dei traffici giuridici, compromessi dalla complessità del sistema dei *legal estates* ridotti ad un groviglio, una matassa difficile da districare[454].

Con la *Law of Property Act 1925* sec. 1[455] gli *estates* furono ricondotti ai soli *estate in fee simple absolute in possession* ed al *term of year absolute,* introducendo il principio del numero chiuso per i diritti aventi natura reale rispetto al suolo ed un sistema di pubblicità obbligatoria su base reale che venne esteso progressivamente a tutto il paese, lasciandosi alle spalle l'oneroso sistema della *investigation of title,* ossia la verifica da parte dell'acquirente dei titoli di proprietà[456].

---

[452] Persino le autorità fiscali inglesi ritennero necessario accertare i trasferimenti immobiliari mediante strumenti affidabili, al fine di determinare le relative conseguenze tributarie e pertanto nel 1536 venne introdotto lo *Statue of Enrolments,* con cui venne imposta la formalizzazione in appositi registri pubblici delle operazioni traslative relative ai diritti immobiliari.

[453] M. GRAZIADEI, *Il mondo di common law, la pubblicità e le forme della ricchezza moderna,* in SOCIETÀ ITALIANA DEGLI STUDIOSI DEL DIRITTO CIVILE (a cura di), *Pubblicità degli atti e delle attività,* Edizioni Scientifiche italiane, Napoli, 2014, p. 481 ss.

[454] Per una visione generale si rimanda a J. STUART ANDERSON, *Lawyers and the making of English Land Law 1832-1940,* Clarendon Press, Oxford, 1992.

[455] L'anno 1925 fu un anno fondamentale per la materia immobiliare nell'ambito anglosassone; nello specifico, vennero emanati i seguenti atti: *Settle Land Act, Trustee Act, Law of Property Act, Land Registration Act, Land Charges Act, Administration of Estates Act.*

[456] Sistema che permane tutt'oggi negli Stati Uniti ove tale attività di investigazione viene affidata ad imprese specializzate, assicurate presso istituzioni finanziarie, estendendo di fatto così l'assicurazione a tutti i possibili rischi derivanti dall'indagine sui titoli e non limitando la riparazione a meri vizi del titolo in esame. Sul punto si v. J.C. PAYNE, *Title Insurance and the Unathorized Practice of Law Controversy*, in *Minnesota Law Review,* 53, 1969, p. 423 ss.

3.2.2. Land Registration Act 1925 ed il passaggio dalla *registration of title* al *title by registration.*

Con il *Land Registration Act 1925* venne introdotto un regime di pubblicità fondiaria efficiente attraverso l'ingresso del sistema di *registration* obbligatoria nel *Land Registry* per il *contract* di vendita[457], prevedendo come effetto la presunzione assoluta di conoscenza -la c.d. *notice*- del primo acquisto per i terzi nonché successivi acquirenti.

Tale obbligatorietà, allo stesso tempo, viene prevista altresì per le domande giudiziarie aventi ad oggetto beni immobili, generando una *caution* verso atti dispositivi che riguardino i medesimi *assets,* in pendenza della lite. La sequenza che deve operare è la seguente ovvero in principio la stipula del *contract for sale of land,* poi la compilazione del formulario che prende il nome di *form of transfer* ed infine la *registration*.

Qualora la *registration* non sia avvenuta prima dell'introduzione del regime obbligatorio, è compito degli impiegati effettuare un controllo sui titoli, con la registrazione che segue celermente la prima alienazione utile poiché tutte le successive vicende circolatorie dell'immobile, per ottenere rilevanza giuridica, devono essere necessariamente sottoposte a pubblicità. L'introduzione di tale regime ha una specifica valenza, ossia contenere gli sforzi economici dell'acquirente che sino a quel momento doveva necessariamente ricorrere alla figura del *solicitor* nella fase *dell'investigation of title,* propedeutica alla fase finale della *conveyance*.

I titoli, contraddistinti da un numero, vengono dunque inseriti nel registro, al suo interno suddiviso in tre sezioni, ciascuna delle quali ispirata ad un diverso criterio di classificazione. Il *Property Register* contiene gli elementi descrittivi dell'immobile e contempla i diritti del trascrivente, compresi quelli accessori; il *Proprietorship Register* descrive il titolo del trascrivente, unitamente ad individuare il grado di certezza del suddetto diritto; infine, il *Charges Register* menziona tutte le situazioni pregiudizievoli

[457] Detto testo normativo -nella sua versione originaria, precedente ai vari emendamenti- prevedeva difatti, alla *sect. 19* -in tema di *freehold- «(1)The transfer of the registered estate in the land or part thereof shall be completed by the registrar entering on the register the transferee as the proprietor of the estate transferred, but until such entry is made the transferor shall be deemed to remain proprietor of the registered estate; and, where part only of the land is transferred, notice thereof shall also be noted on the register. (2)All interests transferred or created by dispositions by the proprietor, other than a transfer of the registered estate in the land, or part thereof, shall, subject to the provisions relating to mortgages, be completed by registration in the same manner and with the same effect as provided by this Act with respect to transfers of registered estates and notice thereof shall also be noted on the register.».*

che gravano sull'immobile interessato. I dati di interesse registrati nelle tre sezioni menzionate sono poi riportati nel *land certificate*, quale prova dell'esistenza dei diritti registrati.

L'*estate* sottoposto al regime di pubblicità assume dei tratti peculiari, trovando nel pubblico registro e non nel titolo del venditore, la prova della sua esistenza. Detto sistema di *compulsory registered conveyancing* ha innalzato la concezione della pubblicità immobiliare, riconoscendogli un valore costitutivo, realizzatosi attraverso l'iscrizione del *form of transfer*[458] nei libri fondiari, lasciandosi alle spalle l'effetto costitutivo che veniva riconosciuto alla consegna materiale del *deed of conveyance* da parte del venditore.

Con il *Land Registration Act 2002* ("*LRA*") ed il *Land Registration Rules 2003* ("*LRR*")[459] si verifica un passaggio dalla registrazione del documento ovvero la previgente *Deeds Recording System*, alla registrazione dei diritti con la c.d. *Title Registration System*.

La pubblicità immobiliare è attuata attraverso la figura del *Registrar,* funzionario amministrativo titolare di stretti poteri di controllo della legalità, nonché della effettiva titolarità dei diritti che vengono registrati e della sussistenza di poteri di rappresentanza[460]. Tuttavia, *«nel sistema inglese non è richiesto l'intervento obbligatorio di un pubblico ufficiale, né di altra figura professionale, al fine di approntare un titolo idoneo alla trascrizione.»*[461]. Il sistema anglosassone non ricorre alla figura del *«delegatario di autorità pubblica»*[462] portatore di interessi statali e sovra statali, così come non attribuisce agli atti una particolare efficacia probatoria privilegiata, analoga a quella riconosciuta all'atto pubblico o alla scrittura privata autenticata nel sistema italiano.

---

[458] Ovvero nient'altro che formulari.

[459] Detto sistema trae le sue fondamenta dal sistema *Torrents* secondo C.U. SCHMID, C.HERTEL, *Real Property Law and Procedure in the European Union General Report,* 31 maggio 2005, European University Institute, p. 36, reperibile online al seguente indirizzo: https://www.eui.eu/Documents/DepartmentsCentres/Law/ResearchTeaching/ResearchThemes/EuropeanPrivateLaw/RealPropertyProject/GeneralReport.pdf.

[460] *Land Registration Rules 2003* sect. 16*. «(1) If an application is not in order the registrar may raise such requisitions as he considers necessary, specifying a period (being not less than twenty [working] days) within which the applicant must comply with the requisitions. (2) If the applicant fails to comply with the requisitions within that period, the registrar may cancel the application or may extend the period when this appears to him to be reasonable in the circumstances. (3) If an application appears to the registrar to be substantially defective, he may reject it on delivery or he may cancel it at any time thereafter. (4) Where a fee for an application is paid by means of a cheque and the registrar becomes aware, before that application has been completed, that the cheque has not been honoured, the application may be cancelled».*

[461] G. PETRELLI, *L'autenticità del titolo della trascrizione nell'evoluzione storica e nel diritto comparato,* cit., p. 625.

[462] L. SILIQUINI CINELLI, *L'essenzialità della funzione notarile nell'era dello sviluppo sostenibile: analisi critica e profili pratico-comparativi di una professione legale,* in *www.comparazionedirittocivile.it,* 2011, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.comparazionedirittocivile.it/data/uploads/colonna%20sinistra/1.%20teoria%20generale/cinelli_essenzialita.pdf.

Detto sistema riconosce però la tutela dell'affidamento dei terzi, assicurata mediante il meccanismo della registrazione, non escludendo la possibilità di incorrere in errori o frodi, gestendone le conseguenze attraverso strumenti specifici quali la rettifica del registro ed il riconoscimento di un indennizzo in favore del soggetto pregiudicato; in tal senso, la protezione dell'affidamento non si fonda su di una nozione di pubblica fede tipica dell'ordinamento italiano, bensì sull'operare della *insurance principle,* attraverso la quale lo Stato garantisce, entro certi limiti, le conseguenze pregiudizievoli derivanti dalle inesattezze del registro[463].

Il sistema inglese ha poi manifestato il desiderio di rincorrere l'innovazione tecnologica introducendo l'*electronic conveyancing,* che sostituisce il *paper-based system,* secondo il quale ogni interesse legato ad un bene immobile, per esistere, deve essere iscritto in via elettronica[464]. In mancanza di una *electronic entry,* qualsiasi *real interest* non potrà essere considerato giuridicamente rilevante.

L'interesse su di un *asset* immobiliare esiste, dunque, perché iscritto nel registro. Il sistema inglese ha realmente tentato di modificare il meccanismo tradizionale del trasferimento della proprietà, non ispirandosi ai vecchi modelli e tradizionali appannaggi ancorati al feudalesimo, bensì introducendo il concetto di *electronic entry* come forma di *title by registration,* abbandonando il concetto di *registration of title.*

3.2.3. Considerazioni conclusive in materia di tokenizzazione immobiliare

Appare dunque opportuno interrogarsi sulle possibili intersezioni tra il sistema di pubblicità immobiliare e l'impiego di registri distribuiti decentralizzati.

Ove si assuma il *token* quale rappresentazione digitale di un diritto intesa come sintesi funzionale della posizione giuridica sottostante, si può osservare come la registrazione di uno scambio tra due utenti sulla rete *blockchain* tenda a produrre effetti traslativi in via immediata e contestuale alla stessa registrazione, secondo una logica analoga a quella del *title by registration*, senza che ciò implichi una coincidenza tra *token* e diritto trasferito.

[463] E. LEES, *Title by Registration: Rectification, Indemnity and Mistake and the Land Registration Act 2002,* in *The Modern Law Review,* 76, 2013, p. 62 ss.
[464] D. CAPPS, *Electronic Conveyancing: The Future of Property Transfer?,* in *New Law J*., 2001, p. 862 ss.

In tale prospettiva, l'atto dispositivo ed il suo perfezionamento verrebbero a coincidere, delineando un modello nel quale l'intermediazione di soggetti terzi investiti di funzioni pubbliche risulterebbe, almeno in linea teorica, desueta.

Una simile logica presenta dei punti di contatto con il sistema anglosassone, che non compie una distinzione tra *titulus* e *modus adquirendi*, ma si struttura secondo un modello unitario di trasferimento. L'affermazione del principio del *title by registration* in forza del quale il diritto reale immobiliare acquista esistenza giuridica piena attraverso la registrazione, segnala come sia proprio l'iscrizione a costituire il momento determinante dell'acquisto, e non l'antecedente titolo causalmente autonomo. In tale prospettiva, la registrazione non si limita a svolgere una funzione dichiarativa, ma assume valenza costitutiva, condizionando l'esistenza stessa del diritto.

Tuttavia, una simile assimilazione non può essere accolta in termini del tutto acritici. In primo luogo, il sistema inglese di registrazione immobiliare si fonda su un'infrastruttura pubblica sorretta dall'autorità statale, la quale non solo garantisce l'affidabilità del registro, ma predispone altresì meccanismi di tutela, dei correttivi, quali i sistemi di indennizzo in caso di errore, nonché la possibilità di rettifica del registro, che risultano difficilmente replicabili in un contesto puramente decentralizzato. Senza contare il proverbiale problema di un passaggio da una fiducia di natura istituzionale, che assiste il *Land Register*, ad una fiducia basata su presupposti eminentemente tecnici che non implica di per sé un analogo presidio giuridico.

In secondo luogo si potrebbe argomentare che il principio del *title by registration* non si esaurisce nella mera operazione materiale di iscrizione, ma si inserisce in un articolato assetto normativo, da ciò derivando che un'eventuale trasposizione di tale modello in ambiente decentralizzato non potrebbe prescindere da un adeguato riconoscimento da parte dell'ordinamento, senza il quale la registrazione su *blockchain* rischierebbe di rimanere priva di piena rilevanza giuridica, pur risultando tecnicamente idonea a garantire certezza e tracciabilità[465]. Da ultimo, permane un nodo teorico di particolare rilievo concernente la

[465] F. GAMBINO, *Blockchain, smart contract e diritto sradicato,* cit., p. 34 il quale afferma, a tal proposito *«Si fa palese il richiamo al senso di responsabilità del legislatore. Le caratteristiche della tecnologia* blockchain *pur costituendo gli elementi di un potere che si struttura da sé, non possono stare senza punti di appoggio normativo. Esigono un coordinamento con gli ordinamenti giuridici che soltanto la legge, sul piano nazionale e sovranazionale, può realizzare. Gli automatismi, i processi, i dispositivi della tecnica, per funzionare in un sistema normativo – e così accedere agli strumenti di tutela e alle possibilità in esso esercitabili – hanno bisogno del nesso di causalità o di imputazione giuridica; che agli eventi e ai risultati della realtà tecnologica ricolleghi quegli effetti in cui si esprime e distingue la realtà giuridica.».* L'Autore difatti sostiene che la tecnologia, non essendo autosufficiente sul piano giuridico, richiede necessariamente un intervento da parte

natura del *token*: se esso debba essere inteso quale diritto in senso proprio ovvero come mera rappresentazione digitale dello stesso.

Mentre nel sistema inglese il *title* trae la propria esistenza e opponibilità dal riconoscimento dell'ordinamento, nel contesto delle tecnologie a registro distribuito tale riconoscimento non è intrinseco allo strumento, ma presuppone un intervento normativo esterno che ne determini la qualificazione giuridica.

Ciò nondimeno, proprio alla luce della tradizione anglosassone e della sua concezione non dualistica del trasferimento, le affinità funzionali tra i due modelli appaiono significative. Il *token*, infatti, sembra essere connotato da un approccio unitario, fungendo da strumento attraverso cui si realizzano congiuntamente tanto il profilo giustificativo quanto quello traslativo dell'acquisto, realizzando una sostanziale coincidenza tra *titulus* e *modus adquirendi,* senza tuttavia annullarne la distinzione sul piano concettuale. La registrazione su *blockchain* avente ad oggetto il passaggio del *token* da un titolare ad un altro, *token* che potrebbe essere letto come unità sintetica di imputazione del diritto, verrebbe così ad assumere, almeno sul piano funzionale, una valenza potenzialmente costitutiva, non dissimile da quella riconosciuta alla registrazione nel sistema inglese.

Ne consegue che, pur con le cautele evidenziate, non appare teoricamente implausibile ipotizzare un modello nel quale il trasferimento di diritti reali immobiliari possa realizzarsi attraverso un'infrastruttura tecnologica decentralizzata. Resta tuttavia aperta la questione se tale evoluzione possa compiutamente realizzarsi in assenza di un intervento dell'ordinamento che, da un lato, attribuisca rilevanza giuridica al registro distribuito e, dall'altro, ne assicuri un adeguato livello di tutela, così da colmare la distanza rispetto ai modelli attualmente vigenti.

Il ricorso alla comparazione e consequenzialmente al modello della *title by registration* del sistema di *common law* evidenzia che il trasferimento del diritto reale perfezionato mediante registrazione è già compatibile con una logica registrale pura, e dunque offre un paradigma giuridico entro cui la tecnologia *blockchain* può essere innestata.

Tale configurazione consente vari livelli di integrazione nei processi di circolazione dei diritti reali immobiliari, distinguendosi così un livello infrastrutturale -c.d. *layer*

dell'ordinamento che ricolleghi a quelli che sono eventi eminentemente tecnologici, gli effetti propri della realtà giuridica.

tecnico- ed un livello applicativo a cui si sovrappone il livello giuridico, nel quale si colloca il problema della qualificazione ed efficacia dei trasferimenti dei diritti reali.

Ad un primo piano, la tecnologia *blockchain* può assolvere ad una funzione meramente ausiliaria, quale registro digitale ovvero *layer* puramente informativo delle operazioni concluse secondo le forme tradizionali; la *blockchain* in tal senso è privo di autonoma rilevanza giuridica e non costituisce forma di pubblicità legale bensì riveste una funzione meramente ricognitiva e documentale rispetto alle operazioni traslative di diritti reali immobiliari, perfezionate secondo le forme solenni dell'ordinamento vigente, non incidendo sulla opponibilità dell'atto, sulla funzione della continuità delle trascrizioni e neppure sulla priorità nell'ordine di trascrizione.

Un secondo livello di integrazione, definibile come "ibrido", può condurre la tecnologia *blockchain* a produrre effetti giuridici, tuttavia restando ancorata ad un titolo negoziale formato *off-chain;* la transazione viene poi registrata *on-chain* ed il *token* viene trasferito da un utente all'altro, perfezionando il trasferimento attraverso un meccanismo bifasico e precisamente il titolo negoziale continua a costituire il presupposto necessario per l'effetto traslativo, che si perfeziona con la registrazione su *blockchain*. In questa configurazione intermedia, il *token* non incorpora il diritto reale, bensì rappresenta la posizione giuridica o il risultato della registrazione ed il trasferimento del *token* rappresentativo ha effetto in quanto è l'ordinamento che lo riconosce. La tecnologia non si limiterà a svolgere una funzione meramente documentale, ma interviene nel procedimento traslativo quale elemento integrativo, concorrendo unitamente al titolo negoziale ricevuto secondo le forme tradizionali dell'ordinamento, alla produzione dell'effetto giuridico. Il trasferimento non è auto-esecutivo, e ciò consente di riconfigurare la figura notarile che, perdendo il presidio unitario dell'intero procedimento traslativo, resta ancorata alla necessità di controllo e validazione del titolo negoziale, lasciando la produzione dell'effetto progressivamente ricondotta al momento registrale.

Il livello più forte concettualmente, consente di far coincidere il momento perfezionativo del trasferimento alla registrazione su *blockchain,* secondo una logica analoga a quella della registrazione costitutiva.

L'individuazione di diversi livelli di integrazione della tecnologia *blockchain* nei processi di circolazione immobiliare consente altresì di apprezzare come muti, al variare dell'intensità dell'innovazione, il ruolo delle figure tradizionalmente preposte al processo di circolazione dei diritti reali e della pubblicità immobiliare.

Se nei modelli ad integrazione minima, tale funzione resta sostanzialmente invariata nelle mani del Notaio, nei modelli intermedi tende a riconfigurarsi, concentrandosi sul momento genetico del rapporto e sulla validazione del titolo negoziale. La funziona notarile può trovare nuove modalità di esplicazione all'interno dell'infrastruttura tecnologica, ad esempio mediante meccanismi di autorizzazione multilivello (quali i sistemi a firma multipla, detti "*multisig"*), nei quali il trasferimento del *token* è subordinato all'intervento di soggetti qualificati che controllano i *wallets*[466]. Analogamente, la creazione e gestione di *asset* digitali collegati a posizioni giuridiche, nascenti però da atti pubblici notarili, possono essere ricondotte ad una funzione di traduzione in forma digitale di situazioni giuridiche già esistenti nell'ordinamento, senza che ciò implichi necessariamente una loro incorporazione nel *token*.

Ne deriva che la funzione notarile possa essere destinata ad una rimodulazione, traslando da un presidio unitario dell'intero procedimento traslativo ad un momento di controllo, validazione ed altresì ad una possibile partecipazione tecnica al processo di circolazione, in un contesto in cui la produzione dell'effetto giuridico si sposta progressivamente verso il momento registrale.

3.3. La Blockchain in ambito sanitario.

L'analisi sino a qui svolta ha contemplato prevalentemente l'impiego della tecnologia *blockchain* in una prospettiva di riforma dei meccanismi di circolazione dei diritti reali mediante il processo di tokenizzazione; tuttavia, ciò consente di estendere lo sguardo ad un ulteriore ambito nel quale l'interazione tra registri distribuiti e pubblica

[466] Il *wallet* è un *software* che contiene le chiavi crittografiche -pubblica e privata- per autorizzare i trasferimenti, determinando nella sostanza una sorta di analogia tra il controllo del *wallet* ed il controllo del *token.* Questo strumento informatico viene impiegato altresì per gestire gli indirizzi di cui è titolare l'utente e che risultano associati alle chiavi crittografiche, permettendo così di ricevere o inviare il *token* ad un indirizzo. A tale riguardo, sembra necessaria una precisazione, ovvero porre l'attenzione sulla distinzione tra titolarità intesa in senso tecnico, espresso il controllo della chiave privata ed il concetto di titolarità giuridica; il possesso della chiave privata attribuisce un potere di fatto sul *token,* appunto configurabile in senso di controllo tecnico e la titolarità giuridica della posizione sottostante, la quale permane strettamente ancorata alle categorie del diritto positivo. Sul punto si rimanda a S. CAPACCIOLI, *Introduzione. Paradigma interpretativo delle criptoattività,* in S. CAPACCIOLI (a cura di), *Criptoattività, criptovalute e bitcoin,* Giuffrè, Milano, 2021, p. 65 ss. Ipotizzando un sistema di *wallet multisignature,* il ruolo del Notaio può essere duplice: è plausibile riconoscere il singolo Notaio come titolare di una chiave che autorizzi lo sblocco di una determinata transazione, oppure riconoscere il Notariato, inteso nel senso di istituzione, come titolare di una chiave di emergenza, atta al recupero delle chiavi personali, in caso di smarrimento.

amministrazione assume una rilevanza crescente, pur collocandosi al di fuori del tema specifico dei trasferimenti immobiliari.

In questa prospettiva, appare opportuno concludere il presente lavoro con alcune considerazioni dedicate al rapporto tra i sistemi *blockchain-based* e la protezione dei dati personali, soffermandosi in particolare sulle prospettive offerte dal Regolamento sullo Spazio Europeo dei Dati Sanitari. Tale scelta non è mossa dall'intenzione di aprire un autonomo filone di indagine, bensì dalla volontà di evidenziare come le riflessioni sviluppate nel settore immobiliare -quali l'affidabilità dei registri digitali, la *governance* dei dati, il ruolo della pubblica amministrazione- possano trovare un significativo terreno di applicazione anche in un differente contesto, quale l'evoluzione digitale del settore della sanità, sotto la lente dell'ottimizzazione di una continuità assistenziale sull'intero territorio nazionale tramite una adeguata gestione e circolazione interoperabile delle cartelle cliniche elettroniche.

L'esame di tale ambito applicativo consente di mettere in luce il maggior grado di efficienza dell'erogazione delle prestazioni sanitarie attraverso la valorizzazione dei dati clinici nazionali, processo che potrebbe verificarsi mediante l'eventuale implementazione di sistemi *blockchain* privati o ibridi, automatizzando le interazioni tra tutti gli attori del settore sanitario con l'utilizzo di *smart contracts*, nel rispetto dei principi sanciti dal Regolamento (UE) 2016/679 e della disciplina introdotta dall'*European Health Data Space.*

Una simile architettura offre una ulteriore proiezione applicativa in ambito sanitario, agevolando la condivisione dei dati sanitari tra ospedali, eventuali fondi sanitari integrativi, pazienti, le numerose tipologie di strutture sanitarie ed Anagrafe del Ministero della Salute, con potenziali ricadute positive sulla continuità assistenziale e sull'efficienza complessiva del sistema sanitario, essendo intesa a prestarsi in qualità di "moltiplicatore di forza" contribuendo a rendere il sistema più resiliente ed efficace.

In tale ecosistema, potrebbe altresì essere auspicabile un coinvolgimento anche da parte degli enti di ricerca scientifica, promuovendo un utilizzo efficiente delle risorse e dei dati, permettendo una programmazione sanitaria più precisa ed una prevenzione personalizzata per ciascun individuo.

Tali obiettivi potrebbero apparire, almeno in prima battuta, difficilmente conciliabili poiché impongono di bilanciare la riservatezza delle informazioni sanitarie[467] con l'esigenza di consentirne la circolazione per migliorare la qualità delle prestazioni mediche ed il progresso della ricerca sul tema. Proprio lo sviluppo tecnologico di particolari strumenti -come la rete nodale *Blockchain*- offre una potenziale soluzione a tale tensione, rendendo compatibili entrambe le esigenze mediante adeguati strumenti di sicurezza, tracciabilità e controllo degli accessi[468].

Il settore sanitario è oramai da tempo destinatario di tecnologie che consentono un potenziale miglioramento delle prestazioni mediche, in termini sia di diagnosi che di trattamento, così come potenzialmente ridurre l'asimmetria informativa tra medico curante e paziente, ma tale cammino sino ad ora non si è rivelato sufficiente[469].

L'attuale sistema, sia a livello locale che eurounitario, fa riflettere sull'urgenza di revisionare le modalità di gestione della presa in carico che garantiscano una continuità informativa tra i capillari servizi del territorio, di modo da permettere un monitoraggio costante ed un intervento proattivo, evitando la frammentazione dei dati clinici in base ai vari interventi assistenziali eseguiti sul paziente. D'altronde si tratta di una differente tipologia di servizio pubblico rispetto a quello legato al funzionamento del sistema della pubblicità immobiliare come visto nei paragrafi precedenti, e della sua ridefinizione in

---

[467] Art. 9, par. 1 Reg. UE sulla protezione dei dati n. 679/2016: *«è vietato trattare dati personali che rivelino l'origine razziale o etnica, le opinioni politiche, le convinzioni religiose o filosofiche, o l'appartenenza sindacale, nonché trattare dati genetici, dati biometrici intesi a identificare in modo univoco una persona fisica, dati relativi alla salute o alla vita sessuale o all'orientamento sessuale della persona»,* reperibile *online* al seguente indirizzo https://www.garanteprivacy.it/documents/10160/0/Regolamento+UE+2016+679.+Arricchito+con+riferimenti+ai+Considerando+Aggiornato+alle+rettifiche+pubblicate+sulla+Gazzetta+Ufficiale++dell%27Unione+europea+127+del+23+maggio+2018.pdf/1bd9bde0-d074-4ca8-b37d-82a3478fd5d3?version=1.9

[468] A tal proposito si rimanda alla Risoluzione del Parlamento europeo del 3 ottobre 2018 sulle tecnologie di registro distribuito e blockchain: creare fiducia attraverso la disintermediazione (2017/2772 (RSP)) cit., la quale al considerando A) recita *«(..) le tecnologie DLT e blockchain possono costituire uno strumento che rafforza l'autonomia dei cittadini dando loro l'opportunità di controllare i propri dati e decidere quali condividere nel registro, nonché la capacità di scegliere chi possa vedere tali dati».* È doveroso rammentare altresì la Dichiarazione istitutiva della *Blockchain Partnership* Europea, in cui è stato affermato che i servizi *blockchain-based* potrebbero garantire l'integrità delle informazioni nonché rafforzare i meccanismi di gestione, condivisione e controllo dei dati, favorendo un'interazione più efficiente ed affidabile tra cittadini, organizzazioni e pubbliche amministrazioni, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/european-countries-join-blockchain-partnership.

[469] Basti pensare a tutti quei sistemi basati sull'intelligenza artificiale propedeutici ad automatizzare processi come quelli di trascrizione, traduzione, associazione di informazioni a fini amministrativi, o per la compilazione di una cartella clinica; ma anche a tutti quei sistemi ove l'utilizzo di tecnologie diviene a supporto decisionale del medico stesso, per l'attività diagnostica o ricerca del singolo caso clinico; sul punto si rimanda a D. AMRAM, *Governo dei dati, open ai e salute: profili introduttivi,* in *Rivista Italiana di medicina legale*, n. 2, 2023, p. 293 ss.; C. CASONATO, *Intelligenza artificiale e diritto costituzionale: prime considerazioni*, in *Diritto pubblico comparato ed europeo*, n. spec. 2019, p. 101 ss.; E.A. FERIOLI, *L'intelligenza artificiale nei servizi sociali e sanitari: una nuova sfida al ruolo delle istituzioni pubbliche nel welfare italiano?,* in *BioLaw Journal Rivista di BioDiritto*, n. 1, 2019, p. 163 ss.

termini di partecipazione pubblica alla definizione delle prestazioni, non solo in fase di accesso mediante una partecipazione passiva ma altresì sotto forma di partecipazioni attive, fruizione e nel controllo diffuso di una banca dati organizzata a livello statale o locale.

È noto che questo sia l'obiettivo cui è volta l'Unione Europea con la costruzione del mercato unico dei dati dell'Unione europea[470], attraverso la creazione di spazi comuni dei dati in vari settori rilevanti per i servizi pubblici, tra cui il settore sanitario. Quello che si prospetta, considerando i tempi abbastanza maturi, è un intervento mirato che coinvolga le amministrazioni sanitarie a tutti i livelli, a partire da quello locale, al nazionale, sino ad arrivare a quello transfrontaliero, ai fini di un miglioramento dell'efficienza delle cure primarie, nonché assicurare una continuità assistenziale mediante la sinergia in rete tra i professionisti sanitari attraverso l'interoperabilità dei sistemi.

I documenti informatici utili alla trasmissione delle informazioni sanitarie sono la cartella clinica elettronica che raccoglie i dati anagrafici e la documentazione sanitaria del paziente relativa ad un episodio di ricovero ed il fascicolo sanitario elettronico, che raccoglie complessivamente i dati sociosanitari formatisi nell'ambito delle prestazioni erogate dal presidio del Servizio Sanitario nazionale e da operatori privati.

Riflettere su di uno spazio comune di condivisione dei dati contenuti nei fascicoli elettronici sanitari può essere altresì considerato quale misura di contrasto al sottoutilizzo tecnologico in ambito sanitario.

L'Unione Europea da tempo ha considerato la necessità di rendere interoperabili gli strumenti *e-Health,* come la cartella clinica elettronica, attraverso una raccolta longitudinale di documenti in formato digitale che restituisce l'insieme degli eventi sanitari occorsi nell'intero arco della presa in carico di un cittadino europeo[471]. Già con la Raccomandazione (UE) 2019/243, la Commissione europea aveva sollecitato l'istituzione,

---

[470] Comunicazione della Commissione del 19 febbraio 2020, COM/66/final.

[471] Considerando n. 2 Raccomandazione (UE) 2019/243 della Commissione del 6 febbraio 2019 relativa a un formato europeo di scambio delle cartelle cliniche elettroniche, il quale afferma: *«La capacità dei cittadini e dei prestatori di assistenza sanitaria di accedere alle cartelle cliniche elettroniche (Electronic Health Records, EHR), ossia a raccolte longitudinali di documenti medici o di documentazione simile relativi a un individuo, in formato digitale, e di condividerle in sicurezza a livello nazionale o transfrontaliero comporta numerosi vantaggi: il miglioramento della qualità dell'assistenza ai cittadini, la riduzione del costo dell'assistenza sanitaria per le famiglie e il sostegno alla modernizzazione dei sistemi sanitari nell'Unione, che si trovano sotto pressione per via dei cambiamenti demografici, dell'aumento delle aspettative e dei costi delle cure. Ad esempio, la condivisione dei risultati degli esami del sangue in formato digitale tra équipe cliniche fa sì che non si debbano ripetere esami invasivi e costosi sulla stessa persona. Analogamente, se i pazienti necessitano di consultare diversi professionisti sanitari, la condivisione delle cartelle cliniche elettroniche può evitare la ripetizione delle stesse informazioni sulla loro storia clinica, con un conseguente risparmio di tempo per tutte le parti coinvolte e un miglioramento della qualità dell'assistenza.»,* reperibile *online* al seguente indirizzo: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:32019H0243.

da parte di ciascuno degli Stati membri, di una rete sanitaria digitale nazionale che comprendesse rappresentanti delle autorità nazionali competenti e delle autorità regionali il cui compito includesse occuparsi di questioni inerenti alla sanità digitale ed alla interoperabilità delle cartelle cliniche elettroniche, al fine di sostenere uno scambio transfrontaliero sicuro dei dati sanitari.

Il punto cruciale è prospettare come possa essere costruita una rete ideale di conservazione e scambio dei fascicoli elettronici sanitari (ad esempio utilizzando *Hyperledger Fabric*[472]) progettando una *Blockchain* autorizzata, ove ogni nodo presente all'interno della rete non sia anonimo, favorendo così un incentivo allo svolgimento corretto del proprio ruolo.

È d'uopo rammentare che il sistema attuale non possiede un *database* condiviso tra aziende ospedaliere, strutture private, compagnie di assicurazioni, fondi sanitari integrativi ed i pazienti stessi; al contrario, non tollera situazioni ove il paziente sia costretto a cambiare ospedale, non essendo i sistemi informatici dei vari ospedali collegati tra loro, impedendo una circolazione ed una condivisione completa dei dati sanitari.

A livello europeo, non possiamo esimerci dal citare ed esaminare il Regolamento sullo spazio europeo dei dati sanitari (*EHDS*), che prevede un ambiente di dati specifico per la salute, garantendo un accesso transfrontaliero ai servizi ed ai prodotti di sanità digitale all'interno dell'Unione Europea, in ottica di bilanciamento necessario della tutela del diritto alla riservatezza da una parte ed il particolare contesto sanitario, in cui si verifica il trattamento dei dati. A tal proposito, in una imprescindibile ottica di armonizzazione a livello europeo, sarà necessario che tutti i sistemi delle cartelle cliniche elettroniche siano conformi alle specifiche del formato europeo di scambio, di modo da rendere le cartelle interoperabili a livello eurounionale.

3.3.1. Spazio europeo dei dati sanitari: il nuovo Regolamento europeo per l'accesso transfrontaliero ai dati sanitari dell'Unione Europea e lo stato dell'arte in Italia

[472] *Hyperledger Fabric* è un sistema *open source*, nato all'interno della *Linux Foundation* alla fine dell'anno 2015, progettato per promuovere le tecnologie *blockchain* interindustriali; attualmente, è composto da diverse figure fondamentali, quali il responsabile della verifica dei blocchi delle transazioni, il responsabile della elaborazione delle transazioni, il livello di comunicazione che gestisce il trasferimento *peer to peer*, la gestione degli algoritmi crittografici utilizzati nella *blockchain*, un servizio identità, un servizio di interoperabilità ed un interfaccia per le interazioni tra applicazioni. La sua è una architettura modulare, capace infatti di adattarsi per soddisfare le esigenze ed i suoi requisiti ai vari casi d'uso.

Con l'entrata in vigore del Regolamento sullo Spazio Europeo dei Dati Sanitari (*European Health Data Space – EHDS*) è stato compiuto un ulteriore passo verso la realizzazione della strategia europea per i dati, stante l'esigenza, avvertita da tempo, di armonizzazione legislativa anche tra Stati membri al fine di creare un mercato unico dei dati in appositi settori strategici, tra cui quello sanitario, eliminando le barriere che impediscono ai cittadini di godere dei propri diritti nella società digitale.

Per sostenere questa visione occorrerà, da un punto di vista pratico, che le istituzioni europee investano in tecnologie innovative, come la tecnologia *Blockchain*, per creare spazi comuni europei di dati. Il percorso normativo avviato dagli Stati membri e tracciato dalla Proposta di Regolamento sullo Spazio Europeo dei Dati Sanitari (*EHDS*) si è concluso con l'adozione da parte del Consiglio Europeo del nuovo atto legislativo (Regolamento UE 2025/327, che modifica la Direttiva 2011/24/UE ed il Regolamento UE 2024/2847) che renderà più immediato e semplice lo scambio e l'accesso ai dati sanitari, sostenendo l'opera di digitalizzazione della sanità. Tale atto legislativo si inserisce nella "strategia europea per i dati"[473] del 2020 e si serve, come cornice di riferimento, del *Data Act,* riguardante norme in materia di accesso equo ai dati ed al loro utilizzo[474].

Il Regolamento[475] si pone come obiettivo primario il potenziamento dei servizi alla persona mediante uniformazione della circolazione di informazioni sanitarie a livello transfrontaliero al fine di sostenere l'erogazione dell'assistenza sanitaria ("uso primario" ai sensi dell'art. 2, par. 2, lett. d)), nonché, quale obiettivo secondario (ai sensi dell'art. 2, par. 2, lett. e)), l'orientamento della ricerca ed elaborazione delle politiche in materia, ma anche per l'elaborazione di gestioni di future pandemie, supportando il progresso scientifico in campo medico.

La regolamentazione prospettata per il trattamento secondario dei dati sanitari era già precedentemente disciplinata nel GDPR, mediante norme in materia di "uso alternativo"

---

[473] Tale strategia comporta la previsione di nove spazi per dati europei settoriali e specifici di dominio, delineati dalla Commissione Europea, tra cui pubblica amministrazione, agricoltura, industria manifatturiera, energia, mobilità, finanzia, oltre ovviamente alla sanità.

[474] Reg. (UE) 2023/2854 del 13 dicembre 2023, riguardante norme armonizzate sull'accesso equo ai dati e sul loro utilizzo e che modifica il regolamento (UE) 2017/2394 e la direttiva (UE) 2020/1828 (regolamento sui dati), in GU L, 22 dicembre 2023, reperibile online al seguente indirizzo: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202302854

[475] Reg. (UE) 2025/327 dell'11 febbraio 2025 sullo spazio europeo dei dati sanitari e che modifica la direttiva 2011/24/UE e il regolamento (UE) 2024/2847, in GUCE, L, 5 marzo 2025, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://data.consilium.europa.eu/doc/document/PE-76-2024-INIT/it/pdf, che appare come una vera e propria innovazione rispetto alla Direttiva 2011/24/UE sull'assistenza sanitaria transfrontaliera.

dei dati, nel tentativo di conciliare il diritto alla riservatezza con istanze di accesso alle informazioni di rilevanza medico-scientifica avanzate da attori a vario titolo nel settore medico. Il Regolamento prevede però, in un'ottica di consentire un più agevole accesso alle persone fisiche, per alcune particolari categorie di dati elettronici sanitari, di integrare i diritti già previsti nel Regolamento UE 2016/679, consentendo un accesso gratuito e soprattutto immediato da parte dei pazienti dei profili sanitari, riconoscendoli titolari di un diritto di portabilità dei dati, un diritto di rettifica, di inserimento delle informazioni nella propria cartella clinica elettronica, nonché il diritto di limitare l'accesso e di ottenere informazioni sull'accesso a tali dati.

La storia di pandemie trascorse ha evidenziato l'assoluta urgenza di disporre, in maniera tempestiva, di un accesso rapido ai dati sanitari elettronici a livello non solo locale o nazionale ma anche *intra* Stati unionali, oltre a sottolineare le profonde differenze dei sistemi sanitari degli Stati membri e la mancanza di coordinamento e standardizzazione in ambito sanitario[476]. Durante la pandemia è emersa altresì la carenza (a livello nazionale, con riferimento al sistema italiano) di possibilità operativa relativa all'utilizzo del fascicolo elettronico sanitario in tutte le regioni; difatti, anche se, teoricamente, risultava che le regioni avessero attivato formalmente il FSE (Fascicolo Elettronico Sanitario), nella pratica si trattava di una scatola vuota, non essendo caricati i dati del paziente, che pertanto risultavano non consultabili[477].

È inoltre emerso l'inquietante dato che conferma la sostanziale inutilizzabilità dei dati acquisiti nelle strutture ospedaliere[478], ostacolando così la ricerca medica e

[476] A riprova di ciò, si ricorda che nel 2020, in piena emergenza sanitaria, la Commissione europea adottò di urgenza il sistema di gestione dei dati clinici dei pazienti, istituito dalla decisione di esecuzione (UE) 2019/1269 della Commissione, per consentire agli Stati membri di condividere i dati sanitari elettronici dei pazienti affetti da COVID-19, che, durante la pandemia, si erano spostati tra Stati membri e di conseguenza avevano ricevuto assistenza sanitarie da prestatori diversi; v. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019D1269&from=DA.

[477] Difatti, a seguito del processo di portabilità tra regioni eseguito dal Ministero per la trasformazione digitale ed il Ministero dell'Economia e delle Finanze, si è evidenziato come sia necessario apportare modifiche alle componenti tecnologiche e normative; a tal proposito, in tema di sanità digitale, il Dipartimento per la trasformazione digitale, sul proprio sito ufficiale, afferma : "*Gli obiettivi indicati dal PNRR prevedono che: - l'85% dei medici di base alimenteranno il Fascicolo entro la fine del 2025; - tutte le Regioni e Province Autonome adotteranno e utilizzeranno il Fascicolo entro metà 2026;* e reperibile *online* al seguente link: https://innovazione.gov.it/italia-digitale-2026/il-piano/sanita-digitale/.

[478] J. MOORE, *How to harness the power of health data to improve patient outcomes,* World Economic Forum, 5 gennaio 2024, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.weforum.org/stories/2024/01/how-to-harness-health-data-to-improve-patient-outcomes-wef24/, la quale sostiene che *"Yet, 97% of all global data produced by hospitals each year goes unused".*

farmacologica, non sfruttando il potenziale delle informazioni clinicamente utilizzabili[479].

Il Regolamento tende, per ovviare al problema, a contrastare i limiti burocratici ed altresì normativi in materia di interoperabilità dei dati sanitari archiviati nei sistemi elettronici.

Interessante appare, come primo passo da parte della Commissione, la previsione di uno o più servizi di accesso ai dati sanitari elettronici a livello nazionale, regionale o locale, per permettere alle persone fisiche di accedere ai loro dati sanitari elettronici personali, permettendo altresì ad altre persone fisiche (dai titolari dei dati debitamente autorizzate) o ai rappresentanti legali, di accedere per loro conto ai dati sanitari elettronici personali. Tali servizi di accesso ed i detti servizi di delega sono interoperabili tra Stati membri, venendo altresì previsto il diritto delle persone fisiche all'inserimento di informazioni nella propria cartella clinica elettronica, nonché il diritto di rettifica.

Il controllo dei dati costituisce una declinazione del concetto di *privacy* che coniuga la tutela della riservatezza con la gestione del patrimonio informativo. La disciplina della *privacy* intesa nella duplice accezione di difesa della riservatezza e controllo delle azioni che investono la sfera personale, difatti viene ad essere arricchita dalle nuove norme unionali in materia di dati sanitari elettronici. La circolazione dei dati sanitari richiede senz'altro soluzioni virtuose di bilanciamento rispetto alla tematica della *privacy*. L'attenzione del legislatore europeo attiene propriamente alla specificità del contesto all'interno del quale opera il Regolamento, ovvero il campo medico-scientifico a tutela del diritto alla salute.

L'obiettivo primario consiste nel riconoscere la possibilità, per i pazienti. di rapido accesso e trattamento -inteso come agevole condivisione dei dati con gli operatori sanitari - ai propri dati sanitari documentati in formato elettronico; di contro, lo scenario in vigore sino all'avvento del Regolamento EHDS era fortemente sbilanciato sul modello consensuale in cui l'accesso ai dati da parte degli operatori sanitari sottostava al consenso esplicito dell'interessato per tutelare la riservatezza dei dati sanitari, permettendo al paziente di selezionare le informazioni alle quali gli operatori potevano avere accesso nonché di ritirare il consenso, e tale sistema non era scalfito nemmeno dal regime di deroga di cui all'art. 9 del GDPR.

Il Regolamento EHDS invece, riforma in parte il contenuto del regolamento sulla *privacy*, valorizzando il principio di accessibilità delle informazioni e condivisione

[479] E. CALZOLAIO, *Il Regolamento sullo spazio dei dati sanitari nella prospettiva della cittadinanza europea,* in *Dir. inf.,* 2025, p. 315 ss.

controllata, nell'ambito dell'ecosistema di scambio dei dati sanitari. I pazienti potranno, difatti, condividere anche oltre frontiera il contenuto delle proprie cartelle cliniche in un formato europeo *standard*, prevedendo altresì la possibilità di aggiungere ulteriori informazioni sulla propria salute, così come limitare l'accesso al contenuto solo a determinate persone o solo per particolari sezioni della cartella clinica o escludere del tutto l'accesso[480] e poter controllare l'identità di chi ha avuto accesso ai propri dati. Tali dati avranno un valore distinto rispetto a quelli inseriti dai professionisti sanitari che nessun paziente potrà modificare, stante l'art. 5 (considerando 12). L'obiettivo primario illustrato dal Regolamento, ovvero accesso, gestione e riutilizzo dei dati sanitari, si intreccia con il diritto di portabilità stabilito dall'art. 20 del GDPR, segnando però un passo in avanti, ovvero riferendosi non solo ai dati riferiti dall'interessato al titolare del trattamento ma altresì ai dati inferenziali (*inferred data*), come può essere la diagnosi resa da un operatore sanitario dall'elaborazione di dati grezzi come ad esempio le indicazioni fornite dal paziente, e la cui richiesta di portabilità viene effettuata nei confronti del prestatore di assistenza sanitaria.

L'obiettivo secondario concerne il trattamento dei dati da parte di ricercatori o enti pubblici o privati, per fini di interesse generale dunque pubblico, come la ricerca scientifica e l'innovazione e sviluppo in ambito sanitario, iniziative informatiche e didattiche[481]. Interrogativi sorgono in tema di corretto significato del concetto di ricerca, da intendersi secondo alcuni solo come attività in ambito accademico o sanitario, oppure come concetto più ampio, che riguardi anche, a titolo esemplificativo, le grandi industrie farmaceutiche. È doveroso ricordare che, per rispondere a questo interrogativo, gli Stati hanno fornito soluzioni tutt'altro che armonizzate; in Francia è prevista una politica molto stringente quanto all'utilizzo di dati resi anonimi per finalità di ricerca medica, mentre in Germania è previsto un utilizzo più distensivo, così come in Finlandia.

Il nuovo Regolamento investe difatti alcuni punti specifici della trattazione normativa, in particolare la concezione di "trattamento" dei dati, così come la qualifica di titolare del trattamento dei dati e di responsabile del trattamento.

---

[480] Nonostante il testo definitivo del Regolamento preveda che gli Stati membri possono decidere per l'esclusione dal diritto di accesso ai dati sanitari, deve essere comunque stabilita una disciplina che consenta ai professionisti sanitari l'accesso ai dati per un utilizzo al fine di trattamento necessario vitale per il paziente stesso (art. 10).

[481] I. SANCHEZ FRIAS, *Secondary uses of health data under the european health data space. Connections with the gdpr and the impact of AI*, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=5143418.

Preme inoltre ricordare che il legislatore europeo lascia ampi spazi di manovra agli Stati membri rispetto ad alcuni elementi rilevanti e che tale libertà potrebbe rendere vana la prospettiva di realizzare un autentico spazio europeo dei dati. Gli Stati membri, infatti, possono prevedere, con disposizioni introdotte a livello nazionale, l'accesso e lo scambio di dati ulteriori rispetto a quelli indicati dal Regolamento, quali le prescrizioni e dispensazioni elettroniche, esami diagnostici per immagini e relativi referti di immagini, risultati di esami medici, lettere di dimissione, ovvero tutto ciò che concerne il profilo sanitario sintetico del paziente, rischiando di generare così una frammentazione della disciplina in tema di registrazione dei dati sanitari.

Il Regolamento prevede altresì, un meccanismo di *opt-put* riconoscendo il diritto all'interessato di concedere o escludere l'accesso a particolari categorie di dati personali (art. 51 lett. f), g), i), q)), di modo da conciliare le disposizioni in materia di trasparenza previste dall'UE e l'obiettivo di un uso secondario dei dati sanitari. Tale sistema di *opt-out* rende senz'altro difficoltosa l'operatività di un pieno accesso all'utilizzazione dei dati sanitari anche se l'art. 71 prevede un correttivo e precisamente la possibilità per gli Stati membri di introdurre nei propri ordinamenti dei meccanismi che consentano l'utilizzo dei dati sanitari anche se si è verificato l'esercizio del diritto di esclusione, qualora la richiesta di utilizzo provenga da un ente pubblico, una istituzione che faccia parte dell'Unione Europea o un soggetto che svolga un esercizio pubblico di assistenza sanitaria.

Il Regolamento EHR, in tema di cartelle cliniche elettroniche, consente non solo unicamente l'accesso ma altresì la possibilità di scaricarne una copia gratuitamente, nel formato europeo di scambio delle cartelle cliniche elettroniche (art. 3), che dovrà essere stabilito e comunicato da parte della Commissione entro la data del 26 marzo 2027, assieme alle specifiche tecniche relative alle categorie prioritarie di dati sanitari elettronici.

Il Fascicolo Elettronico Sanitario ("FSE") si interseca con il concetto di cartelle cliniche elettroniche e raccoglie dati e documenti digitali di tipo sanitario generati da eventi clinici riguardanti l'assistito a seguito di prestazioni erogate sia dal Servizio Sanitario Nazionale, sia da strutture sanitarie private, messo a disposizione dalle Regioni e Provincie autonome. Detto Fascicolo contiene la storia medica del paziente, comprendendo le varie diagnosi, i farmaci ed i piani di trattamento del paziente ovvero informazioni altamente sensibili e private, che necessitano di essere condivise in maniera sicura tra le strutture, quali ospedali, autorità sanitarie, ma altresì farmacie, al fine di aggiornare costantemente i dati del paziente.

A livello italiano, il fascicolo si inserisce all'interno dell'Ecosistema Dati Sanitari – EDS, sistema digitale per la raccolta ed analisi dei dati sanitari, con finalità di prevenzione, cura, diagnosi, riabilitazione e profilassi internazionale, istituito con Decreto del Ministro della Salute, di concerto con il Ministro dell'Economia e delle Finanze e con il Sottosegretario di Stato alla Presidenza del Consiglio dei ministri con delega all'innovazione tecnologica del 31 dicembre 2024 ed i suoi servizi saranno pienamente operativi entro il 2026[482]. L'Ecosistema dei Dati Sanitari – EDS persegue difatti l'obiettivo di consentire all'UE di sfruttare appieno le potenzialità che scaturiscono da uno scambio ed utilizzo di dati sanitari, garantendone il coordinamento informatico, essendo per altro funzionale al sistema dei Fascicoli Sanitari Elettronici.

La previsione di una normativa a livello europeo e generale, in ordine all'adozione di un formato europeo per lo scambio delle cartelle cliniche elettroniche *(European Electronic Health Record Exchange Format)* ha avuto inizio diversi anni or sono, con la Raccomandazione (UE) n. 243/2019, avente come obiettivo primario quello di valorizzare tecnologie digitali in ambito sanitario, promuovendo primariamente l'interoperabilità delle cartelle cliniche elettroniche a livello transfrontaliero tramite l'individuazione di obiettivi, criteri e principi uniformi[483]. La Commissione, con la Raccomandazione menzionata, sottolineava inoltre le difficoltà derivanti dalla incompatibilità tra i vari sistemi informatici utilizzati in ambito sanitario, tra gli Stati membri. A livello nazionale italiano invece, è stata prevista una sinergia tra tre ministeri, ovvero il Ministero della Salute, di concerto con il Ministero per l'Innovazione tecnologica e la Transizione digitale e il Ministero dell'Economia e delle Finanze, per adottare il decreto contenente le linee guida per l'attuazione ed il potenziamento dei FSE[484]. La tecnologia *blockchain* rivelandosi uno strumento estremamente duttile, può mettersi al servizio di particolari esigenze come la conservazione e tracciabilità dei dati sanitari, teso a garantire un tracciamento immutabile, nonché un accesso pubblico dei

[482] Il Decreto "Istituzione dell'Ecosistema dati sanitari" del 31 dicembre 2024 (25A01321) pubblicato in G. U. n. 53 del 5 marzo 2025 è reperibile *online* al seguente indirizzo https://www.trovanorme.salute.gov.it/norme/dettaglioAtto?id=105356

[483] J. TUZII, *Verso l'interoperabilità transfrontaliera delle cartelle cliniche elettroniche: una prima analisi della Raccomandazione (UE) 2019/243,* in *Eurojus*, 1, 2019.

[484] Decreto 20 maggio 2022, Adozione delle Linee guida per l'attuazione del Fascicolo sanitario elettronico (22°03961) in Gazzetta Ufficiale n. 160 del 11 Luglio 2022), reperibile online al seguente indirizzo: https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2022/07/11/22A03961/SG; Ulteriori previsioni normative sono previste dal Decreto 7 settembre 2023, pubblicato in G.U. n. 249 del 24 ottobre 2023, reperibile online al seguente indirizzo: https://www.gazzettaufficiale.it/atto/serie_generale/caricaDettaglioAtto/originario?atto.dataPubblicazioneGazzetta=2023-10-24&atto.codiceRedazionale=23A05829

dati contenuti al suo interno (anche se poi questa caratteristica dipenderà in realtà dal tipo di *governance* adottata dalla rete nodale stessa). Sembra essere, pertanto, una tecnologia che può plasmarsi sulle esigenze imposte dal suddetto Regolamento, non tralasciando però la tensione che può venirsi a creare tra protezione dei diritti fondamentali da un lato e la promozione della innovazione tecnologica sotto forma di registri distribuiti dall'altro, che necessita di un bilanciamento.

Per prospettare un utilizzo della rete *blockchain* in questo campo, è necessario riorganizzare il sistema delle reti di assistenza territoriale, così come l'oggetto condiviso al loro interno, ovvero il fascicolo elettronico sanitario e adottare delle tecnologie il cui funzionamento almeno parzialmente si vada a conciliare con la necessità di protezione dei dati sanitari.

3.3.2. L'impiego della blockchain in ambito sanitario: necessità di compliance con il GDPR e con l'EHR

Conoscere gli elementi connotativi a livello tecnologico della rete *blockchain* diventa utile per fornire una guida decisionale sull'utilità o meno dell'adozione di tale tecnologia nel contesto sanitario, inteso come condivisione dei fascicoli elettronici sanitari in una rete ospedaliera e non solo, ovvero una condivisione immaginata per avere una larga estensione.

Prospettare tale ambito applicativo richiede di porre il *focus* altresì su delle esigenze contrapposte ovvero, da un lato, la necessità di efficienza in termini di servizi pubblici a presidio della tutela della salute umana, dall'altro la necessità di protezione dei dati personali del paziente interessato. La versatilità applicativa della tecnologia *Blockchain*, così come le sue intrinseche caratteristiche tecniche, sembrano essere uno strumento la cui potenzialità può essere sfruttata in tale ambito, per la sua principale peculiarità: la predisposizione di un *database* di informazioni, condiviso in modo distribuito, le cui modifiche una volta apportate vengono accettate mediante consenso espresso da almeno la metà più uno dei *miners*, rendendole definitive.

Occorre incentrare la riflessione sul passaggio da una raccolta (seppur informatica) dei dati analogici, ad un *database* di raccolta, conservazione, elaborazione e trattamento di dati puramente informatici (c.d. *records*), le cui operazioni si dispiegano sotto il controllo consensuale dei partecipanti alla rete. In una rete *blockchain*, ove i dati sono tendenzialmente pubblici, è necessario individuare modalità di progettazione che consentano un accesso e trattamento di tali particolari categorie di dati personali solo a

soggetti autorizzati, in possesso di idonee credenziali. La gestione dei dati sanitari, difatti, richiede una particolare attenzione per il carattere sensibile del loro contenuto; diventa pertanto, primario l'obiettivo di garantirne la segretezza nei confronti dei soggetti non legittimati.

Utilizzare una *blockchain* per archiviare i fascicoli sanitari comporta svariati benefici di non poco conto, come, non menzionata a sufficienza, una riduzione dei costi di archiviazione, ma impone di confrontarci con problematiche quali la scalabilità nel gestire grandi volumi di dati clinici, così come la partecipazione dei pazienti che potrebbero non essere disposti o non essere in grado di gestire i propri dati per una possibile causa di "analfabetismo digitale" e soprattutto le difficoltà applicative del regolamento previsto nel Regolamento UE n. 679/2016.

Come primo interrogativo in materia di *compliance* tra GDPR e struttura della *blockchain* in ambito sanitario, dobbiamo chiederci se i dati esistenti all'interno della rete nodale possano o meno essere qualificati come personali, ovvero riferibili ad una specifica persona. Nella rete *blockchain* permangono due tipologie di dati, ovvero quelli contenuti nei blocchi che compongono la "catena" in cui è strutturato il registro e la chiave pubblica. La tecnica di *hashing* ed il sistema della doppia chiave asimmetrica sono considerate tecniche di pseudonimizzazione e non sono in grado di rendere i dati del tutto anonimi, considerati tali solo in quanto vi è una totale irreversibilità nella identificazione del contenuto del dato stesso ed ai quali non è possibile applicare il regolamento sulla protezione dei dati personali.

Il dato criptato può essere infatti decriptato con la corretta combinazione di chiave pubblica e privata; la funzione di *hash*, per quanto più sicura, consente comunque di risalire alle informazioni (per il tramite di una esecuzione di un *hash* di tutti i valori e confrontando i risultati, per quanto difficile ma non impossibile)[485]. La chiave pubblica, resa conoscibile per tutti gli utenti, è collegata all'*account* dell'utente ed è possibile risalire all'identità di quest'ultimo, utilizzando informazioni aggiuntive come la semplice conoscenza della chiave privata[486]. Si può quindi affermare che i dati conservati nella *blockchain*, in quanto pseudonimi, rientrano nell'ambito di applicazione del GDPR (considerando n. 26).

---

[485] V. V. CUOCCI, *Blockchain e dati personali. Rischi e prospettive di tutela,* in (a cura di V. V. CUOCCI ET AL.) La circolazione della ricchezza nell'era digitale, Pacini Giuridica, Pisa, 2021, pp. 384 e ss.

[486] ART. 29 DATA PROTECTION WORKING PARTY, OPINION 05/2014 ON ANONYMISATION TECHNIQUES, 10 Aprile 2014, p.20, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://ec.europa.eu/justice/article-29/documentation/opinion-recommendation/files/2014/wp216_en.pdf

L'art. 2.2 lett. *a* del Regolamento EHR, descrivendo i dati personali come "*i dati relativi alla salute e i dati genetici che sono trattati in formato elettronico"*, ribadisce che si debba intendere per dati sanitari elettronici diversi dai dati sanitari elettronici personali, i dati che abbiano subito una procedura di anonimizzazione e pertanto non possono essere ricondotti all'identità di un soggetto specifico.

Un ulteriore passo per conciliare gli interessi apparentemente contrapposti tra registro distribuito e protezione dei dati personali può essere effettuato con la corretta individuazione del "titolare del trattamento"[487]; il regolamento sulla *privacy*, infatti, individua un titolare del trattamento dei dati nella persona fisica o giuridica che determini le finalità ed i mezzi di trattamento dei dati personali, che in una struttura come quella dei registri distribuiti diventa estremamente difficile da individuare, soprattutto in relazione alla diversa architettura (pubblica, privata o ibrida) presa in considerazione.

Nonostante qualche opposizione da parte della dottrina che ritiene che ogni singolo nodo -denominato anche *user*- possa essere considerato titolare del trattamento[488], secondo alcuni autori, potrebbe essere compatibile il contenuto dell'art. 26 del GDPR in tema di contitolari del trattamento, con la struttura tipica della *blockchain*, laddove i nodi stessi vadano congiuntamente a determinare in modo trasparente "finalità e mezzi del trattamento", nonché la loro responsabilità in tema di rispetto della legislazione attraverso un accordo interno[489]. Secondo altra parte della dottrina, occorre fare una distinzione più accurata: il singolo nodo della rete non potrà essere considerato titolare del trattamento, in quanto, nella sua individualità, non ha il potere di modificare il contenuto della rete, ma accordandosi con altri nodi e creando un gruppo che abbia le risorse computazionali per influire sul funzionamento della rete, i componenti diventano titolari di poteri decisionali, potendo così essere considerati titolari del trattamento, in accordo all'art. 26 GDPR .

---

[487] La figura del Titolare del Trattamento riveste un ruolo chiave in quanto, secondo l'art. 25 del GDPR relativo alla *data protection by design*, ha l'obbligo di mettere in atto tutte *"le misure tecniche ed organizzative"* adeguate a garantire che il trattamento sia stato effettuato conformemente al Regolamento, tenendo conto della natura, dell'ambito di applicazione, del contesto e delle finalità del trattamento, nonché dei rischi aventi probabilità di verificarsi e gravità diverse per i diritti e le libertà delle persone fisiche. Per "*misure tecniche*" da adottare, il legislatore europeo intende le misure di sicurezza tecnologiche che possano proteggere i dati dalle manomissioni esterne, o da una circolazione dei dati non autorizzata. Per "*misure organizzative*" si intende la *governance* dell'attività per cui il trattamento è effettuato. Il considerando n. 78 del Regolamento, tra le varie misure che si raccomanda di adottare, menziona anche la pseudonimizzazione dei dati personali, richiamando indirettamente quelle che sono le tecniche di pseudonimizzazione proprie della tecnologia *blockchain*.

[488] M. FINCK, *Blockchains and Data Protection in the European Union,* Max Planck Institute for Innovation and Competition, Research Paper n. 18/01, 30 novembre 2017, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3080322.

[489] M. SCHELLEKENS, *Conceptualizations of the controller in permissionless blockchains,* in *Journal of Intellectual Property, Informating Technology and E-Commerce Law,* 2020, p. 215 ss.

Secondo altra dottrina più pessimistica, data la *governance* pubblica distribuita tra tutti i partecipanti della rete, secondo una struttura che è modificabile nel tempo ove però il nodo non è, nella sua dimensione singola, titolare di alcun potere decisionale, è pressoché impossibile, nella versione *permissionless*, individuare il titolare del trattamento dei dati[490]. Per i protocolli privati o *permissioned*, essendo una infrastruttura ove l'inserimento di una transazione è vincolato non all'approvazione della maggioranza dei nodi, ma dei soli nodi *trusted*, si potrebbe ipotizzare una sorta di coincidenza tra i nodi deputati al controllo (che esercitano una *governance* di fatto) ed il titolare del trattamento, con le connesse responsabilità in caso di violazione delle disposizioni del GDPR. In presenza di più nodi *trusted* si potrebbe ipotizzare una contitolarità sulla base di quanto previsto dall'art. 26 del GDPR.

Ulteriore problematica riguarda diritti concernenti modifiche che possono essere apportate alla raccolta dei dati personali, quali ad esempio il diritto di rettifica, il cui esercizio, in una architettura informatica come quella della *blockchain*, con la sua inalterabilità al fine di conservare per un lungo arco di tempo i dati registrati, sarebbe reso del tutto vano; sembra altresì essere in contrasto con il principio di minimizzazione dei dati che postula un tempo limitato di conservazione dei suddetti e che comprendono il diritto di ottenere l'aggiornamento, la rettifica o l'integrazione dei dati personali, nonché l'esigenza di cancellazione, anonimizzazione o distruzione dei dati in caso di cessazione del trattamento, limitandone l'accesso alla finalità prevista. Difatti, la struttura della *blockchain*, similare ad una catena di blocchi tra loro collegati, con tanti *server* quanti sono i nodi che vi operano al suo interno e che posseggono ciascuno una copia dell'intero registro, sembra entrare in frizione con il principio della minimizzazione dei dati, soprattutto in tema di condivisione dei dati con nodi che sono esterni rispetto alla finalità di trattamento prevista, rendendo potenzialmente difficoltoso un controllo da parte degli utenti sui propri dati personali. La crittografia asimmetrica si rende però utile al fine di consentire un accesso limitato ai dati, compatibile con la finalità di trattamento stabilita, e pertanto in linea con il contenuto del GDPR.

Altro diritto che si scontra con il funzionamento della *blockchain* è il diritto alla cancellazione (o il diritto all'oblio), il tutto reso ancora più complesso dalla caratteristica tecnica della *Blockchain* quale sistema crittografato nonché privo di confini territoriali.

[490] V. ORSINI, *La protezione dei dati personali nell'epoca delle tecnologie a registri distribuiti,* in *Tecnologie e diritto, 2,* 2023, p. 377 ss.

Si potrebbe, in primo luogo, fare un bilanciamento tra le contrapposte esigenze mettendo a confronto l'esigenza della cancellazione con la caratteristica dell'immutabilità e si potrebbe far prevalere quest'ultima, a discapito del diritto compreso nell'art. 17 del Regolamento, non considerato un diritto assoluto. Tuttavia, questa soluzione non appare convincente. Possiamo soffermarci su cosa intenda il GDPR per "cancellazione dei dati"; non sembra riferirsi necessariamente alla distruzione degli stessi, bensì ad una forma di anonimizzazione, ovvero rendere irreversibile la mancata identificazione tra un soggetto ed i relativi dati.

Lungo questo sentiero, si potrebbe, allora, implementare un diritto alla cancellazione compatibile con la tecnologia *Blockchain*; ovvero, individuare delle tecniche per rendere anonimi (e non pseudonimi) i relativi dati sanitari, conservati nella rete. Una possibile soluzione pratica potrebbe essere ipotizzata con la cancellazione della chiave privata (i dati criptati con la combinazione chiave privata/chiave pubblica sarebbero inaccessibili poiché la chiave privata è stata distrutta). Un'altra soluzione avanzata potrebbe essere quella di conservare i dati personali in una banca dati conservata al di fuori del registro, di modo che non si possa interferire con il funzionamento della *blockchain*, che servirà come strumento di collegamento tra il registro e la banca dati conservata *off-chain*, al contempo permettendo la modifica e la cancellazione dei dati nella banca dati. Altro espediente ancora potrebbe concretizzarsi nella configurazione di meccanismi di consenso -simili a quelli utilizzati per la validazione dei blocchi- attraverso i quali esclusivamente determinati soggetti possono identificare i richiedenti e valutare se la richiesta di modifica dei dati conservati all'interno del registro, sia o meno fondata o eccessiva; oppure ancora potrebbe essere automatizzato il processo di valutazione delle richieste tramite l'impiego di *smart contracts* programmati per la valutazione delle richieste di modifica[491].

Una problematica invece più di tipo pratico che si incontra allo stato attuale, alla luce del cammino verso una digitalizzazione della sanità, risiede senz'altro (concentrando le riflessioni su considerazioni a livello esclusivamente nazionale) in un Servizio Sanitario Nazionale avente dimensione decentralizzata e federata, con un sistema di strutture e servizi capillarmente diffusi sul territorio nazionale; nonché nell'autonomia delle regioni, le quali non hanno sino ad adesso consentito l'uso di strumenti tecnologici unitari che permettano alle strutture sanitarie di una data regione, o di regioni diverse, di tentare un coordinamento

[491] R. HERIAN, *Regulating Dispruption: Blockchain, GDPR, and Questions of Data Sovereignity,* in *Journal of Internet Law,* 22, 2018.

informativo a livello statistico ed un coordinamento informatico dei dati dell'amministrazioni sanitaria a livello regionale, oltre che locale nonché statale.

Quello che senz'altro connota la situazione attuale del Servizio Sanitario Nazionale è la frammentazione di dati, tra i molteplici sistemi informativi sanitari (non solo elettronici), non collegati tra loro e non sincronizzati. Tali dati, i c.d. "*big data"* inseriti nelle cartelle cliniche, e più in generale nelle *EHR*, con l'adozione della *blockchain*, sarebbero gestiti in maniera più efficiente, giacché gli algoritmi tipici della *blockchain* consentono la personalizzazione delle condizioni di scambio delle informazioni, nonché la tracciabilità sicura ed immodificabile di qualsiasi evento (inteso, in questo contesto, nel senso di prestazione sanitaria)[492].

Un'altra problematica pertinente è il recupero completo di tutte le informazioni cliniche e sanitarie certificate ed afferenti al quesito clinico che l'operatore si sta ponendo; è pertanto necessario operare un filtraggio sui risultati ottenuti, al fine di ottenere un recupero selettivo dei dati che servono concretamente. In questo consiste il dilemma dell'interoperabilità, ovvero la scelta di considerare tutto o solo in parte le fonti disponibili, correndo il rischio di tralasciare informazioni potenzialmente utili.

Per quanto sino a qui emerso, si può affermare che la struttura della *blockchain* è in grado di soddisfare i requisiti che il GDPR richiede per la protezione dei dati[493], soprattutto mediante l'utilizzo di una *blockchain permissioned* che consente un maggiore controllo sui dati personali, attraverso la tracciabilità ed il controllo sull'identità di chi accede alla piattaforma libero di visionare i dati conservati al suo interno[494].

Il Comitato Europeo per la Protezione dei Dati -"EDPB"- ha adottato le Linee guida sul trattamento dei dati personali attraverso le tecnologie *blockchain,* insistendo sull'importanza delle prime fasi della progettazione del trattamento, in termini di individuazione dei ruoli e responsabilità dei soggetti coinvolti nel trattamento dei dati

---

[492] Nel 2016, è stato pubblicato a tal proposito un *white paper, "How blockchain Technology can enhance EHR operability",* nel quale già al tempo si evidenziava la necessità di modernizzare la gestione delle cartelle cliniche elettroniche, favorendo una migliore e più sicura condivisione tra i soli soggetti autorizzati; cfr. https://research.ark-invest.com/hubfs/1_Download_Files_ARK-Invest/White_Papers/ARKInvest_and_GEM_Blockchain_EHR.pdf

[493] A.M. GAMBINO, C. BOMPREZZI, *Blockchain e protezione dei dati personali,* in *Dir. inf.*, 3, 2019, p. 623 ss.

[494] Nonostante la Commission Nationale Informatique & Libertés francese CNIL, non sia dello stesso avviso; si v. sul punto CNIL, *La Blockchain: quelles solutions pour un usage responsable en présence de données personelles?,* 20 settembre 2018, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.cnil.fr/fr/technologies/blockchain-et-rgpd-quelles-solutions-pour-un-usage-responsable-en-presence-de-donnees-personnelles.

personali, nonché della Valutazione d'Impatto sulla Protezione dei Dati –"DPIA"- preliminare rispetto al trattamento dei dati personali tramite tecnologie *blockchain*[495].

Analogamente può essere utile prospettare un utilizzo di tale tecnologia a registro distribuito per l'implementazione di un *Personal Health Record* caratterizzato dalla presenza di più nodi (che siano *stakeholders* pubblici e privati, che operano nel contesto sanitario, così come il paziente stesso ed i suoi *caregivers*), garantendo al contempo i livelli di sicurezza e *privacy* richiesti dalle normative nazionali e sovranazionali sfruttando il sistema di intelligenza artificiale per attivare un controllo intelligente circa l'accesso ai *record* [496]. In questo caso occorre ricordare che la tecnologia *blockchain* non deve essere confusa con la concezione di sistema di intelligenza artificiale, non coinvolgendo solitamente -almeno nella maggior parte dei casi- alcun sistema di tale tipo. Ulteriore vantaggio nell'adozione della tecnologia *blockchain* può prospettarsi per un attento monitoraggio di flussi di contagio di una pandemia in corso, così come per l'implementazione di piani terapeutici efficaci.

In un'ottica di interoperabilità si identificano a livello macro, i seguenti attori coinvolti nell'architettura del Fascicolo Elettronico Sanitario e precisamente: Medico di medicina generale, Medico Specialista, struttura del Pronto Soccorso, la Struttura sanitaria privata, la Struttura Sanitaria privata-accreditata, la Struttura Sanitaria pubblica, gli enti di ricerca, i fondi sanitari integrativi, l'Anagrafe del Ministero della Salute. È logico ricordare che, ogni qualvolta il singolo paziente si interfaccia con uno degli attori sopra indicati, si genera un *output*, ossia informazioni inerenti alla sua salute ed eventuali trattamenti medici a lui somministrati; possiamo già dire in prima battuta che, ogni qualvolta si forma una informazione che viene diffusa nella rete nodale, i componenti della rete ricevono tali *input* nella rete nodale ed accorrono a verificarne la validità[497].

I diversi attori interagiscono tra loro, per costruire quella che è la storia sanitaria del paziente (FSE), mediante un particolare strumento che consente questa interazione

---

[495] EUROPEAN DATA PROTECTION BOARD, *Guidelines 02/2025 on processing of personal data through blockchain technologies,* 8 aprile 2025, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.edpb.europa.eu/system/files/2025-04/edpb_guidelines_202502_blockchain_en.pdf.

[496] L. LELLA, N. STORTI, *La tecnologia blockchain supporta le aziende sanitarie nella realizzazione di servizi online per i cittadini che siano compliant al GDPR. Le applicazioni di questa innovazione oltretutto possono aiutare a coordinare l'assistenza e a risolvere i problemi di interoperabilità,* in Agenza digitale, 17 gennaio 2020, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.agendadigitale.eu/documenti/dati-sanitari-ecco-come-proteggerli-con-la-blockchain/.

[497] L. MANFREDI, *Progetto pilota per la realizzazione, su Blockchain, del fascicolo Sanitario Elettronico con il coinvolgimento dei Fondi Sanitari Integrativi nel flusso di dati,* in *Federalismi.it Focus Lavoro, Persona, Tecnologia,* 9 Agosto 2023

automatica, ovvero lo *smart contract.* All'interno di tali strumenti vengono esplicitate le autorizzazioni all'accesso dei dati prodotti, così come varie specifiche destinate a pazienti, medici, infermieri, utenti vari, che consentano soprattutto il raggiungimento di un accordo terapeutico tra il paziente ed i professionisti sanitari che lo hanno preso in carico, che potranno verosimilmente essere nel tempo diversi per area territoriale o ambito specifico di competenza.

Poniamo che venga prevista una determinata condizione, che successivamente si avveri: lo *smart contract* riceve l'*input* per eseguire una data prestazione in via automatica, garantendo il rispetto di quanto è codificato all'interno dello *smart contract.*

A titolo esemplificativo, è possibile ricavare un esempio pratico circa il potenziale funzionamento di uno *smart contract* all'interno di una rete *blockchain*, in ambito sanitario; ad esempio, attraverso il flusso di *input* che si crea tra un soggetto privato/lavoratore (il paziente) ed il Fondo Sanitario Integrativo.

Ipotizzando il caso in cui il Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro a cui aderisce un lavoratore, potrebbe prevedere la stipulazione di uno *smart contract* con un Fondo Sanitario Integrativo, all'interno del quale vengono definiti i termini, le regole e le condizioni per ottenere il rimborso relativi alle prestazioni sanitarie. Lo *smart contract* sarebbe programmato per verificare in autonomia una serie di possibili requisiti, tra cui l'appartenenza del paziente ad una determinata categoria, le limitazioni alla copertura che sono stabilite *ex ante*, il rispetto dei diritti ed i doveri dei partecipanti al fondo sanitario integrativo, nonché l'eventuale prescrizione medica necessaria ai fini del rimborso. Detto strumento può altresì automatizzare la gestione del reclamo presentato in caso di eventuale mancanza del rispetto delle regole del fondo sanitario, ai fini dell'ottenimento di una valutazione e consequenziale rimborso, nonché prevedere clausole a tutela della sicurezza dei dati personali del paziente/lavoratore.

Una volta definito, lo *smart contract* deve essere reso attivo e dunque registrato su *blockchain*, affinché possa essere utilizzato dal paziente: alla sua richiesta di una prestazione medica, potrà infatti verificare che tutti i requisiti siano soddisfatti, consentendo l'automatismo del rimborso da parte del Fondo nei confronti del lavoratore/paziente.

Implementare in tale contesto una *blockchain permissioned* consentirebbe di prevedere un numero limitato di attori legittimati a gestire il registro, senza dover ricorrere ad algoritmi di consenso, sopra descritti, che necessitano di elevate capacità computazionali. Le *blockchain* private sono conosciute come reti che utilizzano un *layer*

di controllo degli accessi alla rete, di modo che esclusivamente i nodi autorizzati siano in grado di inserire le informazioni all'interno, ed una volta inserite sono immutabili e, con le relative autorizzazioni, divengono esclusivamente oggetto di lettura, limitata ad alcuni utenti.

Sotto il profilo operativo, si richiede un'organizzazione ed una struttura di *governance* che preveda un sistema di consenso non più affidato alla totalità dei partecipanti, ma ad un gruppo limitato di nodi con autorità riconosciuta (c.d. *Prof of Authority).*

È possibile prospettare una potenziale applicazione di un particolare tipo di *blockchain*, ovvero *HyperLedger Fabric*[498]*,* rete *permissioned* ad architettura modulare, nella quale i partecipanti alla rete risultano previamente identificati ed autorizzati, rendendo pertanto non necessario un *mining* oneroso sia in termini economici che di potenza computazionale, come avviene per le *blockchain* di tipo *permissionless.* L'architettura però, in questo caso, si fonda su di un meccanismo di *endorsement*, in forza del quale la validità di ciascuna transazione è subordinata all'approvazione esclusivamente da parte dei nodi individuati dalla specifica *endorsement policy*. Ne consegue che la validazione non coinvolge l'intera rete, bensì esclusivamente i soggetti autorizzati secondo regole predeterminate, con evidenti ricadute in termini di efficienza, scalabilità e *governance* del sistema.

L'architettura del processo si articola secondo il paradigma "*Execute-Order-Validate*": le transazioni vengono dapprima simulate dai nodi incaricati, al fine di verificarne la correttezza; successivamente le transazioni validate vengono firmate digitalmente ed inoltrate al nodo ordinatore, il quale provvede alla loro aggregazione in blocchi ed alla successiva distribuzione alla rete per la fase finale di validazione e registrazione.

Elemento centrale del suddetto modello è la gestione dell'identità degli attori della rete, che avviene mediante certificati digitali rilasciati da autorità di certificazione e gestiti attraverso un *Membership Service Provider*. Tale infrastruttura consente l'attribuzione di attributi qualificati ai soggetti partecipanti, quali l'appartenenza organizzativa nonché il ruolo professionale, garantendo un controllo granulare degli accessi ed una gestione conforme ai principi di sicurezza ed *accountability.*

[498] La scelta di un esempio in ambito non italiano è ricaduta su *Medicalchain*, piattaforma basata su *Hyperledger Fabric,* che nel 2018 ha consentito, nel Regno Unito, lo scambio e l'uso di dati medici in modo sicuro e veloce senza compromettere la *privacy* dei pazienti; per una visione più generale, è possibile visionare la relazione speciale "*Digitalizzazione dell'assistenza sanitaria- Il sostegno dell'UE agli Stati membri è stato nel complesso efficace, ma vi sono state difficoltà nell'utilizzo dei relativi fondi"*, Corte dei Conti Europea, n. 25, 2024, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.eca.europa.eu/it/publications/sr-2024-25.

Si prospetta inoltre che i dati sanitari non vengano generalmente conservati *on-chain,* piuttosto venga collocata su *database* esterni, mentre la *blockchain* registra esclusivamente *hash* o puntatori crittografici, garantendo l'integrità e la verificabilità delle informazioni senza duplicarne la memorizzazione[499]. Tale soluzione risponde alle esigenze di scalabilità coerentemente con i principi di minimizzazione dei dati sanciti dal Regolamento UE 2016/679 e con le prospettive di interoperabilità delineate dal Regolamento EHDS.

L'adozione di un sistema di *membership* consente di subordinare l'accesso alla rete alla verifica dell'identità e dei requisiti professionali degli operatori sanitari, mediante l'integrazione con i registri e le banche dati istituzionali. Le interazioni tra gli attori sono ulteriormente rafforzate dall'utilizzo di tecniche crittografiche nonché dal sistema delle firme digitali, garantendo sia integrità che riservatezza delle informazioni.

In tale prospettiva si collocano soluzioni ibride sviluppate da operatori del settore, tra cui il modello proposto da Traent S.p.A., che ha ipotizzato una applicazione della *blockchain* su modello ibrido, precisamente un sistema *permissioned* integrato con meccanismi di verifica esterna dei dati.

Anche in tema di *privacy*, tra una massima trasparenza fornita da una *blockchain* pubblica e la mancanza di trasparenza con una *blockchain* privata, Traent prospetta l'adozione di una soluzione intermedia, ibrida, utilizzando delle strutture di dati verificabili dall'esterno e consentendo l'esposizione controllata di porzioni specifiche del registro ad un revisore esterno, di modo che diventi possibile assicurare la trasparenza senza intaccare la riservatezza dei dati presenti sulla catena che rimane privata. Si supporta un *audit* esterno ma allo stesso tempo si garantisce comunque la tracciabilità dei dati ed una riservatezza di quest'ultimi.

Un simile approccio può essere esteso anche a sistemi di Intelligenza Artificiale in ambito diagnostico, connotati come sistemi ad alto rischio, che analizzano immagini mediche per rilevare e classificare le anomalie, aumentando l'accuratezza diagnostica e migliorando l'efficienza dell'assistenza clinica, ed in cui la tracciabilità delle fasi di addestramento e validazione del modello assume particolare rilievo sotto il profilo della trasparenza e dell'affidabilità. In tale contesto, la registrazione su *blockchain* dei *dataset*

[499] M. FARINA, *blockchain e tutela della salute: verso la riorganizzazione dei sistemi sanitari?* In Federalismi.it Rivista di Diritto pubblico italiano, comparato, europeo, 8 luglio 2020; E. SIGNORINI, F. ZAMBARDINO, *La Blockchain e la telemedicina: quali opzioni per la sicurezza e l'integrità dei dati sanitari,* in *Federalismi.it, Rivista di Diritto pubblico italiano, comparato, europeo*, n. 27/2024.

utilizzati, dei parametri di addestramento e delle decisioni rilevanti, consente di garantire auditabilità del processo e verificabilità *ex post* da parte di soggetti terzi, quali organismi notificati ai sensi della disciplina sui dispositivi medici.

Si determina così, un ulteriore assetto in cui la tecnologia *blockchain* può contribuire, da un lato, al rafforzamento della protezione dei dati personali mediante modelli di gestione controllata e selettiva delle informazioni e, dall'altro, alla costruzione di sistema di intelligenza artificiale maggiormente trasparenti e conformi ai principi di *accountability*[500]. Da ciò ne deriva un cambio di paradigma che valorizza il ruolo del paziente, aprendo a nuovi modelli di sanità digitale centrati sulla persona.

Tuttavia, permangono alcune criticità, in particolare connesse ad un necessario adeguamento normativo, la definizione di *standard* tecnici condivisi e la compatibilità con infrastrutture informatiche esistenti. Inoltre, occorre valutare attentamente i limiti di scalabilità dei sistemi ed alla loro effettiva sostenibilità in contesti caratterizzati da un elevato volume di *big data.*

Alla luce delle considerazioni svolte, i modelli *blockchain permissioned* ed ibridi si configurano come soluzioni potenzialmente idonee a coniugare l'esigenza di innovazione tecnologica, efficienza amministrativa e tutela dei diritti fondamentali, contribuendo allo sviluppo di un ecosistema sanitario digitale interoperabile, sicuro e conforme al quadro normativo europeo.

[500] F. SEVERINO, L. SPOSINI, E. VERONA, *La tecnologia blockchain ibrida per lo sviluppo di sistemi di IA affidabili. Due applicazioni pratiche per il monitoraggio delle infrastrutture pubbliche e per il sistema sanitario,* in *Ciberspazio e diritto*, 25, 2024, p. 473 ss.

Conclusioni

Con l'analisi svolta sono state affrontate alcune problematiche in chiave sistematica, consentendo di ragionare su di una serie di interrogativi, che altro non sono se non una piccola parte del portato della rivoluzione digitale in atto, aventi, nonostante il mancato riconoscimento da parte dell'ordinamento, una latente dimensione in parte "normativa", che si proverà di seguito a compendiare.

La premessa storica si radica nella progressiva crisi delle coordinate classiche del diritto, indotta dall'innovazione tecnologica nonché dall'avvento del fenomeno della globalizzazione, con forti ricadute sullo storico problema delle fonti del diritto, che sembra accompagnarsi alla contestuale formazione di spazi regolativi a-territoriali, sfuggenti alla tradizionale riconduzione esclusiva della teoria delle fonti alla sovranità statale.

In tale contesto, la dimensione territoriale, tradizionalmente assunta quale presupposto dell'efficacia delle norme ed intesa inevitabilmente nella sua dimensione materiale (coincidente in questa analisi con l'unità di misura base ovvero quella statale), costituisce uno dei poli estremi dell'analisi, in contrapposizione con lo spazio virtuale, all'interno del quale emergono modelli regolativi di matrice meramente tecnologica, dalla prima elaborazione della *lex informatica* sino alle più recenti declinazioni della *lex criptographica.*

Parallelamente, venendo a mancare la condizione essenziale che garantisce allo Stato l'esercizio della sovranità, la progressiva dematerializzazione dei rapporti giuridici e dei relativi oggetti sollecita un interrogativo di fondo ovvero se sia necessario un rinnovamento dell'impianto delle categorie civilistiche tradizionali -a partire dal concetto di bene ai sensi dell'art. 810 c.c., estremamente sollecitato a ricomprendere entità prive di consistenza materiale ma al contempo dotate di rilevanza economica- ovvero se le soluzioni giuridiche tradizionali possano adeguarsi ai nuovi fenomeni tecnologici, o ancora, in via del tutto estrema, se si imponga una più profonda revisione dell'impianto sistematico sinora riconosciuto.

In tale prospettiva, fenomeni quali la *crypto-assets economy*, la *token-based economy* e altresì la *sharing economy* si presentano non come realtà tra loro isolate, bensì come manifestazioni di una medesima trasformazione strutturale, idonea ad incidere sui modelli di produzione e circolazione della ricchezza.

Alla luce di tale scenario, pare prospettarsi una tendenza, piuttosto generalizzata, a mettere in discussione non solo il culto della legge nel senso di assoluto primato tra le fonti,

ma altresì la concezione formalistica della certezza giuridica, tanto con riguardo ai rapporti che si instaurano tra i soggetti privati, quanto nelle relazioni tra essi e lo Stato nelle sue declinazioni.

Con particolare riguardo al settore della circolazione immobiliare, segnatamente la tenuta e conservazione dei Registri immobiliari ed il processo di formazione dell'effetto traslativo dei diritti reali, sembra schiudersi un varco verso una rinnovata valorizzazione dell'autonomia privata, chiamata non solo a realizzare il negozio traslativo, ma altresì a concorrere nella documentazione e registrazione di tali manifestazioni di autonomia negoziale.

La premessa verosimilmente tecnologica è rappresentata dall'analisi del funzionamento della rete *blockchain* nonché dell'orizzonte ideologico che ne ha accompagnato la nascita ovvero un -per alcuni- insperato tramonto delle intrusioni dello Stato e delle figure che costituiscono una estensione dello stesso, non solo nella dinamica dei sistemi di pagamento ma altresì nella documentazione delle volontà contrattuali e pubblicità delle relative risultanze. In tale contesto si colloca l'emersione del *token,* quale espressione applicativa della tecnologia *blockchain* che consente di rappresentare -e secondo talune impostazioni di veicolare- posizioni giuridiche suscettibili di circolazione.

All'esito delle premesse svolte, è stato possibile affrontare il tema della qualificazione giuridica del *token* e della sua eventuale rilevanza nei meccanismi di trasferimento dei diritti, con particolare riguardo ai diritti reali immobiliari.

Sul piano ontologico, all'esito delle diverse ricostruzioni proposte in dottrina, il *token* può essere ricondotto alla categoria dei beni mobili immateriali atipici, ossia entità digitali create all'interno dell'economia digitale come strumenti funzionali alla soddisfazione di interessi patrimoniali. In tale prospettiva, esso opera come dispositivo di collegamento tra realtà giuridica e sua rappresentazione digitale, attraverso la creazione di un nesso tra la *res* sottostante ed un titolo digitale destinato a circolare in luogo di essa. Tale qualificazione consente di preservare la distinzione strutturale tra il bene ed il diritto, evitando sovrapposizioni tra il piano dell'oggetto e quello della posizione giuridica. Ne consegue che il *token* non può essere qualificato come diritto in senso proprio, ma deve essere inteso come bene immateriale autonomo, eventualmente idoneo a fungere da strumento di rappresentazione del diritto e della sua circolazione pur potendo, in determinati modelli, concorrere alla produzione dell'effetto traslativo in forza della registrazione.

In tale contesto, la relazione tra titolare e *token* evidenzia una forma di controllo esclusivo di fatto, fondata su meccanismi tecnologici, che richiama funzionalmente lo schema proprietario senza tuttavia coincidere con esso sul piano giuridico; tuttavia, si dimostra capace, dal punto di vista tecnico, di ritagliarsi uno spazio di privativa ed esclusiva.

Tale situazione non integra l'emersione di nuovi diritti reali atipici e non determina il superamento del principio del *numerus clausus*, collocandosi piuttosto in una dimensione di fatto suscettibile di regolazione giuridica.

Con specifico riferimento alla circolazione dei diritti immobiliari, emerge la necessità di mantenere una netta distinzione tra il *token* ed il diritto reale sottostante. La titolarità del *token* non comporta, di per sé, l'acquisto del diritto di proprietà sull'immobile sotteso né determina un'estensione automatica della posizione giuridica ai metadati o alle informazioni digitali ad esso associate. Il trasferimento della proprietà immobiliare resta subordinato alle regole dell'ordinamento, in particolare ai sistemi di pubblicità immobiliare.

In tale quadro, la figura dell'*NFT* immobiliare si colloca nell'ambito della c.d. tokenizzazione "debole", nella quale il *token* svolge una funzione rappresentativa del diritto sottostante, senza coincidere con esso né determinarne direttamente il trasferimento. L'eventuale coincidenza tra trasferimento del *token* e trasferimento del diritto presupporrebbe, infatti, un intervento normativo idoneo a creare un vero e proprio "ponte giuridico" tra tecnologia e sistema di circolazione dei diritti.

In questa prospettiva, secondo la logica funzionale e non più meramente ontologica, il *token* può essere inteso come un titolo virtuale, idoneo a rappresentare -e, secondo determinati assetti sistemici, a veicolare, per alcuna dottrina- posizioni giuridiche soggettive, inserendosi in meccanismi di circolazione che trovano nella registrazione il momento perfezionativo del trasferimento, ove il sistema normativo gli riconosca rilevanza giuridica quale elemento del processo traslativo.

L'analisi comparata con il modello del *title by registration,* sul piano della struttura giuridica, ha consentito di evidenziare significative affinità funzionali tra i sistemi di pubblicità costitutiva e le potenzialità offerte dalla tecnologia *blockchain*. In tale prospettiva, la registrazione su registro distribuito potrebbe assumere, in linea teorica, una funzione non meramente dichiarativa, ma costitutiva, ove supportata da un adeguato intervento normativo.

Alla luce di tale impostazione, il *token* può essere interpretato come strumento tecnico-giuridico idoneo a realizzare una tendenziale coordinazione tra *titulus* e *modus adquirendi*, non in senso ontologico, ma sul piano funzionale della circolazione degli effetti giuridici. Esso consente, infatti, la rappresentazione dell'atto negoziale e la sua registrazione in forma automatizzata, potenzialmente rilevante ai fini dell'opponibilità, secondo una logica assimilabile ai sistemi di registrazione costitutiva.

Tuttavia, tale ricostruzione presuppone una scelta normativa esplicita. Solo attraverso il riconoscimento dell'ordinamento il controllo del *token* potrebbe essere elevato a criterio di imputazione della titolarità del diritto reale, analogamente a quanto avviene nei sistemi in cui la registrazione determina l'acquisto del diritto. In assenza di tale intervento, la *blockchain* si configura come un'infrastruttura tecnologica si affidabile, ma priva di autonoma efficacia costitutiva sul piano giuridico-effettuale.

Sembra dunque corretto ricondurre il *token* alla sua configurazione di bene immateriale autonomo, funzionale alla rappresentazione e circolazione di diritti, senza alterare le categorie fondamentali del diritto civile. Si è tentato di affrontare l'annosa questione sulla riforma o adattamento del sistema normativo vigente di fronte alla portata delle nuove tecnologie, per giungere ad affermare che la tecnologia *blockchain* di fatto non sostituisce l'ordinamento, ma ne sollecita una possibile evoluzione funzionale, soprattutto in materia di pubblicità e circolazione dei diritti. Il contributo dell'analisi risiede nell'aver evidenziato come le potenzialità della tecnologia emergano pienamente solo in presenza di una integrazione con il sistema giuridico esistente, e non nella sua sostituzione.

In tale prospettiva, la pretesa dicotomia tra sistemi tradizionali di pubblicità immobiliare e registri distribuiti appare ridimensionata: una forma di "tokenizzazione" dei diritti esiste da sempre nel diritto, dai modelli cartolari sino ai moderni sistemi di circolazione dei titoli.

Il vero discrimine tra una concezione "forte" ed una concezione "debole" della tokenizzazione non risiede nella tecnologia utilizzata, ma nella scelta dell'ordinamento di attribuire o meno al supporto una funzione giuridicamente rilevante ai fini della circolazione del diritto. Ne consegue che il problema, realisticamente, non è cosa sia il *token* in sé, ma quando ed in che misura il diritto decide di attribuirgli rilevanza giuridica. In tale prospettiva, la tokenizzazione immobiliare appare idonea non tanto a sostituire i sistemi di pubblicità immobiliare, quanto piuttosto ad integrarsi in essi come infrastruttura tecnologica potenzialmente funzionale al loro potenziamento. Difatti, è

stato tentato di evidenziare tre possibili livelli atti a valutare il grado di integrazione tecnologica tra la *blockchain* ed il sistema normativo in vigore, da un livello minimo di integrazione sino a giungere al livello più "acuto". I tre livelli descritti rappresentano una declinazione operativa della registrazione costitutiva; in altri termini, la comparazione ha consentito di individuare una struttura giuridica di riferimento, permettendo ai vari livelli di integrazione tecnologica di calibrare, in concreto, le modalità attraverso cui tale struttura può essere modulata. Il richiamo al modello della *title by registration*, compiuto attraverso un tentativo di comparazione, non implica l'adesione a forme radicali di disintermediazione tecnologica, bensì consente di individuare una struttura giuridica, ovvero quella della registrazione costitutiva, entro cui forme più graduali di integrazione della tecnologia *blockchain* -come quella descritta al livello "intermedio" di integrazione tecnologica- possano trovare coerente collocazione. Detto livello, difatti, non contraddice ma bensì presuppone una riconfigurazione in senso registrale del sistema giuridico, quale quella espressa dal modello inglese.

In questo lavoro ciò che desidera emergere, in contrapposizione alle tesi di chi si definisce con colorite espressioni quali "evangelizzatore teocratico" aderendo ad una visione salvifica della tecnologia, considerata la panacea di tutti i mali, è l'idea di una tecnologia non sostitutiva quanto ancillare rispetto ai presidi di legge, svolgendo un ruolo operativo ma senza sostituire i presupposti di validità ed efficacia della circolazione della ricchezza.

Bibliografia

A.A.V.V., *Scientism Prospects and Problems,* Oxford University Press, Oxford, 2019.

ACETO DI CAPRIGLIA S., *Proprietà, beni, diritti reali e regole di opponibilità (diritto comparato) in chiave multilivello e comparata,* in P. FAVA (a cura di), *Diritti reali,* Giuffrè editore, Milano, 2019, p. 86 ss.

AKKERMANS B., *The Numerus clausus of Property Rights,* in *Maastricht European Private Law Institute,* Working Paper n. 2015/10, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2693667.

AKKERMANS B., *The Numerus clausus of Property Rights,* in *Maastricht European Private Law Institute,* Working Paper n. 2015/10, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2693667.

ALLEGRANTI I., TREZZA R., *I non-fungible token (nft) come trampolino di lancio per le città devastate a causa dei disastri ambientali. Un'analisi del fenomeno nella legalità reticolare,* in *Il diritto dell'economia,* 2022, p. 416 ss.

ALLEN J.G., RAUCHS M., BLANDIN A., BEAR K., *Legal and Regulatory Considerations for Digital Assets*, Cambridge Centre for Alternative Finance, 2020, p. 10, reperibile *online* al seguente indirizzo https://www.jbs.cam.ac.uk/faculty-research/centres/alternative-finance/publications/legal-and-regulatory-considerations-for-digital-assets/.

ALPA G., *Code is law: il bilanciamento dei valori e il ruolo del diritto,* in *Contr. impr.,* 2, 2021, p. 386 ss.

ALPA G., MARICONDA V. (a cura di), *Codice civile commentato, Libro I*, IPSOA, Vicenza, 2005, p. 1802.

ALPA G., *New economy e libere professioni: il diritto privato e l'attività forense nell'era della rivoluzione digitale,* in *Contr. impr.,* 3, 2000, p. 1176.

ALPINI A., *Dalla 'platform economy' alla 'cloud economy'. La discussa natura giuridica degli NFTs,* in *Rassegna di Diritto della Moda e delle Arti,* 2, 2022, p. 365-374;

ALPINI A., *L'impatto delle nuove tecnologie sul diritto,* in *Comparazione e diritto civile,* 4, 2018, p. 1-13;

AMRAM D., *Governo dei dati, open ai e salute: profili introduttivi,* in *Rivista Italiana di medicina legale*, n. 2, 2023, p. 293 ss.

ASHTON K., *That 'Internet of Things' Thing,* in *RFiD Journal,* 2009, 22, p. 97 ss., reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.rfidjournal.com/expert-views/that-internet-of-things-thing/73881/.

ASSOCIAZIONE BLOCKCHAIN ITALIA, *Token, asset digitali e ID: i diritti soggettivi in chiave criptolegale,* 11 marzo 2020, reperibile *online* al seguente indirizzo:

https://associazioneblockchain.it/doc/token-asset-digitali-e-id-i-diritti-soggettivi-in-chiave-criptolegale/.

ASTONE A., *Tecnologie intelligenti ed attività negoziale,* in *Nuovo Diritto civile,* 4, 2022, p. 80 ss.

ATTANASIO C., *Inadempimento dello* smart contract, *sistema rimediale e tutela effettiva,* in *Rivista di diritto civile,* 4, 2024, p. 719 ss.

BARELA M., *Accordo, consenso e assenso (brevi note nella prospettiva della crisi del contratto)*, in *Riv. dir. priv*., 2, 2018, p. 225 ss.

BARLOW J.P., *A Declaration of the Independence of Cyberspace,* 8 febbraio 1996, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.eff.org/cyberspace-independence.

BARTOCCI U., *Aspetti giuridici dell'attività letteraria in Roma antica,* Giappichelli Editore, Torino, 2009, 36 ss., 49 ss., 230 ss.

BASSAN F., RABITTI M., *Recenti evoluzioni dei contratti sulla blockchain. Dagli smart legal contracts ai 'contracts on chain',* in *Rivista di Diritto Bancario,* 2023, p. 563 ss.

BATTELLI E., *Epistemologia dei beni immateriali: inquadramento sistematico e spunti critici,* in *Giust.civ.,* 1, 2022, p. 59.

BAUM A., *Tokenisation – The Future of Real Estate Investment?* in *University of Oxford Research*, Gennaio 2020, p. 3, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.sbs.ox.ac.uk/sites/default/files/2020-01/tokenisation.pdf.

BAUWENS M., KOSTAKIS V., PAZAITIS A., *Peer to Peer: The Commons Manifesto,* University of Westminster Press, Londra, 2019, pp. 1 ss.

BECHINI U., *Il Notaio digitale,* Giuffrè, Milano, 2019, p. 160

BELLANTUONO D., COSTANTINO M., PARDOLESI R., *I beni in generale,* in *Trattato di Diritto privato diretto da Pietro Rescigno,* vol. VII, tomo I, Torino, Utet Giuridica, 2005, p. 13.

BELLELLI A., CIANCI A.G., *Beni e situazioni giuridiche di appartenenza. Tra diritti reali e new properties,* Giappichelli, Torino, 2008, p.145 ss.

BELLONI A., *Uberization Il potere globale della disintermediazione: cosa fare perché uno strumento utile non diventi un'ideologia,* Egea, Milano, 2017, p. 40 ss.

BENEDETTI A.M., *Tecnica, Diritto civile e* Smart Contract*. Minimalismo o massimalismo?* in U. SALANITRO (a cura di), *Smart la persona e l'infosfera,* Pisa, Pacini Giuridica, 2022, p. 415 ss.

BENOS E., GARRATT R., GURROLA-PEREZ O., *The economics of distributed ledger technology for securities settlement*, Bank of England, Staff Working Paper n. 670, p. 5, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.bankofengland.co.uk/-/media/boe/files/working-paper/2017/the-economics-of-distributed-ledger-technology-for-securities-settlement

BERG C., DAVIDSON S., POTTS J., *Understanding the Blockchain Economy An introduction to Institutional Cryptoeconomics,* reperibile *online* al seguente indirizzo: https://books.google.it/books?hl=it&lr=&id=Ok6rDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP9&dq=The+Blockchain+Economy:+&ots=hYOme8yi-h&sig=dZfly_lqJQHt9bdgU1NaUuWi12Q&redir_esc=y#v=onepage&q=The%20Blockchain%20Economy%3A&f=false

BERRUTO A., *La nuova disciplina francese dei cryptoasset: un tentativo regolatorio?*, in *dirittobancario.it*, 11 febbraio 2020, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.dirittobancario.it/art/la-nuova-disciplina-francese-dei-crypto-asset-un-imperfetto-tentativo-regolatorio/.

BERTELLI F., *Diritti reali e asset digitali: l'utilizzo dei token nel settore immobiliare,* in *Tecnologie e Diritto,* 2023, 1, p. 60.

BETTI E., *Teoria generale del negozio giuridico*, in VASSALLI (a cura di) *Tratt. dir. civ. it*., Utet, Torino, 1960, p. 125.

BEVIVINO G., *Smart contracts e "assestamenti" della disciplina generale del contratto,* in *Contr. impr.,* 2024, 2, p. 376 ss.

BIANCA C.M., *Le autorità private,* Jovene, Napoli, 1977, p. 4.

BLACKSTONE W., *Blackstone's Commentaries of the Laws of England*, *Book the Second – Chapter the First: Of Property in General,* reperibile *online* al seguente indirizzo: https://avalon.law.yale.edu/18th_century/blackstone_bk2ch1.asp.

BOCCHINI R., *Lo sviluppo della moneta virtuale: primi tentativi di inquadramento e disciplina tra prospettive economiche e giuridiche*, in *Dir. inf*., 2017, 1, p. 27 ss.

BOCCHINI R., *Nuovi beni digitali e mondi dematerializzati. I metaversi,* in R. BOCCHINI (a cura di), *Manuale di diritto privato dell'informatica*, Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli, 2023, p. 368.

BOCCHINI R., *Nuovi beni digitali e mondi dematerializzati. Il metaverso,* in *European Journal of Privacy Law & Technologies,* 1, 2023, p. 46 ss.

BOMPREZZI C., *Commento in materia di Blockchain e Smart contract alla luce del nuovo Decreto Semplificazioni,* in *Diritto Mercato Tecnologia,* 26 febbraio 2019, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.dimt.it/news/breve-commento-alla-legge-11-febbraio-2019-n-12-di-conversione-del-decreto-legge-14-dicembre-2018-n-135-recante-disposizioni-urgenti-in-materia-di-sostegno-e-semplificazione-per-le-imprese-e-per-la-pu/

BOMPREZZI C., *Smart Contract e Blockchain,* in M. PALMIRANI, G. SARTOR, F. GALLI, S. SAPIENZA (a cura di), *Il diritto digitale Temi di informatica giuridica,* Bologna University Press, Bologna, 2026, p. 137 ss.

BOMPREZZI C., Blockchain *e assicurazione,* in *Dir. merc. tecnologia,* 7 luglio 2017, p. 4 ss.

BOMPREZZI C., PALMIRANI M., *Blockchain technology for legislation: preliminary considerations,* in *Comparazione e diritto civile,* 1, 2024, p. 85 ss.

BONELL M.J., *The UNIDROIT Principles and Transnational Law,* in *Uniform Law Review,* 2000, 2, p. 199-217.

BROTTO G., *Criptovalute e mercato immobiliare: tra innovazione e regole,* in *Officina Notarile*, 31 ottobre 2025, https://www.officinanotarile.it/criptovalute-e-mercato-immobiliare-tra-innovazione-e-regole/.

BRUSCHI D., RUSCONI D., ZOIA M., *La diversificazione delle tecnologie blockchain,* in *Osservatorio del diritto civile e commerciale,* 2022, 9.

BUONO P., LISI G., *Blockchain, token, smart contracts,* in (a cura di V.V. CUOCCI, F.P. LOPS, C. MOTTI) *La circolazione della ricchezza nell'era digitale,* Pacini Editore, Pisa, 2021, p. 24 e ss.

BURNSTEIN M.R., *Conflicts on the Net: Choice of Law in Transnational Cyberspace,* in *Vanderbilt J. of Transnational L.,* 1996, p. 80.

BUSACCA A., *I beni digitali nella tassonomia dei beni giuridici,* Cacucci Editore, Bari, 2023, p. 11 ss.

BUTERIN V., *Ethereum: A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform*, 2014, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://ethereum.org/content/whitepaper/whitepaper-pdf/Ethereum_Whitepaper_-_Buterin_2014.pdf.

CAFORIO G., *La blockchain determina difficoltà nel determinare le regole da applicare e la giurisdizione competente,* in *Il Diritto industriale*, 2, 2023, p. 149 ss.

CALLEGARO F., *Virtual Financial Assets: un primo complesso approccio legislativo. Analisi della Regolamentazione maltese,* in www.dirittobancario.it, ottobre 2019, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.dirittobancario.it/art/virtual-financial-assets-un-primo-complesso-approccio-legislativo-analisi-della-regolamentazione-maltese/.

CALZOLAIO E., *Beni digitali e proprietà tra civil law e common law,* in *Riv. crit. Dir. priv.,* 2023, p. 294 ss.

CALZOLAIO E., *Bitcoin:Le sfide dell'autoregolazione,* in *Osservatorio sulle fonti,* 2, 2021, p. 1360.

CALZOLAIO E., *Digital assets and Property: Comparative remarks from a Civil Law Perspective,* in *Comparative Law Rewiew,* 14, 2024, 2, p. 17 e ss. ;

CALZOLAIO E., *Il Bitcoin come oggetto di property. Note a margine di una recente sentenza della High Court,* in *Foro it.,* 2020, 9, p. 494 e ss.

CALZOLAIO E., *Il Regolamento sullo spazio dei dati sanitari nella prospettiva della cittadinanza europea,* in *Dir. inf.,* 2025, p. 315 ss.

CALZOLAIO E., *La proposta di legge del Regno Unito sui "beni digitali",* in *Foro it*., 2024, 10, p. 385 e ss.;

CAMARDI C., *Cose, beni e nuovi beni, tra diritto europeo e diritto interno,* in *Europa e Diritto Privato,* 2018, 3, p. 955 ss.

CAMARDI G., *L'eredità digitale. Tra reale e virtuale,* in *Dir. inf.,* 2018, p. 65 ss.;

CAMMARATA M., *Quali leggi per il "territorio Internet?* in *InterLex Diritto Tecnologia informazione*, 19 giugno 1997, reperibile *online* al seguente indirizzo http://www.interlex.it/regole/mcmeta1.htm.

CANDIAN A., GAMBARO A., POZZO B., *Property, Proprietà, Eigentum*, in *Collana Quaderni di diritto comparato,* Padova, Cedam, 1992, p. 13.

CAPACCIOLI S., *Introduzione tecnica,* in S. CAPACCIOLI, M. T. GIORDANO (a cura di) *Crypto-asset: Regolamento MiCA e DLT Pilot Regime,* Giuffrè, Milano, 2023, 12 e ss.

CAPACCIOLI S., *Introduzione. Paradigma interpretativo delle criptoattività,* in S. CAPACCIOLI (a cura di), *Criptoattività, criptovalute e bitcoin,* Giuffrè, Milano, 2021, p. 65 ss.

CAPALDO G., *I token nell'ordinamento privatistico,* in P.L. CARDELLA, E. DELLA VALLE, F. PAPARELLA (a cura di) *Tributi, economia e diritto nel Metaverso,* Pacini Editore, Pisa, 2023, 81.

CAPPIELLO B., *Lo* smart (legal) contract, in R. CAVALLO PERIN, D. GALETTA (a cura di), *Il Diritto dell'Amministrazione Pubblica digitale,* Giappichelli, Torino, 2025, p. 380 ss.

CAPPS D., *Electronic Conveyancing: The Future of Property Transfer?,* in *New Law J*., 2001, p. 862 ss.

CARNELUTTI F., *La figura giuridica del notaro,* in *Riv. Trim. dir. Proc. civ.,* 1950, p. 921.

CARRIÈRE P., *Cripto attività quali rappresentazioni "originarie" o "derivative". Profili di diritto societario e dei mercati finanziari,* in P. CARRIÈRE, N. DE LUCA, M. DE MARI, G. GASPARRI, T.N. POLI, *Tokenizzazione di azioni e azioni tokens, Quaderni giuridici Consob,* 25 gennaio 2023, p. 47 ss.

CARRIÈRE P., *Il regolamento MICA e il rebus NFT*, in *Diritto bancario.it,* 20 aprile 2022.

CARRIERÈ P., *La "cripto-arte" e i non-fungible tokens (NFTs): tentativi di inquadramento giuridico,* in *dirittobancario.it,* agosto 2021, p. 1 ss.

CASCINELLI F., BERNASCONI F., MONACO M., *Distributed Ledger Technology e Smart Contract: finalmente è Legge. Prime riflessioni su una rivoluzione tecnologico-giuridica,* in *dirittobancario.it,* 4 marzo 2019, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.dirittobancario.it/art/distributed-ledger-technology-e-smart-contract-finalmente-e-legge-prime-riflessioni-su-una-rivoluzione/.

CASEY M.J., VIGNA P., *La macchina della verità. La blockchain e il futuro di ogni cosa,* Franco Angeli, Milano, 2018.

CASONATO C., *Intelligenza artificiale e diritto costituzionale: prime considerazioni*, in *Diritto pubblico comparato ed europeo*, n. spec. 2019, p. 101 ss.

CASTALDO A., *Metaverso, diritto dell'Unione Europea e la potenziale lesione del diritto alla privacy: profili critici,* in *Euweb Legal Essays Global & International Perspectives,* 2, 2025, p. 19 ss.

CERVELLI S., *Trascrizione ed ipoteca,* Giuffrè Editore, Milano, 2015, p. 7 ss.
CHIANALE A., *Per una rilettura della regola di continuità delle trascrizioni,* in *Riv. dir. civ.,* 2016, 3, p. 772 ss.

CHIANALE A., *Vendita in diritto comparato,* in *Digesto, Sez. civ.,* XIX, Utet, Torino, 1999, p. 687 ss.

CHIANALE A., voce *Conveyance,* in *Dig. Disc. Priv.,* IV ed., Sez. civ., IV, Utet, Torino, 1989, p. 382.

CHIOFALO D., *Blockchain.. e il Notariato?* in *Federnotizie*, 20 febbraio 2019, reperibile al seguente indirizzo: https://www.federnotizie.it/blockchain-e-il-notariato/.

CHOHAN U.W., *Non-Fungible Tokens (NFTs) Early Thoughts & a Research Agenda (March 8, 2024),* in *Critical Blockchain Research Initiative (CBRI), Working Papers, 2021,* reperibile al sito https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3822743.

CIAN M., *La criptovaluta – Alle radici dell'idea giuridica di denaro attraverso la tecnologia: spunti preliminari,* in *Banca borsa tit. cred.,* 2019, p. 318.

CICU A., *Gli automi del diritto privato,* in *I Filangieri*, 1901, p. 561 ss

CINELLI P., *Gli* asset *virtuali e l'identità degli oggetti:* digital twins, in *Notariato e nuove tecnologie a servizio del patrimonio artistico e museale. Realtà virtuale e garanzie,* 2024, 1, p. 108.

CINQUE A., *Gli* smart contract *nell'ambito del* Fintech *e dell'*Insurtech, in *Juscivile,* 1, 2021, p. 187 ss.

CINQUE A., *I Non-Fungible Token (NFT)*, in A. MANIACI (a cura di), *Nuovi beni e New Properties*, Pacini Giuridica, Pisa, 2023, p. 118 ss.

CINQUE A., *La Blockchain,* Pacini Editore, Pisa, 2022. Con riguardo a specifici ambiti del diritto civile influenzati dall'avvento delle nuove tecnologie, *ex multis*

CINQUE A., *La compravendita immobiliare tramite* blockchain, *criptovalute e NFT,* in *Nuovo Diritto civile,* 2023, 1, p. 3-4.

CIRONE E., *Gli spazi di sperimentazione normativa nell'Unione Europea: regolamentare l'innovazione tra pincipi e prassi applicative,* in *Riv. inf. Dir.,* 1, 2025, p. 258 ss.

CLARIZIA O., *Lex mercatoria, lex informatica e self-regulation della tecnologia virtuale,* in *Teoria e storia del Diritto privato*, 17, 2024, p. 1 ss.

CONTE DE LEON D., STALICK A.Q., JILLEPALLI A.A., *Blockchain: Properties and Misconceptions,* in *Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 2017, 11, p. 268 ss.

CUCCURO P., *Blockchain ed automazione contrattuale. Riflessioni sugli smart contract*, in *Nuova giur. civ. comm.*, 2017, p. 111.
CUOCCI V.V., *Blockchain e dati personali. Rischi e prospettive di tutela,* in (a cura di V. V. CUOCCI ET AL.) La circolazione della ricchezza nell'era digitale, Pacini Giuridica, Pisa, 2021, pp. 384 e ss.

D. DI SABATO, *Gli smart contracts: robot che gestiscono il rischio contrattuale*, in *Contr. impr.*, 2017, 2, p. 386.

D'ALOIA D.S., *Il token immobiliare nel contesto del codice civile italiano,* in *European J. of Law & Technologies,* 2025, 2, p. 12 ss.

D'ONOFRIO M., *La versatilità degli NFT e le loro funzionalità nel campo della circolazione e catalogazione delle opere d'arte,* in *Aedon Rivista di arti e diritto on line,* 2024, 1, p. 81 ss.

DAMIANI E., *Blockchain application in general private law: the Notarchain case,* in A. CALIGIURI (eds.) *Legal Technology Transformation. A Practical Assesment,* Editoriale Scientifica, Napoli, 2020, p. 229 ss.,

DAMIANI E., *L'impatto della cripto-art e dei Non Fungible Tokens sulla teoria dei beni e delle situazioni giuridiche di appartenenza,* in P.G. MONATERI (a cura di), *Scritti in memoria di Rodolfo Sacco,* Vol. I, Utet Giuridica, Milano, 2024, p. 509 ss.

DAMIANI E., *Note in tema di conclusione del contratto mediante sistemi automatici (spunti per una rilettura della tesi di Antonio Cicu)*, in *Rass. dir. civ.*, 2, 2020, p. 749 ss.

DAMIANI E., Smart contracts *e circolazione degli immobili,* in A. ALBANESE, L. GUFFANI PESENTI, S. TOMMASI (a cura di), *Il diritto privato nell'economia digitale Tutele giurisdizionali e autorità indipendenti,* Giappichelli Editore, Torino, 2025, p. 117 ss.

DAMIANI E., Smart contracts *e circolazione degli immobili,* in *Dir. Merc. Tecnologia*, 8 dicembre 2023, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.dimt.it/news/intervista-al-prof-enrico-damiani-smart-contracts-e-circolazione-degli-immobili/.

DAMIANI E., *Cripto-arte e non fungible tokens: i problemi del civilista,* in *Rassegna di diritto della Moda e delle Arti,* 4 maggio 2023.

DE CARIA R., *L'impatto della tokenizzazione sui diritti di proprietà,* in *Media Laws*, 3, 2021, p. 93.

DE CARIA R., *La liberalizzazione dei servizi notarili in prospettiva giuseconomica, tra interesse pubblico, concorrenza e vincoli europei,* in *Il Nuovo Diritto delle Società*, 2021, 11, p. 1729 ss.

DE MARI M., *Le cripto-attività nella disciplina MiCar e la finanziarietà delle "cripto-attività non finanziarie"* in *Dialoghi di Diritto dell'Economia* 2023, p. 3.

DE MARI M., *Le cripto-attività tra unità e molteplicità,* in *Diritto commerciale digitale,* 1, 2025, p. 6 ss.

DE MARZO G., *Nozione di beni, universalità di mobili e pertinenze,* in R. CONTI (a cura di), *La proprietà e i diritti reali minori. Beni, limiti, tutela nazionale e sovranazionale,* Giuffrè editore, Milano, 2009, p. 4.

DE MINICO G., *Big Data e la debole resistenza delle categorie giuridiche. Privacy e* '*lex mercatoria*', in *Diritto pubblico*, 1, 2019, p. 89 ss.

G. DE NOVA- B. INZITARI- G. TREMONTI- G. VISENTINI (a cura di), *Dalle res alle New Properties*, Giuffrè, Milano, 1991, p. 13 ss.

DE STASIO V., *Verso un concetto europeo di moneta legale: valute virtuali, monete complementari e regole di adempimento*, in *Banca borsa tit. cred*., 2018, p. 747 ss.

DEL GATTO S., *Nuove tecnologie, pubblica amministrazione e rapporto con gli amministrati. Brevi note sulle tendenze in atto,* in *Diritto pubblico,* 1, 2025, p. 169 ss.

DELFINI F., *Blockchain, Smart Contracts e innovazione tecnologica: l'informatica e il diritto dei contratti,* in *Riv. dir. priv.,* 2, 2019, p. 167 ss.

DI CIOMMO, F. *Smart contract e (non-) diritto. Il caso dei mercati finanziari*, in *Nuovo dir. civ.*, 4, 2019, p. 257 ss., spec. p. 259.

DI MARTINO A., *Il territorio dallo Stato-Nazione alla globalizzazione. Sfide e prospettive dello Stato costituzionale aperto,* Giuffrè Editore, Milano, 2010.

DI SABATO D., *Gli smart contracts: robot che gestiscono il rischio contrattuale,* in *Contr. impr*., 2017, 2, p. 378 ss.

DIENER M.C., *Il contratto in generale,* Giuffrè Editore, Milano, 2015, p. 390-395.

DITIFECI F., *La terminologia della proprietà e del possesso nel diritto inglese,* in M. INGENITO (a cura di), *Didattica della lingua inglese nelle facoltà non umanistiche,* Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli, 2002, p. 23 ss.

DONEGANA L., *Blockchain technology, notai e certezza del diritto,* in *Federnotizie*, 9 maggio 2017, reperibile al seguente indirizzo: https://www.federnotizie.it/blockchain-technology-e-certezza-del-diritto/#more-8505;

DOWLING M., *Is non-fungible token pricing driven by cryptocurrencies?* in *Finance Research Letters* 2022, 44, p. 1 ss.

DUROVIC M., JANSSEN A., *The formation of Blockchain-based Smart Contracts in the Light of Contract Law,* in *Eur. Rev. of Priv. L.,* 6, 2019, p. 755.

EL JAOUHARI A., SAMADHIYA A., KUMAR A., CHOKSHI H., SESPLAUKIS A., RASLANAS S., *Tokenization and the future of property investment: a new paradigm for real estate,* in *International Journal of Strategic Property management,* 29, 2025, p. 298.

EPIFANIA M., *La* tokenizzazione *degli* asset. *I limiti all'utilizzo delle* distributed ledger technologies *nel settore immobiliare*, in *Rivista Giuridica del Molise e del Sannio,* 7, 2025, p. 16 ss.

ETTORE A.A., IUDICA S., *La pubblicità immobiliare e i servizi ipotecari, Norme, Procedimenti e Servizi,* Giuffrè Editore, Milano, 2011, p. 23 ss.
F.P. PATTI, *L'offerta al pubblico di cripto-attività nel titolo II del Regolamento Mica,* in *Rivista di Diritto Civile* 2024, 1, p. 97 ss.

FABIANI E., LEO M., *L'autenticità del titolo per la trascrizione nei registri immobiliari,* Studio n. 463-2017/C, Consiglio Nazionale del Notariato, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.notariato.it/wp-content/uploads/463-2017-C_0.pdf.

FAINI F., *Diritto e tecnologia. Il diritto dell'informatica,* in F. FAINI, S. PIETROPAOLI, *Scienza giuridica e tecnologie informatiche: temi e problemi,* (II ed.) Torino, Giappichelli, 2021, p. 16.

FAINI F., *Il diritto nella tecnica: tecnologie emergenti e nuove forme di regolazione,* in *Federalismi.it,* 16, 2020, p. 79 ss.

FAINI F., PIETROPAOLI S., *Scienza giuridica e tecnologie informatiche: temi e problemi,* (II ed.) Torino, Giappichelli, 2021.

FAIOLI M., *Sistemi di «social» blockchain, previdenza pubblica e smart contracts,* in *RDSS,* 3, 2018, p. 489 ss.

FARINA M., *blockchain e tutela della salute: verso la riorganizzazione dei sistemi sanitari?* In *Federalismi.it Rivista di Diritto pubblico italiano, comparato, europeo*, 8 luglio 2020.

FERIOLI E.A., *L'intelligenza artificiale nei servizi sociali e sanitari: una nuova sfida al ruolo delle istituzioni pubbliche nel welfare italiano?,* in *BioLaw Journal Rivista di BioDiritto*, n. 1, 2019, p. 163 ss.

FERRARESE M.R., *Poteri nuovi,* Il Mulino, Bologna, 2022, pp. 74 e ss.

FERRARESE M.R., voce *Globalizzazione giuridica,* in *Enciclopedia del Diritto*, Annali IV, Giuffrè Editore, Milano, 2011, p. 549.

FERRARI I., Registration: *il sistema inglese della trascrizione immobiliare,* in I. FERRARI, M.D. PANFORTI, C. VALENTE, (a cura di), *Abitare Contratti e tutela giudiziaria,* Mucchi Editore, Modena, 2013, p. 72 ss.

FERRARI M., *Proprietà e diritto a essere inclusi,* in *Riv. crit. dir. priv.,* 2016, 4, p. 525 ss.

FICHTE J.G., *Lo Stato secondo ragione o lo Stato commerciale chiuso: saggio di scienza del diritto e d'una politica del futuro,* Bocca, Torino, 1909, p.78 ss.

FINCK M., *Blockchains and Data Protection in the European Union,* Max Planck Institute for Innovation and Competition, Research Paper n. 18/01, 30 novembre 2017, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3080322.

FINOCCHIARO G., BOMPREZZI C., *A legal analysis of the use of blockchain technology for the formation of smart legal contracts*, in *Media Laws*, 2, 2020, p. 111 ss.

FINOCCHIARO G., *La sovranità digitale,* in *Diritto pubblico,* 3, 2022, p. 809 ss.

FINOCCHIARO G., Lex mercatoria *e commercio elettronico. Il diritto applicabile ai contratti conclusi su Internet,* in *Contr. impr.,* 2, 2001, p. 571 ss.

FINOCCHIARO G., *Riflessioni su diritto e tecnica,* in *Dir. inf.,* 2018, p. 833 ss.

FORTUNA J., *Smart Contract e volontà contrattuale un percorso nel diritto dei contratti italiano e inglese,* Editoriale Scientifica, Napoli, 2024, p. 18.

FRANCUCCI I., *Trasparenza, blockchain e gestione dei rifiuti,* in *Dir. amm.,* 1, 2024, p. 273 ss.

FREZZA G., *Circolazione immobiliare e certezza del diritto,* in *Riv. dir. priv.,* 2, 2018, p. 167 ss.

FROSINI T.E., *Le sfide attuali del diritto ai dati personali,* in S. FARO, T.E. FROSINI, G. PERUGINELLI (a cura di), *Dati e algoritmi. Diritto e diritti nella società digitale,* Il Mulino, Bologna, 2020, p. 35.

FROSINI V., *Il diritto nella società tecnologica,* Giuffrè Editore, Milano, 1981, p. 232 ss.;

FROSINI V., *Cibernetica, diritto e società,* Milano, Edizioni di comunità, 1968;

FROSINI V., *Il giurista e le tecnologie dell'informazione,* Bulzoni, Roma, 2000, p. 9 ss.;

FURNARI S.L., *Decentralization: the Search for a Legal Definition,* pubblicato in data 1 marzo 2026, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=6917078.

FUSARO A., *Il numero chiuso dei diritti reali,* in *Riv. crit. Dir. priv.,* 2000, 3, p. 439 ss.;

GABBA C.F., *Il telefono e la giurisprudenza,* in *Riv. dir. comm.,* 1913, 11, p. 177 ss.

GABRIELLI G., *La pubblicità immobiliare,* in *Trattato di Diritto Civile diretto da Rodolfo Sacco,* Utet Giuridica, Milano, 2012, p. 5 ss.

GALGANO F., *Lex mercatoria. Storia del diritto commerciale,* Il Mulino, Bologna, 1993.

GALGANO F., *Diritto privato,* Cedam, Padova, 1996, p. 101.

GALGANO F., *Diritto privato,* Cedam, Padova, 1994, p. 129 ss.

GALGANO F., *Diritto ed economia alle soglie del nuovo millennio,* in *Contratto e impresa,* 2000, p. 199 ss.

GALLONE G., Blockchain, *procedimenti amministrativi e prevenzione della corruzione*, in *Il diritto dell'economia,* 3, 2019, p. 187 ss.

GAMBARO A., *La Proprietà,* in G. IUDICA, P. ZATTI (a cura di), *Trattato di Diritto Privato,* 2 ed., Giuffrè, Milano, 2017, 110 e ss.

GAMBARO A., *Dalla new property alle new properties (Itinerario, con avvertenze, tra i discorsi giuridici occidentali)*, in V. SCALISI (a cura di), *Scienza e insegnamento del diritto civile in Italia, Convegno in onore del Prof. Angelo Falzea, Messina, 4-7 giugno 2002*, Giuffrè Milano, 2004, 675 ss.

GAMBINO A., *I sette vizi capitali dei giudici*-robot (*tra* Blockchain *e* AI), 11 dicembre 2018, reperibile al seguente indirizzo: https://www.agendadigitale.eu/cultura-digitale/i-sette-vizi-capitali-dei-giudici-robot-tra-blockchain-e-ai/.

GAMBINO A.M., BOMPREZZI C., *Blockchain e protezione dei dati personali,* in *Dir. inf.*, 3, 2019, p. 623 ss.

GAMBINO F., *Blockchain, smart contract e diritto sradicato,* in *Tecn. Dir.*, 2, 2021, p. 29 ss.

GANGI P.M., *Diritto dei non-fungible token (NFT),* Giappichelli Editore, Torino, 2024, p. 2 ss.

GARRIDO J.M., *Digital Tokens: A Legal Perspective*, *International Monetary Fund,* WP/23/151, p. 23, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2023/07/28/Digital-Tokens-A-Legal-Perspective-537041.

GASPARRI G., *Timidi tentativi giuridici di messa a fuoco sul bitcoin: miraggio monetario crittoanarchico o soluzione tecnologica in cerca di problema?* in *Il Diritto dell'informazione e dell'Informatica,* 2015, p. 428.

GATTI A., *Istituzioni e anarchia nella rete. I paradigmi tradizionali della sovranità alla prova di Internet,* in *Dir. Inf.,* 3, 2019, p. 711 ss.

GENTILI A., *La volontà nel contesto digitale: interessi del mercato e diritti delle persone,* in *Riv. trim. dir. proc. civ.,* 3, 2022, p. 701;

GENTILI A., *Ricchezza digitale e responsabilità patrimoniale*, in *Contr. impr.,* 4, 2023, p. 1119 ss.

GIANNACCARI A., *Il fascino (imperscrutabile?) dei Non Fungible Tokens, tra dinamiche di mercato e diritti di proprietà digitale,* in *Mercato Concorrenza regole*, 2023, 1-2, p. 105 ss.

GIANNINI M.S., *Certezza pubblica*, in *Enc. Dir.*, VI, Giuffrè, Milano, 1960, p. 769 ss.

GIOIA G., Enforcement *dell'immateriale: i* Principles *dell'ELI e la costruzione di un diritto europeo dei* digital assets, in *Rivista dell'esecuzione forzata*, 4, 2025, p. 863 ss.

GIULIANO G., *Le risorse digitali nel paradigma dell'art. 810 cod. civ. ai tempi della Blockchain,* in *La Nuova Giurisprudenza Civile Commentata,* 2021, 5, p. 1214 ss.

GIULIANO M., *La blockchain e gli* smart contracts, *nell'innovazione del diritto del terzo millennio*, in *Dir. Inf.,* 6, 2018, p. 989 ss.

GOLA C., CAPPA V., FIORENZA P. E AL., *La governance delle blockchain e dei sistemi basati sulla tecnologia dei registri distribuiti,* Occasional Papers Banca d'Italia, 773, 2023, p. 12.

GRANIERI M., PARDOLESI R., *Decostructing NFTS as Decentralised Digital Property,* in L. SILIQUINI-CINELLI, D. GIANTI, M. BALESTRIERI (eds.), *The Grand Strategy of Comparative Law. Themes, Methods, Developments,* Routledge, Londra, 2024.

GRANIERI M., PARDOLESI R., *I* Non-Fungible Tokens (*NFTs) come oggetto di proprietà digitale (o di possesso?)* in M. GRAZIADEI E AL. (a cura di) *Chi resiste alla globalizzazione? Globalismi, regionalismi, nazionalismi nel diritto del XXI secolo, Atti del Convegno Nazionale SIRD dedicato alla memoria di Rodolfo Sacco, Bologna, 13-15- ottobre 2022,* Bologna University Press, Bologna, p. 199.

GRAZIADEI M., *Il mondo di common law, la pubblicità e le forme della ricchezza moderna,* in SOCIETÀ ITALIANA DEGLI STUDIOSI DEL DIRITTO CIVILE (a cura di), *Pubblicità degli atti e delle attività,* Edizioni Scientifiche italiane, Napoli, 2014, p. 481 ss.

GRIECO C., *Oltre il reale, chi possiede cosa? NFT, metaverso e intelligenza artificiale: la crisi della proprietà intellettuale nel diritto europeo,* in *Unione Europea e Diritti,* 2026, 1, p. 1 ss.

GROSSI P., *Globalizzazione, diritto, scienza giuridica,* in *Foro it*., 2002, V, p. 156.

GROSSI P., *I beni: itinerari fra 'moderno' e 'pos-moderno',* in *Riv. trim. dir. proc. civ.,* 4, 2012, p. 1063 ss.

GUACCERO S., ANDRELLI G., *Non-Fungible Tokens (nfts),* in *Banca Borsa Titoli di Credito,* 75, 2022, 6, p. 824 ss.

GUARINO A., *Diritto privato romano,* Napoli, 1992, p. 330 nt. 26.2

GUARNERI A., *Diritti reali e diritti di credito*, in *Trattato dei diritti reali*, diretto da A. GAMBARO, U. MORELLO, I, *Proprietà e possesso*, Cedam, Padova, 1979, p. 29 ss.

GUEHENNO J.M., *The End of the Nation-State,* in *University of Minnesota Press,* 1995, p. 19.

GUNNELLA V., *Intelligenza Artificiale: uno sguardo alle strategie ed esperienze del notariato italiano,* in *Notariato,* 1, 2024, p. 49 ss.

H. ROBERTS, J. COWLS, F. CASOLARI, J. MORLEY, M. TADDEO, L. FLORIDI, *Safeguarding European Values with Digital Sovereignity: An Analysis of Statements and Policies,* in *Internet Policy Review,* 3, 2021, 10, p. 2 ss.,

HABERMAS J., *La costellazione postnazionale. Mercato globale, nazioni e democrazia,* Torino, Feltrinelli, 2008, p. 103 ss.;

HERIAN R., *Regulating Dispruption: Blockchain, GDPR, and Questions of Data Sovereignity,* in *Journal of Internet Law,* 22, 2018.

HOBBES T., *Leviathan,* (trad. it. a cura di R. SANTI), Bompiani, Milano, 2012.

IEMMA P., CUPPINI N., *La qualificazione giuridica delle criptovalute: affermazioni sicure e caute diffidenze,* in www.dirittobancario.it, marzo 2018, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.dirittobancario.it/art/la-qualificazione-giuridica-delle-criptovalute-affermazioni-sicure-e-caute-diffidenze/.

IORIO C., *Blockchain e diritto dei contratti: criticità e prospettive,* in *Actualidad Juridica Iberoamericana,* 16, 2022, p. 656 ss.

IRTI N., *Il diritto nell'età della tecnica,* Editoriale Scientifica, Napoli, 2007, p. 13 ss.

IRTI N., *Norma e luoghi. Problemi di geo-diritto,* Laterza, Roma-Bari, 2006, p. 3.

IRTI N., *Le categorie giuridiche della globalizzazione*, in *Riv. dir. civ.*, 1, 2002, p. 629.

IRTI N., *Viaggio tra gli obbedienti,* La nave di Teseo Editore, Milano, 2021, p. 167.

IRTI N.,SEVERINO E., *Le domande del giurista e le risposte del filosofo (un dialogo su diritto e tecnica),* in *Contratto e Impresa,* 2006, p. 665 ss.,

JANNARELLI A., *Beni, interessi, valori. Profili generali* in N. LIPARI (a cura di) *Trattato di diritto privato europeo,* vol. II, Cedam, Padova, 2003, p. 291 ss.

JANSSEN A.U., PATTI F.P., *Demistificare gli smart contracts,* in *Oss. dir. civ. e comm.*, 2020, 1, p. 31 ss.

JOHNSON D.R., POST D., *Law And Borders. The Rise of Law in Cyberspace,* in *Stanford L. Rev.,* 5, 1996, 48, pp. 1367 ss.

KELSEN H., *La dottrina pura del diritto,* (trad. it. a cura di MARIO G. LOSANO) Torino, Einaudi editore, 1966, p. 217 ss.

KONASHEVYCH O., *General Concept of Real Estate Tokenization on Blockchain*, in *European Property Law Journal,* 1-2, 2020, 9, p. 21 ss.

LA FATA F., *Distributed ledger technology e token crittografici. Un "sistema" alternativo di circolazione della ricchezza? (e dei diritti?),* in *Persona e Mercato*, 1, 2023, p. 94.

LAMETTI D., "*Cloud computing": verso un terzo "Enclosures Movement"?,* in *Riv. crit. Dir. priv.,* 2012, p. 363 ss.

LAURENT P., CHOLLET T., BURKE M., SEERS T., *The tokenization of assets is disrupting the financial industry. Are you ready?,* in *Inside magazine Issue,* 2019, reperibile *online* al seguente indirizzo: *https://www.wyoleg.gov/InterimCommittee/2019/S3-20190506TokenizationArticle.pdf.*

LAURINI G., PERLINGIERI G., *Professioni legali e nuove tecnologie,* in *Tecn. Dir.,* 1, 2021, p. 175 ss.

LEES E., *Title by Registration: Rectification, Indemnity and Mistake and the Land Registration Act 2002,* in *The Modern Law Review,* 76, 2013, p. 62 ss.

LELLA L., STORTI N., *La tecnologia blockchain supporta le aziende sanitarie nella realizzazione di servizi online per i cittadini che siano compliant al GDPR. Le applicazioni di questa innovazione oltretutto possono aiutare a coordinare l'assistenza e a risolvere i problemi di interoperabilità,* in Agenza digitale, 17 gennaio 2020, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.agendadigitale.eu/documenti/dati-sanitari-ecco-come-proteggerli-con-la-blockchain/ .

LEMBO M., *Il Regolamento UE 2023/1114 (MiCA) sul mercato delle cripto valute,* in *Contr*., 2025, 1, p. 70 ss.

LEMME G., PELUSO S., *Criptomoneta e distacco dalla moneta legale: il caso bitcoin* in *Rivista di Diritto Bancario,* 2016, p. 390 ss.

LEMME G., *Rilievi essenziali sugli sviluppi normativi in tema di blockchain,* in *Non solo Diritto Bancario,* 26 maggio 2026, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.dirittobancario.it/art/rilievi-essenziali-sugli-sviluppi-normativi-in-tema-di-blockchain/.

LESSING L., *The Law of Cyberspace,* Aprile 1998, reperibile *online* la seguente indirizzo: https://cyber.harvard.edu/works/lessig/laws_cyberspace.pdf.

LESSING L., *Code and other laws of cyberspace version 2.0,* Basic Books, New York, 1999, p. 8.

LESSING L., *Code is Law. On Liberty in cyberspace,* in *Harvard magazine,* 2000.

LESSING L., *The Constitution of Code: Limitations on Choice – Based Critiques of Cyberspace Regulation,* in *CommonLaw Conspectus: Journal of Communications Law and Policy,* 5, 2, 1997, p. 181 ss

LETTERIELLO S., *NFT e Metaverso,* in V. D'ANTONIO, A. MUSIO (a cura di), *I Non Fungible Token. Le frontiere digitali del diritto,* Pacini Editore, Pisa, 2024, p. 23 ss.

LI F., *The impact of Technological Developments in Virtual Real Estate on Transactions: Virtual Reality, Blockchain, Tokens,* in F. BALLI, H. N. A. YONG, S. A. QALATI, Z. ZENG (eds.), *Proceedings of the 2023 2nd International Conference on Economics, Smart Finance and Contemporary Trade (ESFCT 2023), Advances in Economics, Business and Management Research 261*, p. 107 ss.

LICINI C., *Riusciranno i notai a non essere disintermediati nel mondo telematico? Parte I,* in *Federnotizie*, 11 febbraio 2019, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.federnotizie.it/riusciranno-i-notai-a-non-essere-disintermediati-nel-mondo-telematico-parte-i/.

LIPARI N., *Le categorie del diritto civile,* 2013, Giuffrè, Milano, p. 11-20, 41.

LOEVINGER L., *Jurimetrics The Next Step Forward,* in *Minnesota L. Rev. – Journal of the State Bar Association*, 33/5, 1949.

LONGOBUCCO F., *Utopia di un'autonoma Lex Criptographi(c)a e responsabilità del giurista. Dallo smart contract al "giusto rimedio" del "re-coding" tra "testo informatico" e "regolamento definitivo",* Napoli, Edizioni Scientifiche Italiane, 2023, p. 1 ss.

LOPS F.P., *Ritualità e incompletezza dell'atto digitale,* in V.V. CUOCCI, F.P. LOPS, C. MOTTI (a cura di), *La circolazione della ricchezza nell'era digitale,* Pacini Editore, Pisa, 2021, pp. 81 e ss.

LUCIANI A.M., *La nuova* '*lex mercatoria*', in *Osservatorio sulle fonti*, 1, 2021, p. 246 ss., reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.osservatoriosullefonti.it/archivi/archivio-saggi/numeri-speciali/speciale-l-impatto-delle-dinamiche-transnazionali-sui-sistemi-normativi-1-2021/1603-la-nuova-lex-mercatoria/file.

LUHMANN N., *La fiducia,* Il Mulino, Bologna, 2002.

LUPI R., *Metaverso e merci virtuali: opportunità e limiti*, in P.L. CARDELLA, E. DELLA VALLE, F. PAPARELLA (a cura di) *Tributi, economia e diritto nel Metaverso,* Pacini Editore, Pisa, 2023, p. 22.

LUPOI M., *Common Law e Civil Law (alle radici del diritto europeo),* in *Foro it.,* 1993, V, p. 431 ss.

MACERATINI M., *Digital in creative activity, between copyright and NFT,* in *European Public & Social Innovation Review,* 2025.

MAESTRI E., *Lex informatica e soft law. Le architetture normative del cyberspazio*, in P. MORO, C. SARRA (a cura di), *Tecnodiritto. Temi e problemi di informatica e robotica giuridica,* FrancoAngeli, Milano, 2017, p. 162.

MAESTRI E., *Lex informatica. Diritto, persona e potere nell'età del cyberspazio,* Napoli, Edizioni Scientifiche Italiane, 2015, p. 24.

MAIORCA C., *La cosa in senso giuridico. Contributo alla critica di un dogma,* Napoli, Edizioni Scientifiche Italiane, 1937, p. 33 ss.

MANFREDI L., *Progetto pilota per la realizzazione, su Blockchain, del fascicolo Sanitario Elettronico con il coinvolgimento dei Fondi Sanitari Integrativi nel flusso di dati,* in *Federalismi.it,* 9 agosto 2023.

MANTOVANI M.P., *Il diritto dei contratti nell'era delle nuove tecnologie,* in *Annali della Facoltà Giuridica dell'Università di Camerino – Studi n. 10/2021,* p. 4 ss.

MARINO G., *La «successione digitale»* in *Oss. dir. civ. comm.,* 2018, p. 167 ss.

MARINOTTI J., *Tangibility as Technology,* in *Georgia State U. L. Rev.,* 3, 2021, p. 730 ss.

MARKBY W., *Elements of law considered with reference to principles of general jurisprudence,* Clarendon Press, Oxford, 1885.

MARLETTA M., *Blockchain e buona fede: riuscirà la tecnologia a sostituire la fiducia?,* in *Rivista italiana di Informatica e Diritto,* 1, 2025, pp. 1 e ss.

MARRELLA F., *Embargo iracheno e compromettibilità in arbitri delle controversie,* in *Nuova giur. Civ. comm.*, 2004, I, p. 391 ss.

MARTONE I., *Sulla trasmissione del «patrimonio digitale»,* in *Tecn. Dir.,* 2, 2020, p. 420 ss.

MASI D., *Non-Fungible Tokens (NFTs): riflessioni sulla natura giuridica e la disciplina applicabile* in *Rivista Giuridica Europea,* 5, 2022, 1, p. 90-94.

MASSA PINTO I., voce *Territorio e potere,* in *Enc. Dir.*, Annali V, Giuffrè Editore, Milano, 2023, p.1211-1230.

MATERA P., BENINCAMPI A., voce *Blockchain,* in *Digesto IX,, Disc. Priv., Sez. Comm.,* Utet, Torino, 2022, p. 24.

MATTASSOGLIO M., *Le proposte europee in tema di crypto-assets e DLT. Prime prove di regolazione del mondo crypto o tentativo di tokenizzazione del mercato finanziario (ignorando bitcoin)?* in *Rivista di Diritto Bancario,* 2021, p. 415.

MAUGERI M., *Smart Contracts e disciplina dei contratti,* Il Mulino, Bologna, 2021, p. 28 ss.

MAUGERI M., *Smartc contracts e disciplina dei contratti,* in *Oss. dir. civ. e comm.,* 2020, 2, p. 375 ss.

MAXWELL W., BOURREAU M., *Technological neutrality in internet, telecoms and data protection regulation,* in *Computer and Telecommunications L. Rev.,* 2014.

MCCLOSKEY D.N., *The Enclosure of Open Fields: Preface to a Study of Its Impact on the Efficiency of English Agriculture in the Eighteenth Century*, in *The Journal of Economic History*, 32, 1972, p. 15.

MEINRATH H., *Mercati immobiliari digitali Tokenizzazione, blockchain e nuovi modelli di proprietà in un contesto internazionale,* Bremen University Press, Brema, 2025, p. 23 ss.

MENGONI L., *Diritto e tecnica,* in *Riv. Trim. dir. proc. civ.*, 1, 2001, p. 4 ss.

MILANESE M., *L'atto pubblico informatico,* in *comparazioneedirittocivile.com,* reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.comparazionedirittocivile.it/data/uploads/colonna%20sinistra/9.%20IP%20e%20nuove%20tecnologie/milanese_attopubblico2012.pdf.

MINTO A., *Riflessioni sull'applicabilità della disciplina antiriciclaggio ai Non-Fungible Tokens ("NFT"),* in *Rivista di Diritto Bancario*, 2023, 1, p. 32 ss.

MOCCIA L., *Forme della proprietà nella tradizione giuridica europea,* in E. DEL PRATO (a cura di), *Studi in onore di Antonio Cataudella, Tomo II,* Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli, 2013, p. 1436 ss.

MOEREL L., TIMMERS P., *Reflections on Digital Sovereignity,* in *EU Cyber Direct,* Research in Focus series, 15 gennaio 2021, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://eucyberdirect.eu/research/reflections-on-digital-sovereignty.

MOORE J., *How to harness the power of health data to improve patient outcomes,* World Economic Forum, 5 gennaio 2024, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.weforum.org/stories/2024/01/how-to-harness-health-data-to-improve-patient-outcomes-wef24/.

MORINGELLO J.M., ODINET C.K., *The property law of tokens,* in *Fla. Law Rev.,* 74, 2022, p. 607 ss.

MORO VISCONTI R., CESARETTI A., *Il Metaverso tra realtà digitale e aumentata: innovazione tecnologica e catena del valore*, in *Diritto di Internet,* 2022, 3, p. 627 ss.
MORONE R., *Smart Properties,* in R. BATTAGLINI M.T. GIORDANO (a cura di) *Blockchain e Smart Contract,* Giuffrè, Milano, 2019, p. 447 ss.

MORTATI C., *Istituzioni di diritto pubblico,* Padova, 1969, p. 102-103.

MOSCARINI A., *Proprietà privata e tradizioni costituzionali comuni*, Milano, Giuffrè, 2006, p. 181 ss.

MOTTAGHI S.F., STEININGER B.I., YANAGAWA N., *Real Estate Insights: The current state and the new future of tokenization in real estate,* in *Journal of Property Investment & Finance* 2024, 6, p. 615 ss.

NAPOLI C., *Territorio, globalizzazione, spazi virtuali,* in *GdP Dibattito aperto sul Diritto e la Giustizia Costituzionale,* p. 192 ss.

NAPOLITANO E., *The new frontiers of trust: Bitcoins and Cryptocurrencies,* in *Journal of Law, Market & Innovation* 2024, 1, 33 e ss.

NAPOLITANO E., *The new frontiers of trust: Bitcoins and Cryptocurrencies,* in *Journal of Law, Market & Innovation,* 3, 2024, 1, p. 33 ss.

NAVA G., *I non-fungible token,* in AA. VV. (a cura di), *Il diritto nell'era digitale Persona, Mercato, Amministrazione, Giustizia*, Giuffrè, Milano, 2022, p. 240 ss.

NAVARRETTA E., *Introduzione ai profili giuridici della tecnologia Blockchain,* in E. NAVARRETTA, L. RICCI, A. VALLINI, *Il potere della tecnica e la funzione del diritto: un'analisi interdisciplinare di blockchain – Volume I Blockchain, democrazia e tutela dei diritti fondamentali, Atti del ciclo di seminari Pisa 18 dicembre 2020-30 aprile 2021,* Giappichelli Editore, Torino, 2021, p. 8 ss.

NAZZARO A.C., *Proprietà e godimento nel Metaverso*, in (a cura di) F. CIRAOLO, A. MORELLI, *Un diritto virtuale? La regolamentazione giuridica del metaverso,* Editoriale Scientifica, Napoli, 2025, p. 35 ss.

NEGRI DELLA TORRE A., *Distributed Ledger Technologies e dematerializzazione degli strumenti finanziari,* in R. M. MORONE (a cura di) *La trasformazione digitale dell'attività notarile,* Giuffrè, Milano, 2022, p. 147 ss.

NEESON J.M., *Commoners: Common Right, Enclosure and Social Change in England, 1700-1820*, Cambridge, 1993, recensito da D. KEER, in *Cambridge University Press*, 1996, p. 382 ss.

NICOTRA M., SARZANA DI S. IPPOLITO F., *Al via la blockchain revolution: ecco cosa potremo fare grazie alla nuova norma,* 7 febbraio 2019, reperibile *online* sul seguente indirizzo: https://www.agendadigitale.eu/documenti/al-via-la-blockchain-revolution-ecco-tutte-le-novita-e-cosa-si-potra-fare/.

NOZICK R., *Anarchy, State, and Utopia,* New York, Basic Books, 1974.

OCHOA T.T., *Non-Fungible Tokens (Nfts) and copyright law,* in *Santa Clara High Tech L.J.,* 40, 1, 2024, p. 9.

ODINET C.K., TOSATO A., *Tokenized real estate: the Law and tech of digital deeds,* in *Ohio State Law Journal,* 2026, p. 1 ss., reperibile *online* al seguente indirizzo: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=5401703&__cf_chl_tk=SHK2Ws3x_TVoIoB93KstoJi39uNXSwqyNl.NoxNNNsM-1776368679-1.0.1.1-J6m9gDwYLHoIbsVhmMjrBRO5wZGAQIXYgBtaADMH7SM.

ORSINI V., *La protezione dei dati personali,* in *Tecnologia e Diritto*, 2, 2023, p. 385 ss.
ORSINI V., *La protezione dei dati personali nell'epoca delle tecnologie a registri distribuiti,* in *Tecnologie e diritto, 2,* 2023, p. 377 ss.

PACILEO F., *"Finanziarietà" e "negoziabilità" degli NFT: profili giuridici,* in P.L. CARDELLA, E. DELLA VALLE, F. PAPARELLA (a cura di) *Tributi, economia e diritto nel Metaverso,* Pacini Editore, Pisa, 2023, p. 97 ss.

PALAZZO M., *La funzione notarile al tempo dell'ultima transazione: Blockchain e Nft* in V. D'ANTONIO, A. MUSIO (a cura di), *I Non Fungible Token Le frontiere digitali del diritto,* Pacini Editore, Pisa, 2024, p. 147.

PALAZZO M., *Il Notaio nella stagione dei documenti digitali,* in *Vita Notarile,* 3, 2017, p. 6

PALLADINO A., *L'equilibrio perduto della blockchain tra platform revolution e GDPR compliance,* in *MediaLaws,* 2019, p. 144 ss.

PANFORTI M.D., *La vendita immobiliare nel sistema inglese,* Giuffrè Editore, Milano, 1992, p. 5 ss.

PANNETTA F., *Paradise lost? How crypto failed to deliver on its promises and what to do about it,* 23 giugno 2023, documento reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2023/html/ecb.sp230623_1~80751450e6.en.html.

PARDOLESI R., DAVOLA A., «*Smart contract*»*: lusinghe ed equivoci dell'innovazione purchessia,* in *Il Foro Italiano,* V*,* 2019, p. 195 ss.

PAROLA L., MERATTI P., GAVOTTI G., *Blockchain e smart contract: questioni giuridiche aperte*, in *Contr.*, 2018, 6, p. 684.

PASSARETTA M., *La valuta virtuale nel sistema dei servizi di pagamento e di investimento,* Giappichelli Editore, Torino, 2023, p. 12 ss.

PASSARETTA M., *Le valute virtuali in una prospettiva di diritto privato: tra strumenti di pagamento, forme alternative di investimento e titoli impropri,* in S. CAPACCIOLI (a cura di), *Criptoattività, criptovalute e bitcoin,* Giuffrè, Milano, 2021, p. 100 ss.

PASTORE B., *Il soft law nella teoria delle fonti,* in A. SOMMA (a cura di), *Soft law e hard law nelle società postmoderne,* Torino, Giappichelli, 2009, p. 117 ss.

PATTI S., *La tutela civile dell'ambiente,* Cedam, Padova, 1979, p. 147.

PAYNE J.C., *Title Insurance and the Unathorized Practice of Law Controversy*, in *Minnesota Law Review,* 53, 1969, p. 423 ss.

PERLINGERI P., *Il diritto civile nella legalità costituzionale secondo il sistema italiano-europeo delle fonti, IV, Attività e responsabilità*, Giappichelli Editore, Napoli, 2020, p. 86.

PERLINGERI P., *L'informazione come bene giuridico,* in *Rass. dir. civ.,* 2, 1990, p. 326 ss.

PERLINGIERI G., *Produzione scientifica e realtà pratica: una frattura da evitare,* in ID., *Scuole tendenze e metodi. Problemi del diritto civile,* Napoli, Edizioni Scientifiche Italiane, 1989, p. 1 ss.

PERLINGIERI G., *Venticinque anni della Rassegna di diritto civile e la polemica sui concetti giuridici. Crisi e ridefinizione delle categorie,* in P. PERLINGIERI (a cura di), *Temi e problemi*

della civilistica contemporanea. Venticinque anni della Rassegna di diritto civile, Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli, 2005, p. 543 ss.

PERLINGIERI P., *Forma dei negozi e formalismo degli interpreti,* Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli, 1987.

PERNICE C., *Criptovalute, tra legislazione vigente e diritto vivente,* in *Ianus Diritto e Finanza* 2020, 21, p. 44 ss.

PETRELLI G., *Documento informatico, contratto in forma elettronica e atto notarile,* in *Notariato,* 1998, p. 583 ss.

PETRELLI G., *L'autenticità del titolo della trascrizione nell'evoluzione storica e nel diritto comparato,* in *Rivista di Diritto Civile,* 2007, 5, p. 585 e ss.

PETRELLI G., *Profili di regolamentazione dell'attività di ispezione ipotecaria,* in *Notariato,* 1, 1999, p. 59 ss.

PETRELLI G., *Trascrizione immobiliare e Costituzione,* in *Riv. civ.,* 1, 2014, p. 104 ss.

PICHEO G., *Blockchain e settore immobiliare La tokenizzazione del real estate,* in *Dir. merc. Tecn.,* 30 giugno 2022, p. 19 ss.

PIERRO M., *L'origine europea della nozione di cripto-attività e la scelta del legislatore nazionale,* in *Corriere Tributario,* 2024, 4, 382 e ss.

PINNA A., RUTTENBERG W., *Distributed ledger technologies in securities post-trading, Revolution or evolution?*, aprile 2016 n. 172, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpops/ecbop172.en.pdf.

PIRAINO F., *Sulla nozione di bene giuridico in diritto privato,* in *Riv. crit. dir. priv.*, 3, 2012, p. 471.

POLLICINO O., voce *Potere digitale,* in *Enc. Dir.*, Annali V, Giuffrè, Milano, 2023, p. 410 ss.

PONGIBÒ C., *Il Diritto Comparato e la Blockchain,* Napoli-Torino, Edizioni Scientifiche Italiane-Università degli studi di Torino, 2020.

PONGIBÒ C., *Lex mercatoria ex machina*, in *Rivista di diritto dei media*, 2021, 3, p. 77.

PROCIDA MIRABELLI DI LAURO A., *Il trasferimento della proprietà immobiliare nel diritto comparato,* in F. BOCCHINI (a cura di), *Le vendite immobiliari Statuti, tecniche e tutele,* Giuffrè, Milano, 2022, p. 1383 ss.

PUNZI A., *Il sigillo e la macchina. Carnelutti, Satta e il futuro della funzione notarile,* in G. TRACUZZI (a cura di), *La filosofia del diritto di Francesco Carnelutti,* Cedam, Padova, 2019, p. 31 ss.

PUTTI P.M., *Diritto e nuove tecnologie: il caso del formalismo negoziale,* in *Contr. impr.,* 6, 2014, p. 1229 ss.

RADIN M.J., *Proprietà e cyberspazio,* in *Riv. crit. Dir. priv.,* 1, 1997, p. 5.

RAMPONE F., *NFT e token crittografici in chiave civilistica: dal documento informatico agli atomi digitali,* in *Dialoghi di Diritto dell'Economia,* giugno 2023, p. 1 ss.

RAUCHS M., GLIDDEN A., GORDON B., PIETERS G., RECANATINI M., ROSTAND F., VAGNEUR K., ZHANG B., *Distributed ledger technology systems. A conceptual Framework, Cambridge Centre for Alternative Finance,* agosto 2018, p. 19.

REICH C., *The New Property,* in *The Yale Law Journal,* 5, 1964, 73, p. 733 ss.

REIDENBERG J.R., *Lex informatica: The Formulation of Information Policy Rules Through Technology,* in *Texas L. Rev.,* 3, 76, 1998, p. 553 ss.

RESTA G., *Dal dominio sulle cose all'esclusiva sui beni immateriali: questioni attuali in materia di proprietà,* in E. CAPOBIANCO, G. PERLINGIERI, M. D'AMBROSIO (a cura di), *Circolazione e teoria dei beni incontro di studi dell'Associazione dei Dottorati di Diritto Privato, Lecce, 21-22 marzo 2019,* Edizioni Scientifiche italiane, Napoli, 2021 p. 27 ss.

RESTA G., *La successione nei rapporti digitali e la tutela post-mortale dei dati personali,* in *Contr. impr.,* 2019, p. 85 ss.

RESTA G., *Nuovi beni immateriali e* numerus clausus *dei diritti esclusivi,* in G. RESTA (a cura di), *Diritti esclusivi e nuovi beni immateriali,* Utet Giuridica, 2010, p. 20.

RESTUCCIA D., *Il Notaio del terzo Millennio, dalla sharing economy alla blockchain,* in *XXVIII Congresso internazionale del Notariato,* Fondazione Italiana del Notariato, ottobre 2016, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://elibrary.fondazionenotariato.it/indice.asp?pub=52&mn=3.

RICCI L., *La tecnologia delle blockchain: concetti di base,* in E. NAVARRETTA, L. RICCI, A. VALLINI, *Il potere della tecnica e la funzione del diritto: un'analisi interdisciplinare di blockchain – Volume I Blockchain, democrazia e tutela dei diritti fondamentali, Atti del ciclo di seminari Pisa 18 dicembre 2020-30 aprile 2021,* Giappichelli Editore, Torino, 2021, p. 15 ss.

RIFKIN J., *L'era dell'accesso La rivoluzione della new economy,* Mondadori, Milano, 2000, p. 20 ss.

RINALDI R., *Approcci normativi e qualificazione giuridica delle criptomonete*, in *Contr. impr*., 2019, n. 1, p. 257 ss.

RIZZI L., F. BIANCHI (a cura di), *Asset finanziari illiquidi, modalità di smobilizzo e regolamentazione,* Wolters Kluwer, Milano, p. 4.

RODOTÀ S., *La logica proprietaria tra schemi ricostruttivi e interessi reali*, in *Quaderni fiorentini per la storia del pensiero giuridico moderno*, vol. 5-6, *Itinerari moderni della proprietà*, tomo II, 1976-77, p. 881-917.

RODOTÀ S., *Tecniche, tecnologie e regolamentazione giuridica,* in G. PIVA, F- SPANTIGATI (a cura di), *Nuovi moti per la formazione del diritto. Atti del convegno internazionale Roma, Consiglio delle Ricerche, 2-3 giugno 1987,* Padova, Cedam, 1988, p. 387 ss.

ROGARI S., *L'età della globalizzazione. Storia del mondo contemporaneo dalla restaurazione ai giorni nostri*, Torino, Utet giuridica, 2018.

ROWTON SIMPSON S., *Land Law and Registration*, in Cambridge University Press, Cambridge, 1976, p. 30 ss.

RUBECHINI P., *Tecnologia* blockchain *e fiducia amministrativa,* Editoriale Scientifica, Napoli, 2023, p. 63 ss.

RUBINO DE RITIS M., *Obbligazioni pecuniarie in criptomoneta*, in *Giustiziacivile.com*, 2018.

RULLI E., *Incorporazione senza* res *e dematerializzazione senza accentratore: appunti sui* token*, in X Convegno annuale dell'Associazione Italiana dei Professori di Diritto Commerciale "Orizzonti del diritto commerciale", l'evoluzione tecnologica e il diritto commerciale, Roma, 22-23 febbraio 2019,* p. 2 ss.

SABATO D., *Tecnologia algoritmica e attività negoziale* smart, in *Contr. impr*., 2, 2024, p. 365 ss.

SALLUCE A., voce *Chiave Privata*, in G. ZACCARDI, P. PERRI (a cura di), *Dizionario Legal tech,* Giuffrè, Milano, 2020, p. 163 ss.

SANCHEZ FRIAS I., *Secondary uses of health data under the european health data space. Connections with the gdpr and the impact of AI*, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=5143418.

SANDEI C., *Initial Coin Offering e appello al pubblico risparmio,* in M- CIAN, C. SANDEI (a cura di), *Diritto del Fintech,* Padova, Wolters Kluwer, 2020, p. 280 ss.

SANDEI C., *Le Initial Coin Offering nel prisma dell'ordinamento finanziario,* in *Riv. civ.,* 2, 2020, p. 361 ss.

SARZANA F., NICOTRA M., *Diritto della blockchain, intelligenza artificiale e IoT,* Wolters Kluwer, Milano, 2018, p. 23 ss.

SAVELYEV A., *Contract Law 2.0: «smart» contracts as the beginning of the end of classic contract law,* 2016, *Higher School of Economics Research Paper n. WP BRP 71/LAW/2016,* p. 21 ss., reperibile *online* al seguente indirizzo: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2885241.

SCACCIA G., *Il territorio fra sovranità statale e globalizzazione dello spazio economico,* in *Riv. AIC*, 3, 2017, p. 1 ss.

SCALISI V., *Categorie e istituti del diritto civile nella transizione al post-moderno,* Giuffrè, Milano, 2005, p. 19 ss.

SCHALL H., *European Perspectives: Tokenizing Real-Assets in Liechtenstein,* 2 febbraio 2021, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://europeanblockchainassociation.org/2021/02/02/european-perspectives-tokenizing-real-assets-in-liechtenstein/.

SCHELLEKENS M., *Conceptualizations of the controller in permissionless blockchains,* in *Journal of Intellectual Property, Informating Technology and E-Commerce Law,* 2020, p. 215 ss.

SCHMID C.U., HERTEL C., *Real Property Law and Procedure in the European Union General Report,* 31 maggio 2005, European University Institute, p. 36, reperibile online al seguente indirizzo: https://www.eui.eu/Documents/DepartmentsCentres/Law/ResearchTeaching/ResearchThemes/EuropeanPrivateLaw/RealPropertyProject/GeneralReport.pdf

SCIALOJA A., *L'offerta a persona indeterminata ed il contratto concluso mediante automatico,* Città di Castello, Tipografia dello stabilimento S. Lapi, 1902, p. 143 ss.

SCOZZAFAVA O.T., *I beni e le forme giuridiche di appartenenza,* Edizioni scientifiche italiane, Napoli, 2023, p. 16.

SCOZZAFAVA O.T., *La proprietà di Locke*, in ID., *Studi sulla proprietà*, Giappichelli Editore, Torino, 2014, p. 113.

SCOZZAFAVA O.T., *sub*. art. 810 c.c., in P. SCHLESINGER (diretto da), *Il Codice civile Commentario, Dei Beni (Artt. 810-821),* Giuffrè, Milano, 1999, p. 1 e ss.

SCUTIERO V.F., Smart contract *e sistema di diritto,* in *Foro nap.,* 2019, p. 121 ss.

SERIO M., *Property (Diritto inglese),* in R. CONTI (a cura di), *La proprietà e i diritti reali minori. Beni, limiti, tutela nazionale e sovranazionale,* Giuffrè editore, Milano, 2009, p. 146.

SETTANI G., *Globalizzazione del diritto e contratti intelligenti. Interessanti spunti di approfondimento dalla giurisprudenza estera,* in *Nuova giur. civ. comm.,* 2025, 1, p. 233 ss.

SEVERINO F., SPOSINI L., *Overcoming the Friction between the "Right to be Forgotten" and Blockchain Technology through a New Approach,* in *Journal of Digital Technologies and Law*, 2, 2024, p. 570.

SEVERINO F., SPOSINI L., VERONA E., *La tecnologia blockchain ibrida per lo sviluppo di sistemi di IA affidabili. Due applicazioni pratiche per il monitoraggio delle infrastrutture pubbliche e per il sistema sanitario,* in Ciberspazio e diritto, vol. 25, n. 78, 2024, pp. 473 e ss.

SIGNORI E., *Notaio e Blockchain,* in G. ALPA (a cura di), *Diritto e intelligenza artificiale,* Pacini Giuridica, Pisa, 2020, p. 401 ss.

SIGNORINI E., ZAMBARDINO F., *La Blockchain e la telemedicina: quali opzioni per la sicurezza e l'integrità dei dati sanitari,* in *Federalismi.it, Rivista di Diritto pubblico italiano, comparato, europeo*, n. 27/2024.

SILIQUINI CINELLI L., *L'essenzialità della funzione notarile nell'era dello sviluppo sostenibile: analisi critica e profili pratico-comparativi di una professione legale,* in *www.comparazionedirittocivile.it,* 2011, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.comparazionedirittocivile.it/data/uploads/colonna%20sinistra/1.%20teoria%20generale/cinelli_essenzialita.pdf.

SIRGIOVANNI B., *Il Non Fungible Token nella cripto-arte: la 'recinzione' dell'oggetto digitale,* in *Le Nuove Leggi Civili Commentate*, 2024, 1, p. 232 ss.

SIRGIOVANNI B., *Lo 'smart contract' e la tutela del consumatore: la traduzione del linguaggio naturale in linguaggio informatico attraverso il legal design,* in *Nuove leggi civ. comm.,* 1, 2023, p. 214 ss.

SMORTO G., *Il ruolo della comparazione giuridica nella contesa per la sovranità digitale,* in (a cura di) M. GRAZIADEI, A. SOMMA, *Esperienze giuridiche in dialogo Il ruolo della comparazione,* Sapienza Università Editrice, Roma, 2024, p. 75 ss.

SOMMA A., *Introduzione Dialogo tra esperienze giuridiche e comparazione: verso nuovi paradigmi?,* in (a cura di) M. GRAZIADEI, A. SOMMA, *Esperienze giuridiche in dialogo Il ruolo della comparazione,* Sapienza Università Editrice, Roma, 2024, p. 18 ss.

STUART ANDERSON J., *Lawyers and the making of English Land Law 1832-1940,* Clarendon Press, Oxford, 1992.

SZABO N., *Smart Contracts*, 1994, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_idea.html.

TADDEI ELMI G., *Cultura informatica e cultura giuridica,* in *Informatica e diritto,* 1992, p. 117 e ss.

TEROLLI E., *Blockchain e compliance (RegTech),* in G. ALPA (a cura di), *Diritto e intelligenza artificiale,* Pacini Giuridica, Pisa, 2020, p. 377.

TEUBNER G., *La cultura del diritto nell'epoca della globalizzazione. L'emergere delle costituzioni civili,* (trad. it. a cura di R. PRANDINI) Armando, Roma, 2005, p. 62 ss.

TEUBNER G., *Ordinamenti frammentati e costituzioni sociali,* in A. FEBBRAJO, F. GAMBINO (a cura di), *Il diritto frammentato,* Giuffrè Editore, Milano, 2013, p. 381.

TOMMASINI M.F., *NFT o Crypto-art. Inquadramento giuridico e prospettive di tutela nel mercato digitale,* in *Juscivile,* 2023, 3, p. 613 ss.

TOSI G.M., *L'emersione dei beni immateriali digitali,* in *Dir. inf.,* 3, 2024, p. 410 ss.

TRAVIA N., *La tecnologia Blockchain,* in E. BATTELLI (a cura di), *Diritto privato digitale,* Giappichelli, Torino, 2022, p. 315 *ss.*

TUCCI E., *Vendite immobiliari e nuove tecnologie,* in F. BOCCHINI (a cura di), *Le vendite immobiliari Statuti, tecniche e tutele,* Giuffrè editore, Milano, 2022, p. 940 ss.

TURELLI G., 'Res incorporales' *e beni immateriali: categorie affini, ma non congruenti,* in *Teoria e storia del diritto privato,* 2012, p. 6 ss.

TUZII J., *Verso l'interoperabilità transfrontaliera delle cartelle cliniche elettroniche: una prima analisi della Raccomandazione (UE) 2019/243,* in *Eurojus*, 1, 2019.

U. CARNEVALI, *Il documento informatico e la forma scritta* ad substantiam*,* in *Contr.,* 1, 2025, p. 5 ss.

VAGNI L., *Il problema della rilevanza giuridica dell'errore nella decisione dell'oracolo della* blockchain*,* in *Iceonline,* 2, 2022, p. 51 ss.

VAN ERP S., *Comparative property law,* in M. REIMANN, R. ZIMMERMANN, (a cura di), *The Oxford Handbook of Comparative Law,* Oxford University Press, Oxford, 2006, p. 1044 ss.

VARDI N., *"Criptovalute" e dintorni: alcune considerazioni sulla natura giuridica dei bitcoin,* in *Il Diritto dell'informazione e dell'Informatica,* 2015, p. 445.

VERHEYE B., *Real estate publicity in a blockchain world: a critical assessment,* in *European Property Law Journal,* 3, 2017, p. 447 ss.

VERSTAPPEN J., *Tokenisation of Absolute Rights and Claims: On the Use of Tokens to Transfer Rights in Property Law,* in *European Journal of Risk Regulation,* 2025, p. 7 e ss.

VULPIANI G., *Blockchain, smart contracts e non fungible token: tutele e responsabilità,* in *Actualidad Jurìdica Iberoamericana,* 18, 2023, p. 1335 ss.

VULPIANI G., *Non-Fungible Tokens: An Italian Private Law Perspective,* in *The Italian Law Journal,* 9, 2023, 1, p. 363 ss.

VULPIANI G., *Circolazione di opere non autentiche,* crypto art *e* generative AI, in G. MAGRI (a cura di), *Il falso in arte,* Giappichelli Editore, Torino, 2026, p. 340 ss.

WERBACH K., CORNELL N., *Contracts ex machina,* in *Duke Law Journal,* 67, 2017, p. 314 ss.

WILLSON M., *Tokenization of Real-World Assets (RWA),* 3 marzo 2026, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.blockchain-council.org/cryptocurrency/tokenization-of-real-world-assets-rwa/.

WILLSON M., *What is Tokenization?,* 18 marzo 2025*,* reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.blockchain-council.org/blockchain/what-is-tokenization/.

WILSON K.B., KARG A., GHADERI H., *Prospecting non-fungible tokens in the digital economy: Stakeholders and ecosystem, risk and opportunity,* in *Business Horizons* 2022, 65, p. 657 ss.

WRIGHT A., DE FILIPPI P., *Decentralized Blockchain technology and the rise of lex cryptographia,* 10 Marzo 2015, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664.

ZAMBARDINO F., *La tokenizzazione del settore immobiliare,* in *Ianus Diritto e finanza* 2020, 21, p. 83 ss.

ZATTI F., *The economic law of (central bank) digital currency*, in *Law and Financial Markets Review,* 2023, (6 novembre 2023) p. 1–13, reperibile *online* al seguente indirizzo: http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4627076.

ZENO-ZENCOVICH V., *Digital Euro as a platform and its private law implications*, in A. PALMIERI, G. VERSACI (a cura di), *European Legal Strategies for payment systems in the Open Banking Age,* Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli, 2023, p. 195-217.

ZENO-ZENCOVICH V., *Intorno alla decisione nel caso Schrems: La sovranità digitale e il governo internazionale delle reti di telecomunicazione,* in *Dir. Inf*., 4-5, 2015, p. 683 ss.

ZENO-ZENCOVICH V., voce *Cosa* in *Digesto, Disc. Priv., sez. civ., IV,* III ed., Utet, Torino, 1989, p. 438.

ZOPPINI A., *Le "nuove proprietà" nella trasmissione ereditaria della ricchezza (note a margine della teoria dei beni)*, in *Riv. dir. civ*., 2000, 185 ss.

Fonti istituzionali ed atti di soft law

AGENZIA PER LA CYBERSICUREZZA NAZIONALE, Linee guida Funzioni Crittografiche, 15 maggio 2026, versione 1.1, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.acn.gov.it/portale/documents/20119/85999/ACN_LineeGuida_Hash.pdf/e1d36f5c-c75e-06b7-9c5f-aa535ed39b33?t=1704377457344.

AUTORITÀ FEDERALE DI VIGILANZA SUI MERCATI FINANZIARI, *Guidelines for enquiries regarding the regulatory framework for initial coin offering (ICOs),* in data 16 febbraio 2018, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.finma.ch/en/~/media/finma/dokumente/dokumentencenter/myfinma/1bewilligung/fintech/wegleitung-ico.pdf?sc_lang=en&hash=83EE49D77DA54DD079F314D9EDCBDC3D.

BANCA CENTRALE EUROPEA, Parere della Banca Centrale Europea del 19 febbraio 2021 su una proposta di regolamento del Parlamento europeo e del Consiglio relativo ai mercati delle cripto-attività e che modifica la direttiva Ue 2019/1937, pubblicato in G. U. il 29 aprile 2021 C 152/1, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021AB0004.

BANCA CENTRALE EUROPEA, Rapporto *Virtual currency schemes – a further analysis,* febbraio 2015, p. 23 ss., *reperibile* online al seguente indirizzo: https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/virtualcurrencyschemesen.pdf.

BANCA D'ITALIA, *Comunicazione della Banca d'Italia in materia di tecnologie decentralizzate e cripto-attività,* 15 giugno 2022, p. 6, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.bancaditalia.it/media/approfondimenti/2022/cripto/Comunicazioni-della-Banca-d-Italia-DLT-cripto.pdf.

BANCA D'ITALIA, Comunicazione della Banca d'Italia, luglio 2024, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.bancaditalia.it/media/approfondimenti/2024/micar/Comunicazione-MiCAR-22-luglio-ITA.pdf.

Comunicazione CONSOB, n. 9019104 del 2 marzo 2009, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.consob.it/documents/1912911/1991943/c9019104.pdf/7a506fdc-271f-aea6-7f2e-019eb3c4b9b3.

Comunicazione CONSOB, n. 0385340, del 28 aprile 2020, p. 2, che a sua volta richiama due sue precedenti comunicazioni sul punto ovvero la n. DI/98021215 del 23 marzo1998 e la n. DI/82717 del 7 novembre 2000, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.consob.it/documents/1912911/1979253/c0385340.pdf/247e8990-af6f-7da7-1752-036b74b27753.

EBA, *Report with advice for the European Commission,* 9 Gennaio 2019, p. 7, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.eba.europa.eu/sites/default/files/documents/10180/2545547/67493daa-85a8-4429-aa91-e9a5ed880684/EBA%20Report%20on%20crypto%20assets.pdf.

ENGLISH LAW COMMISSION, *Smart legal contracts, Advice to Government,* 25 novembre 2021, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/ukgwa/20241223105348/https://lawcom.gov.uk/project/smart-contracts/.

ESA, *Final Report – Guidelines on templates for explanations and opinions, and the standardised test for the classification of crypto-assets, under Article 97 (1) of Regulation (EU) 2023/1114*, 10 dicembre 2024, ESA 2024 28, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.esma.europa.eu/sites/default/files/2024-12/Joint_ESA_Final_Report_on_Art_97_Guidelines_MiCAR.pdf.

EUROPEAN LAW INSTITUTE, *Principles and Guidance for Enforcement Against Digital Assets,* 2025*,* reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.europeanlawinstitute.eu/fileadmin/user_upload/p_eli/Projects/Access_to_Digital_Assets/ELI_Principles_and_Guidance_for_Enforcement_Against_Digital_Assets.pdf;

EUROPEAN UNION INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE ("*EUIPO*"), Guidelines for Examination European Union Intellectual Property Office (EUIPO), 31 marzo 2024, p. 320, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://guidelines.euipo.europa.eu/binary/2214311/2000140000**.**

FINANCIAL ACTION TASK FORCE, FAFT Recommendations, *International Standards on Combating Money Laundering and the Financing of Terrorism & Proliferation,* 2012-2025, Parigi, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.fatf-gafi.org/content/dam/fatf-gafi/recommendations/FATF%20Recommendations%202012.pdf.coredownload.inline.pdf?nocache=true.

Rapporto della COMMISSIONE EUROPEA, *Study on Blockchains- Legal, governance and interoperability aspects,* pubblicato il 28 febbraio 2020, p. 121-122, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/939fe2cc-5784-11ea-8b81-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-118042372.

Report OECD, 17 gennaio 2020, *The tokenisation of assets and potential implications for financial markets,* OECD BLOCKCHAIN POLICY SERIES, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2020/03/the-tokenisation-of-assets-and-potential-implications-for-financial-markets_370f9853/83493d34-en.pdf.

UK JURISDICTION TASKFORCE, *Legal statement on cryptoassets and smart contracts,* Novembre 2019, reperibile *online* al seguente *link* https://technation.io/about-us/lawtech-panel.

UNIDROIT, *Principles on Digital Assets and Private Law,* reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.unidroit.org/wp-content/uploads/2024/01/Principles-on-Digital-Assets-and-Private-Law-linked-1.pdf.

Giurisprudenza citata

Sentenze di corti straniere

United States District Court, Western District of Washington, 25 giugno 2021, *Hunichen v. Atonomi LLC*, No. C19-0615-RAJ-SKV, 3 (W.D. Wash. Apr. 6, 2023), reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.casemine.com/judgement/us/626fc69d714d58c8551a1c18#.

International Commercial Court of the Republic of Singapore, *B2C2 Ltd v. Quoine Pte Ltd*, Suit no. 7/2017, 14.3.2019, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.dlapiperintelligence.com/export/sites/intelligence-old/investmentrules/blog/articles/2019/Downloads/b2c2-ltd-v-quoine-pte-ltd_a1cd5e6e-288e-44ce-b91d-7b273541b86a_8de9f2e2-478e-46aa-b48f-de469e5390e7.pdf e la pronuncia in secondo grado della *Court of Appeal of the Republic of Singapore*, n. 81/ 2019, 24.2.2020, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.elitigation.sg/gd/s/2020_SGCAI_2.

Alta Corte di Singapore, 21 ottobre 2022, SGHC264, *Janesh s/o Rajkumr v. Unknow Person,*
Alta Corte di Singapore, 4 marzo 2022, SGHC46, *CLM v. CLN and others,*

High Court of Justice, Business and Property Courts of England and Wales, 12 settembre 2024, [2024] EWHC 2342, *Fabrizio d'Aloia v. Persons Unknown Category A, Binance Holdins Limited, Polo Digital Assets Inc., Gate Technology Corp, Aux Cayes Fintech Co Ltd, Bitkub Online Co Ltd, Persons Unknow Category B,*;

The High Court of Justice Business & Property, Courts of England and Wales Commercial Court (QBD), 13 Dicembre 2019, EWHC 3556 (Comm.), *AA v Persons Unknown & Ors, Re Bitcoin.*

Sentenza della Corte (Quinta sezione), *Skatteverket vs. David Hedqvist* (C-264/14), in G.U.U.E. C/414 del 14 dicembre 2015, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:62014CA0264.

Supreme Court of the United Kingdom, *Akers and others v Samba Financial Group* [2017] UKSC 6, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://supremecourt.uk/uploads/uksc_2015_0009_judgment_e7ab00f8d9.pdf.

United States District Court, Southern District of New York, *Hermes International and Hermes of Paris v. Mason Rotchild,* 22-CV-384 (JSR), reperibile *online* al seguente indirizzo: https://law.justia.com/cases/federal/district-courts/new-york/nysdce/1:2022cv00384/573363/140/?__cf_chl_f_tk=cdo63S9OKohDUKjw8kNNv7689G.SNVALUbNXTWblasc-1783347818-1.0.1.1-jP53VSin7NIJzODsO87iT9nNJjhHu1djYZ6IHlORTGk.

Sentenze italiane

Cass. Pen., Sez. III, 15 gennaio 2025, n. 1760, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://def.finanze.it/DocTribFrontend/getGiurisprudenzaDetail.do?id=%7B766429CC-C9A4-4342-B47E-D3F9E0EE3539%7D.

Trib. Verona 24 gennaio 2017, in *Banca, borsa e tit. cred*., 2017, p. 467.

Ta.r. Lazio del 28 gennaio 2020, n. 1077, in *giustizia-amministrativa.it.*

Consiglio di Stato, 3 luglio 2014, n. 3346, in *Rivista giuridica dell'edilizia*, 2014, I, p. 1026.

Cass., Sez. Penale, n. 8269 del 28 febbraio 2025, reperibile *online* al seguente indirizzo: https://www.cortedicassazione.it/resources/cms/documents/8269_02_2025_pen_noindex.pdf

Trib. Roma, ord. 20 luglio 2022, in *Foro it*., 2022, 12, I, 3810, con nota di M. GRANIERI, *Alcune considerazioni preliminari circa le forme di appartenenza dei non-fungible tokens.*

Trib. Firenze, 19 dicembre 2018, con nota di D. FAUCEGLIA, *Il deposito e la restituzione di criptovalute,* in *Contr*., 6, 2019, p. 661 ss.

Avvertenza: per tutte le risorse disponibili *online* citate nel presente lavoro, ove non diversamente specificato, l'ultima consultazione risale alla data del 30 settembre 2026.