

BLOCKCHAIN E DIRITTO DEI CONTRATTI: CRITICITÀ E
PROSPETTIVE

*BLOCKCHAIN AND CONTRACT LAW: CRITICAL ISSUES AND
PROSPECTS*

Actualidad Jurídica Iberoamericana N° 16, febrero 2022, ISSN: 2386-4567, pp. 654-689



Chiara IORIO

ARTÍCULO RECIBIDO: 15 de noviembre de 2021

ARTÍCULO APROBADO: 10 de enero de 2022

RESUMEN: Il presente contributo si propone di indagare la persistente attualità delle categorie ereditate dalla tradizione civilistica con riferimento alla contrattazione “smart” nel contesto di una Blockchain.

Appurato che l'automatismo delle transazioni non può escludere l'applicazione del diritto e l'intervento regolatore dell'ordinamento, la ricerca si propone di qualificare giuridicamente lo “smart contract”, verificandone la compatibilità con i concetti di “accordo” e di “adempimento”. L'attenzione sarà, da ultimo, rivolta all'applicabilità dei rimedi tradizionali alle transazioni “smart”.

PALABRAS CLAVE: Blockchain; smart contracts; innovazione tecnologica; intelligenza artificiale; categorie giuridiche; accordo; adempimento; rimedi.

ABSTRACT: *This essay aims at investigating whether the conceptual schemes inherited from civil law tradition are still able to be applied with reference to the automated transactions in the digital realm. The research will move from the legal qualification of the smart contracts stored on a Blockchain, and it will verify the persistent application of the legal categories of “agreement” and “fulfilment”, as well as the compatibility of the traditional remedies.*

KEY WORDS: Blockchain; smart contracts; technological innovation; artificial intelligence; legal categories; agreement; fulfilment; remedies.

SUMARIO.- I. PER INTRODURRE: IL CYBERSPAZIO E IL “DIRITTO DEI PRIVATI”.- II. BLOCKCHAIN E SMART CONTRACTS: CARATTERI ESSENZIALI.- III. IL CONTRATTO NELL’ETÀ DELLA TECNICA.- IV. L’AUTONOMA EFFETTIVITÀ DELLO SMART CONTRACT: DALLA «LEX MERCATORIA» ALLA «LEX CRYPTOGRAPHIA»?.- V. LA VIA DEI LEGISLATORI INTERNI E SOVRANAZIONALI.- VI. SMART CONTRACTS: CRITICITÀ E PROSPETTIVE.- I. Natura giuridica dello smart legal contract.- 2. Il problema degli intermediari.- 3. Divergenza tra volontà e rappresentazione.- 4. Divergenza tra realtà e rappresentazione.- VII. QUALI RIMEDI?.- VIII. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.

I. PER INTRODURRE: IL CYBERSPAZIO E IL “DIRITTO DEI PRIVATI”.

In una sua densa pagina, Widar Cesarini Sforza rilevava l’esistenza di una “medesima sostanza spirituale”, tanto nell’ordinamento giuridico che si identifica con la volontà normativa statale, quanto negli altri ordinamenti che si connettono a volontà normative private¹. A quasi un secolo di distanza, la teorizzazione di un “diritto dei privati”, costituito da un complesso di norme elaborato da autorità non statali, continua ad offrire spunti per la ricostruzione del concetto di «giuridicità» anche nel contesto dell’attuale rivoluzione digitale².

L’a-territorialità di internet, invero, si scontra con i confini³ spaziali del diritto tradizionale, ponendo in crisi le fondamenta della sovranità. Si consuma evidente lo iato tra la “validità” della regola – garantita dal rispetto delle procedure formali per la sua produzione – e la sua “effettività”. Privata del “dove” applicativo ed esecutivo⁴, la norma non è in grado di regolare la dimensione globale della rete⁵.

- 1 CESARINI SFORZA, W.: *Il diritto dei privati*, originariamente pubblicato nella *Rivista italiana di scienze giuridiche*, 1929, IV, pp. 43 ss, poi edito da Giuffrè, Milano, 1963, e da ultimo ripubblicato da Quodlibet, Macerata, 2018. Ma sulla coesistenza di una pluralità di ordinamenti, cfr. ROMANO, S.: *L’ordinamento giuridico*, Sansoni, Firenze 1962. In arg., ORLANDI, M.: “Istituzione e linguaggio”, *Riv. int. fil. dir.*, 2020, n. 2, p. 301.
- 2 GALGANO, F.: “I caratteri della giuridicità nell’epoca della globalizzazione”, in AA.VV.: *Diritto, politica e realtà sociale nell’epoca della globalizzazione* (a cura di G. TORRESETTI), EUM, Macerata, 2008, p. 183 si interroga sulla questione, in uno scenario in cui “le autorità politiche arretrano di fronte alle autorità tecnocratiche” così producendo “un effetto sconvolgente sugli aspetti politici e giuridici degli stessi Stati”.
- 3 IRTI, N.: “Le categorie giuridiche della globalizzazione”, *Riv. dir. civ.*, 2002, p. 627.
- 4 IRTI, N.: *Norma e luoghi. Problemi di geo-diritto*, Ed. Laterza, Roma-Bari, 2006, p. 5; Id., *L’ordine giuridico del mercato*, Ed. Laterza, Roma-Bari, 2009, p. 150, rileva che “lo spazio telematico è sciolto dalla fisicità: non tanto sta oltre i confini territoriali, quanto non ha confini”.
- 5 Sul rapporto tra globalizzazione e diritto, cfr. PATTI, S.: “La globalizzazione del diritto e il contratto”, *Obbl. contr.*, 2009, p. 495; GALGANO, F.: “Globalizzazione dell’economia e universalità del diritto”, *Pol. dir.*, 2009, p. 177; VIGNOLA, M.: “Quale diritto nell’era della globalizzazione?”, *Dir. uomo*, 2008, n. 2, p. 48; IUDICA, G.: “Globalizzazione e diritto”, *Contratto e impr.*, 2008, p. 867; GAMBARO, A.: “Alcuni appunti sugli aspetti istituzionali della c.d. globalizzazione”, *Sociologia dir.*, 2005, n. 2, p. 24; LA PORTA, U.: *Globalizzazione e diritto. Regole giuridiche e norme di legge nell’economia globale - Un saggio sulla libertà di scambio e i suoi limiti*, Liguori ed., Napoli, 2005; DI CIOMMO, F.: “La responsabilità civile in internet. Prove di governo dell’anarchia tecnocratica”, *Resp. civ.*, 2006, p. 550; IRTI, N.: *Nichilismo giuridico*, Ed. Laterza, Roma-Bari, 2005, p. 22; P. LAGHI, *Cyberspazio e sussidiarietà*, ESI, Napoli, 2015, spec. pp. 12 ss.

• Chiara Iorio

Assegnista di ricerca in diritto privato; Università degli Studi di Macerata, Italia
e-mail: c.iorio@unimc.it

L'ineffettività del diritto positivo favorisce la normazione spontanea della navigazione online⁶. S'impone una "Lex Informatica"⁷, vale a dire una "new digital common law", costituita dalle regole tecniche e dagli standard, elaborati dalla comunità internazionale degli internauti, che rinvergono i propri limiti nella sola architettura della rete⁸. I confini tra regolazione tecnica e giuridica divengono sempre meno netti.

Il sistema piramidale delle fonti del diritto è ulteriormente scosso dall'emersione di forme di regolamentazione provenienti da "sottosistemi sociali", di matrice economica e tecnologica, dotati di poteri para-normativi e para-giurisdizionali⁹, in grado di incidere sulle posizioni giuridiche soggettive dei singoli e di porsi in concorrenza con gli ordinamenti nazionali e sovranazionali. Si considerino, ad esempio, i poteri attribuiti ai motori di ricerca in relazione alle richieste di de-indicizzazione di dati immessi in rete. L'accoglimento della istanza volta a far valere il c.d. diritto all'oblio¹⁰, come noto, passa attraverso un delicato bilanciamento degli interessi in gioco (diritto del pubblico all'informazione, da un lato, e diritto del singolo alla cancellazione di dati relativi a vicende non più attuali, dall'altro¹¹), che

- 6 Cfr. WRIGHT, A. E DE FILIPPI, P.; "Decentralizes Blockchain technology and the rise of Lex Cryptographia", 2015, <https://ssrn.com/abstract=2580664> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2580664>, spec. pp. 45 ss, i quali fanno all'uopo riferimento ai sistemi di licenze (quali Free/Open Source Software) spontaneamente elaborati in rete e suscettibili di avere applicazione universale.
- 7 REIDENBERG, J. R.: "Lex Informatica: The formulation of information policy rules through technology", *Tex. Law Review*, 1998, vol. 76, pp. 553 ss; JHONSON, D.R. e POST, D.: "Law and Borders – The rise of Law in Ciberspace", *Stan. Law Review*, 1996, vol. 48, pp. 1367 ss.; FROOMKIN, M.: "The Internet as a Source of Regulatory Arbitrage", in AA.VV.: *Borders in Cyberspace* (a cura di B. KAHIN e C. NESSON), MIT Press, Cambridge, 1997. Riflettono circa le fonti tramite cui regolare l'internet ROSSELLO, C.: "La governance di Internet tra diritto statale, autodisciplina, soft law e lex mercatoria", in AA. VV.: *Commercio elettronico* (a cura di C. ROSSELLO, G. FINOCCHIARO, E. TOSI,) in *Tratt. dir. priv.* (diretto da M. BESSONE), Giappichelli, Torino, 2007, vol. XXXII, p. 3 ss.; FINOCCHIARO, G.: "Lex mercatoria e commercio elettronico. Il diritto applicabile ai contratti conclusi su Internet", *Contr. impr.*, 2001, pp. 571 ss.
- 8 FINOCCHIARO, G.: "Lex mercatoria e commercio elettronico", cit., p. 598, la quale – con riferimento alla commissione tra regole tecniche e giuridiche nella regolamentazione della rete, fa l'esempio, nelle reti P3P, dei c.d. cookies, il cui impiego è in grado di condizionare le azioni dell'utente in rete e, quindi, l'esercizio di un diritto. Si riporta, ancora, l'esempio delle c.d. default rules, che si applicano automaticamente in mancanza di una scelta in senso contrario, con riferimento al trattamento dei contenuti, dei dati personali e dei diritti di proprietà intellettuale.
- 9 Si interrogano circa l'imporsi di nuove forme di autorità privata a seguito della rivoluzione tecnologica SIRENA, P., PATTI, F.P.: "Smart contracts and automation of private relationships", *Bocconi Legal studies research paper* N. 3662402, Luglio 2020, pp. 2 ss; in argomento, si veda anche GAMBINO, F.: "The Blockchain technology between the law of contemporaneity and the new power structure", in AA. VV.: *Legal technology transformation. A practical assessment*, (a cura di A. CALIGIURI), Editoriale scientifica, Napoli, 2020, pp. 223 ss, il quale osserva che, nel contesto della globalizzazione giuridica e della rivoluzione tecnologica, la giuridicità appare "to be contended between conflicting powers which, through their conditioning and prescriptive nature, de facto assume the authoritative force of a legislator".
- 10 Per un inquadramento, anche dal punto di vista storico-evolutivo, del diritto all'oblio, si rinvia a DI CIOMMO, F.: "Diritto alla cancellazione, diritto di limitazione del trattamento e diritto all'oblio", in AA.VV.: *I dati personali nel diritto europeo* (a cura di V. CUFFARO, R. D'ORAZIO, V. RICCIUTO), Giappichelli, Torino, 2019, pp. 373 ss.
- 11 Sulla questione, delicatissima, del bilanciamento tra le due istanze si è pronunciata più volte la giurisprudenza interna, e, da ultimo, la stessa Cassazione a Sezioni Unite, con la sentenza del 22.7.2019, n. 19681, in *Giust. Civ.*, 2019, p. I, con nota di FINOCCHIARO, G.: "Le S.U: sul diritto all'oblio; in *Corriere Giur.*", 2019, p. 1195, con nota di CUFFARO, V.: "Una decisione assennata sul diritto all'oblio"; in *Foro it.*, 2019, I, p. 3071, con nota di PARDOLESI, R.: "Oblio e anonimato storiografico: usque tandem...?"; in *Danno e Resp.*, 2019, p. 604 con nota di MUSCILLO, D.: "Oblio e divieto di lettera scarlatta"; di BONETTA, A.: "Diritto al segreto del disonore.

la Corte di Giustizia Europea, a partire dal caso “Google Spain”¹², ha demandato allo stesso service provider. Un soggetto privato è, così, onerato di un potere direttamente incidente su diritti fondamentali della persona, nell’ambito di vicende in cui egli stesso appare portatore di interessi economici¹³.

Analogo potere di compressione del diritto d’espressione e della identità in rete¹⁴ è ravvisabile in capo a Facebook, cui spetta la decisione – unilaterale, non motivata né comunicata alla controparte – circa la permanenza di contenuti e profili sulla piattaforma¹⁵, nonché la risoluzione di eventuali ricorsi proposti dagli iscritti. L’istituzione di un sistema para-giurisdizionale è completata, da ultimo, dalla possibilità di impugnare le decisioni, rese dal social network, dinanzi ad un Comitato di controllo indipendente (ancorché nominato da Facebook), secondo vincoli procedurali e scansioni temporali precisamente individuati dal provider¹⁶.

Tali rilievi spingerebbe ad accogliere l’opinione di chi invita a dilatare semanticamente il concetto di diritto¹⁷, così da ricondurvi anche le regole

“Navigazione a vista” affidata ai giudici di merito”, p. 614; e di CALABRESE, G.: “Rievocazione storica e diritto all’oblio”, p. 620.

12 Corte di Giustizia Europea, 13.5.2014 (C-131/12, *Mario Costeja González e AEPD contro Google Spain e Google Inc.*), in <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:62012CJ0131>; su cui, *ex multis*, Palmieri, A.- Pardolesi, R.: “Diritto all’oblio all’occultamento in rete: traversie dell’informazione ai tempi di Google”, *Foro it.*, 2014, p. 16.

13 Ciò determina, peraltro, anche il rischio di un pericoloso conflitto con l’interesse economico del motore di ricerca. Cfr. sul punto D’ALBERTI, D.: “Google e le nuove autorità private: la metamorfosi dal fatto al diritto”, *Riv. dir. civ.*, 2021, n. 4, p. 745.

14 Cfr., in tema, Trib. Bologna, 10.3.2021, in www.dirittodiinternet.it, che ha condannato Facebook al pagamento di 14.000 euro a titolo di risarcimento per il danno subito dall’utente a seguito dell’immotivata cancellazione del suo profilo social, rilevando che l’iscrizione al social rappresenta uno strumento di proiezione dell’identità personale degli utenti.

15 Ai sensi delle Condizioni generali di contratto (le c.d. Dichiarazione dei diritti e delle responsabilità), Facebook, nel dettaglio, si riserva il diritto di risolvere unilateralmente il rapporto laddove l’utente violi le norme di comportamento elencate – secondo una enumerazione non tassativa – all’art. 3 (non intraprendere azioni contrarie alla legge, iniziative di marketing multilivello, immettere virus, denigrare, intimidire o molestare altri utenti, pubblicare contenuti pornografici o incitanti l’odio o eccessivamente violenti o informazioni finanziarie sensibili), ovvero nel caso in cui le azioni dell’utente “non rispettano nella forma e nella sostanza la presente Dichiarazione o creano dei rischi legali per la società” (art. 14, rubricato “Risoluzione”). Tali decisioni vengono esercitate discrezionalmente, senza l’attivazione di un contraddittorio, e senza la preventiva comunicazione all’utente, il quale ne ha conoscenza soltanto al momento in cui effettui il tentativo di accesso al proprio profilo social. In tema, cfr. PERLINGIERI, C.: *Profili civilistici dei social networks*, ESI, Napoli, 2014, pp. 13 ss.; ASTONE, F.: “Il rapporto tra gestore e singolo utente: questioni generali”, *AIDA*, 2011, pp. 116-117; VIRGA, W.: “Inadempimento di contratto e sanzioni private nei social network”, *AIDA*, 2011, p. 222 ss.; SAMMARCO, P.: “Le clausole contrattuali di esonerazione e trasferimento della responsabilità inserite nei termini d’uso dei servizi del web 2.0”, *Dir. inf.*, 2010, p. 634; AGNINO, F.: “Fino a che punto è possibile disporre contrattualmente dei propri diritti?”, *Giur. merito*, 2012, p. 2557; POLLICINO, O.: “L’«autunno caldo» della Corte di giustizia in tema di tutela dei diritti fondamentali in rete e le sfide del costituzionalismo alle prese con i nuovi poteri privati in ambito digitale”, *Federalismi.it*, 16 ottobre 2019, n. 19, il quale discute di una “privatizzazione della giustizia digitale su scala globale”. Si rinvia pure a GRANDINETTI, O.: “Facebook vs. CasaPound e Forza Nuova, ovvero la disattivazione di pagine social e le insidie della disciplina multilivello dei diritti fondamentali”, *Medialaws*, 4 febbraio 2021, per l’analisi delle tre ordinanze con le quali il Tribunale di Roma ha censurato la disattivazione delle pagine di due associazioni di estrema destra da parte di Facebook.

16 <https://oversightboard.com>

17 TEUBNER, G.: “Ordinamenti frammentati e costituzioni sociali”, in AA. VV.: *Il diritto frammentato* (a cura di A. FEBBRAIO, F. GAMBINO), Giuffrè, Milano, 2013, p. 380.

autonomamente prodotte dai soggetti privati¹⁸, qualificabili come sistemi autopoietici in grado di costituzionalizzare se stessi mediante meccanismi riflessivi¹⁹. Bisognerebbe, dunque, rinunciare a rincorrere l'ideale della coerenza normativa²⁰, per accogliere la prospettiva – meno rassicurante ma più realistica – di un pluralismo giuridico globale: una “inter-normatività” diffusa in centri ad alta specializzazione, il cui scontro – inevitabile – non può essere risolto a priori, ma richiede l'individuazione, di volta in volta, di un criterio di comunicazione e interferenza, al fine di determinare una forma di compatibilità tra gli ordinamenti. Sarebbe necessario, ancora, bilanciare l'esigenza di certezza del diritto – da intendersi come valore non assoluto, ma graduabile – a seconda delle peculiarità del caso concreto, onde assecondare la flessibilità e la rapidità del contesto sociale di riferimento²¹.

Tali interrogativi si moltiplicano in relazione allo sviluppo della tecnologia Blockchain, con la quale parrebbe essere giunto al compimento un “diritto privato prodotto da privati”²².

II. BLOCKCHAIN E SMART CONTRACTS: CARATTERI ESSENZIALI.

La Blockchain si presenta come un sistema autosufficiente e integralmente disintermediato. Si tratta di un registro – funzionale allo scambio e alla registrazione di transazioni – distribuito, condiviso tra i diversi utenti della rete (i c.d. nodi), replicabile, decentralizzato e del tutto privo di intermediari: la validazione degli scambi è, infatti, assoggettata – in modo indelebile e imm modificabile – alla approvazione da parte della maggioranza dei client che partecipano alla catena²³ (i cc.dd. nodi). Il funzionamento del sistema, dunque, non riposa sulla

18 In arg., cfr. CRISCUOLO, F.: *L'autodisciplina: autonomia privata e sistema delle fonti*, ESI, Napoli, 2000, pp. 48 ss.; indaga i rapporti tra atti di autonomia privata e esercizio dell'autorità DEL PRATO, E.: *I regolamenti privati*, Giuffrè, Milano 1988.

19 TEUBNER, G.: “Ordinamenti frammentati”, cit., p. 383 afferma che i sistemi giuridici transazionali si costituzionalizzano, diventando auto-sufficienti, per mezzo di meccanismi riflessivi di produzione normativa, con tale termine intendendosi “un meccanismo che viene applicato a se stesso, come per esempio la normazione di normazione). Si assiste, dunque, alla autonoma creazione, sia di norme primarie specialistiche (vale a dire norme di diritto sostanziale in ambiti specifici), che di norme secondarie, vale a dire autonome regole per la produzione normativa, l'interpretazione e l'applicazione del diritto. Da ciò, il doppio processo di riflessività che connota i sistemi privati. Il processo di costituzionalizzazione non statale si verifica nel momento in cui i “meccanismi riflessivi di tipo sociale (che determinano i propri scopi razionali attraverso l'auto-applicazione, vengono giuridicizzati mediante il loro collegamento ai meccanismi riflessivi di tipo giuridico”.

20 TEUBNER, G.: “Ordinamenti frammentati”, cit., p. 384, parla, invero, di una “società senza vertice o un centro”.

21 DI CIOMMO, F.: “Civiltà tecnologica, mercato ed insicurezza: la responsabilità del diritto”, *Riv. critica dir. priv.*, 2010, n. 4, p. 565, il quale richiama il concetto di “certezza del diritto graduabile” di HART, H.: *The Concepts of Law*, Clarendon Law, Oxford, 1961.

22 GROSSI, P.: “Globalizzazione, diritto, scienza giuridica”, *Foro it.*, 2002, p. 196, il quale discute di una “re-privatizzazione del pianeta giuridico”.

23 Per un inquadramento del meccanismo di funzionamento della *Blockchain*, anche dal punto di vista tecnico, per il momento si rinvia a SARZANA DI SANT'IPPOLITO, F., NICOTRA, M.: *Diritto della blockchain, intelligenza*

tradizionale fiducia degli utenti verso una autorità dotata di poteri di controllo, ma su un meccanismo di c.d. trustless trust, eretto sul consenso tra pari (il c.d. shared consensus)²⁴ e sulla efficienza garantita dall'impianto tecnologico su cui è strutturato il database.

Si consideri, a scopo esemplificativo, il bitcoin²⁵. Trattasi di una moneta virtuale, alternativa a quella tradizionale, non emessa da una Banca centrale, ma estratta (c.d. mining) dai nodi di una Blockchain all'esito della risoluzione di complesse operazioni logaritmiche. Pur non potendo tecnicamente essere considerato come "moneta"²⁶, il bitcoin possiede un intrinseco valore di acquisto, essendo accettato su base convenzionale come mezzo di pagamento di beni e servizi. L'impiego della criptovaluta, dunque, non poggia sulla fiducia degli utenti verso l'ente centrale emittente. Esso è stimolato, piuttosto, dall'affidamento che i soggetti – in posizione di parità reciproca (c.d. sistema peer to peer) – ripongono verso l'architettura del sistema, vale a dire verso il codice informatico che ne è alla base²⁷. Il consenso, in

artificiale e IoT, Giuffrè, Milano, 2018, p. 9; BATTAGLINI, R., TULLIO GIORDANO, M.: *Blockchain e smart contract. Funzionamento, profili giuridici e internazionali, applicazioni pratiche*, Giuffrè, Milano, 2019, p. 15; GIULIANO, M.: "La blockchain e gli smart contracts nell'innovazione del diritto nel terzo millennio", *Dir. inf.*, 2018, p. 989; DE FILIPPI, P., WRIGHT, A.: *Blockchain and the law. The rule of code*, Harvard Univ. Press., Harvard, 2018, spec. pp. 13 ss; FAUCEGLIA, D.: "Il problema dell'integrazione dello smart contract", *Contr.*, 2020, n. 5, p. 591.

- 24 I meccanismi di consenso sono molteplici. Il più noto è quello che si basa sulla c.d. "proof of work", in cui i nodi sono chiamati a risolvere una complessa operazione matematica, potendo, all'esito, validare le transazioni, aggregandole ad un blocco e quindi registrandole sulla Blockchain, e incamerando un compenso in bitcoin. In argomento, CUCCURU, P.: "Blockchain ed automazione contrattuale. Riflessioni sugli smart contract", *NGCC*, 2017, n. 1, p. 107. Esistono, ad ogni modo, altri meccanismi di consenso, quali la "proof of stake" o la "proof of authority", per la cui illustrazione si rinvia a GASCHI, A., PORTALE, V.: "La definizione di blockchain e distributed ledger", in AA. VV.: *Blockchain e smart contract* (a cura di R. BATTAGLINI, M. T. GIORDANO), Giuffrè, Milano, 2019, p. 19
- 25 Ideato da NAKAMOTO, S.: "Bitcoin: A Peer-to- Peer Electronic Cash System", 2008, in <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- 26 Per la verità, la qualificazione giuridica di Bitcoin è assai discussa in dottrina. Contro la sua ricostruzione quale moneta va rilevato che Bitcoin assolve solo ad una delle tre funzioni tradizionalmente attribuite alla moneta, vale a dire quella di mezzo di pagamento. Non, invece, quella di «unità di conto» (essendo la criptovaluta ancora accettata da una modesta entità di utenti), né quella di riserva di valore, stante la volatilità del suo valore sul mercato (così, in giurisprudenza, Trib. Firenze 19 dicembre 2018, in *Contratti*, 2019, n. 6; in favore dell'attribuzione della natura di moneta al Bitcoin, in giurisprudenza App. Brescia, sez. I, decr. 24 ottobre 2018, in *Società*, 2019, I, p. 26 ss). Tanto premesso, si oscilla tra la qualificazione del Bitcoin in termini di "bene immateriale" (in giurisprudenza T.a.r. Lazio del 28 gennaio 2020, n. 1077, in *giustizia-amministrativa.it*), di prodotto finanziario (in giurisprudenza, Trib. Verona 24 gennaio 2017, in *Banca, borsa e tit. cred.*, 2017, p. 467), di documento informatico, ovvero di mezzo di pagamento: cfr., per un inquadramento complessivo e i necessari richiami di dottrina, BOCCHINI, R.: "Lo sviluppo della moneta virtuale: primi tentativi di inquadramento e disciplina tra prospettive economiche e giuridiche", *Dir. inf.*, 2017, p. 27; RINALDI, G.: "Approcci normativi e qualificazione giuridica delle criptomonete", *Contr. impr.*, 2019, n. 1, p. 257; PERNICE, C.: *Digital Currency e obbligazioni pecuniarie*, ESI, Napoli, 2018; CALZOLAI, E.: "La qualificazione del bitcoin: appunti di comparazione giuridica", *Danno resp.*, 2021, n. 2, p. 188; DE STASIO, V.: "Verso un concetto europeo di moneta legale: valute virtuali, monete complementari e regole di adempimento", *Banca borsa tit. cred.*, 2018, p. 747; SEMERARO, M.: "Moneta legale, moneta virtuale e rilevanza dei conflitti", *Riv. dir. banc.*, 2019, II, p. 239; RUBINO DE RITIS, M.: "Obbligazioni pecuniarie in criptomoneta", *Giustiziacivile.com*, 2018.
- 27 Sul tema, cfr. CIAN, M.: "La criptovaluta - Alle radici dell'idea giuridica di denaro attraverso la tecnologia: spunti preliminari", *Banca, borsa, tit. cred.*, 2019, pp. 315 ss., il quale evidenzia che, nel sistema tradizionale, il corso fiduciario della moneta è connesso alla presenza di una entità emittente in grado di assicurare la irriproducibilità ad libitum, e, quindi, la scarsità. Nel caso delle criptovalute, che nella loro manifestazione originaria mancano di un emittente, la "funzione monetaria è assicurata allora non già dalla fiducia riposta dalla comunità dei consociati in un soggetto emittente (o dalla sovranità esercitata dallo stesso sulla comunità), ma dalla fiducia nelle modalità tecniche di un'emissione che risulta "acefala", ma predefinita".

altri termini, sta nella certezza circa la “unicità digitale”²⁸ della “moneta”, assicurata dal sistema crittografico a chiave asimmetrica che garantisce la tracciabilità e l’immutabilità della transazione e scongiura fenomeni di c.d. double spending.

La fiducia generata dalla certezza della transazione è, del resto, alla base del meccanismo di funzionamento degli “smart contracts”: protocolli informatici che, operando secondo una logica condizionalistica (“if-then”), innescano una automatica esecuzione al ricorrere di condizioni preimpostate nell’algoritmo²⁹.

Il contratto “smart” pone plurime questioni sotto il profilo giuridico, prime tra tutte quella della sua classificabilità secondo le categorie dogmatiche note. Va chiarito, in via preliminare, se tale protocollo, ad onta della nomenclatura, possa essere qualificato come “contratto” e, nell’affermativa, quale sia la disciplina ad esso applicabile.

III. IL CONTRATTO NELL’ETÀ DELLA TECNICA.

È facile rilevare che la storia del contratto sia, da sempre, strettamente connessa allo sviluppo tecnologico³⁰ e che le categorie consegnate dalla tradizione abbiano, sino ad ora, manifestato la propria tenuta, adattandosi ed assecondando le innovazioni³¹.

La contrattazione di massa ha comportato il tramonto della concezione volontaristica del contratto in favore di una sua interpretazione marcatamente

28 CALZOLAIO, E.: “La qualificazione del bitcoin”, cit., p. 188.

29 La letteratura di riferimento è copiosa. Per il momento, si rinvia a JANNSEN, A.U., PATTI, F.P.: “Demistificare gli smart contracts”, *Orizz. dir. civ. comm.*, 2020, p. 31; REMOTTI, G.: “Blockchain smart contract. Un primo inquadramento”, ivi, pp. 189 s.; RAMPONE, F.: “«Smart contract»: né «smart», né «contract», *Riv. dir. priv.*, 2020, p. 241; CERRATO, S.: “Appunti su smart contract e diritto dei contratti”, *Banca borsa tit. cred.*, 2020, p. 370; FAINI, F.: “Blockchain e diritto: la catena del valore tra documenti informatici, smart contracts e data protection”, *Resp. civ. prev.*, 2020, p. 297; CARBONE, E.: “Macchine pensanti e contratti non umani”, *Foro it.*, 2020, c. 240 ss.; LONGOBUCCO, F.: “Smart contract e “contratto giusto”: dalla soggettività giuridica delle macchine all’oggettivazione del fatto-contratto. Il ruolo dell’interprete”, *federalismi.it*; CAGGIANO, I.A.: “Il “Contratto” nel mondo digitale”, *NGCC*, 2018, p. 1152.; PARDOLESI, R., DAVOLA, A.: “«Smart contract»: lusinghe ed equivoci dell’innovazione purchessia”, *Foro it.*, 2019, c. 195; FINOCCHIARO, G.: “Il contratto nell’era dell’intelligenza artificiale”, *Riv. trim. dir. proc. civ.*, 2018, p. 441; DI CIOMMO, F.: “Smart contract e (non-) diritto. Il caso dei mercati finanziari”, *Nuovo diritto civile*, 2019, n. 1, 257.

30 Sul tema MUSIO, A.: “La storia non finita dell’evoluzione del contratto tra novità tecnologiche e conseguenti esigenze di regolazione”, *NGCC*, 2021, n. 1, pp. 226 ss.

31 Di recente, riflettono sulla attualità delle “categorie” GENTILI, A.: “Crisi delle categorie e crisi degli interpreti”, *Riv. dir. civ.*, 2021, n. 4, p. 633; BUSNELLI, F. D.: “Quale futuro per le categorie del diritto civile”, *Riv. dir. civ.*, 2015, p. 1; LIPARI, N.: *Le categorie del diritto civile*, Giuffrè, Milano, 2013, p. 5; IRTI, N.: “La crisi della fattispecie”, *Riv. trim. dir. proc. civ.*, 2014, p. 36; CASTRONOVO, C.: *Eclissi del diritto civile*, Giuffrè, Milano, 2015, p. 13; DI RAIMO, R.: “Categorie della crisi economica e crisi delle categorie civilistiche. Il consenso e il contratto nei mercati finanziari derivati”, *Giust. civ.*, 2014, p. 1095; GUARNIERI, A.: “Le categorie ordinanti del diritto civile (a proposito di Rodolfo Sacco, Il fatto, l’atto, il negozio)”, *Riv. dir. civ.*, 2007, II, p. 547. Ma sulla storicità e relatività delle categorie, PERLINGIERI, G.: “Venticinque anni della Rassegna di diritto civile e la «polemica sui concetti giuridici». Crisi e ridefinizione delle categorie”, in AA.VV.: *Tem e problemi della civilistica contemporanea* (a cura di P. PERLINGIERI), ESI, Napoli, 2005, p. 543.

oggettivizzata³², ma non ne ha fatto venir meno – secondo l'impostazione maggioritaria – il contenuto minimo essenziale, rappresentato dalla partecipazione volitiva del contraente³³. Si pensi alla disciplina circa la conclusione del contratto, che – anche se concepita per regolamentare trattative affatto differenti rispetto a quelle rese possibili dallo sviluppo tecnologico – è stata pacificamente ritenuta applicabile all'acquisto mediante apparecchi automatici³⁴, prima, e alla negoziazione telematica³⁵, poi. Pur nella specificità – e nelle criticità – derivanti dall'impiego del mezzo internet, dunque, è parso agevole ricondurre anche gli accordi in rete alla dogmatica tradizionale.

L'avvento degli smart contracts parrebbe scardinare siffatta impostazione. Nel caso di contratti conclusi da algoritmi alimentati da "deep learning" (e quindi in grado di apprendere dall'esperienza dell'utente e assumere decisioni non prevedibili ex ante) la tecnologia non si limita a costituire il mezzo della contrattazione, ma integra la stessa volontà negoziale, dando vita ad un sistema

-
- 32 Circa l'evoluzione e il superamento del dogma volontaristico, BIANCA, C. M.: *Diritto civile*, 3, *Il contratto*, Giuffrè, Milano, 2019, p. 34; ROPPO, V.: *Il contratto*, in *Tratt. dir. priv.* (a cura di G. IUDICA, P. ZATTI), Giuffrè, Milano, 2011, p. 39.
- 33 Sul tema, si rinvia al noto scambio di opinioni interpretative che vide contrapposti, da un lato, IRTI, N.: "Scambi senza accordo?", *Riv. trim. dir. proc. civ.*, 1998, pp. 347 ss., e, dall'altro, OPPO, G.: "Disumanizzazione del contratto?", *Riv. dir. civ.*, 1998, n. 1, pp. 525 ss., con successiva replica IRTI, N.: "«È vero ma...»" (replica a Giorgio Oppo)", *Riv. dir. civ.*, 1999, p. 273 ss.; ancora in senso contrario rispetto a quest'ultima opinione, BIANCA, C. M.: *Il contratto*, cit., p. 43, a seguito della quale IRTI, N.: "Lo scambio di foulard (replica semiseria al Prof. Bianca)", *Riv. trim. dir. proc. civ.*, 2000, p. 601 ss., e quindi BIANCA, C. M.: "Acontrattualità dei contratti di massa?", *Vita not.*, 2001, pp. 1120 ss.; infine, GAZZONI, F.: "Contatto reale e contatto fisico (ovverossia l'accordo contrattuale sui trampoli)", *Riv. dir. comm. dir. gen. obbl.*, 2002, p. 655 ss.; poi anche in *Studi in onore di C.M. Bianca*, 3, Giuffrè, Milano, 2006, p. 313 ss.
- 34 Si rinvia ai fondamentali studi di CICU, A.: "Gli automi nel diritto privato", *Il Filangieri*, 1901, pp. 561 ss e poi in *Scritti minori*, II, Giuffrè, Milano, 1965; SCIALOJA, A.: *L'offerta a persona indeterminata ed il contratto concluso mediante automatico*, S. Lapi ed., Città di Castello, 1902, pp. 150 ss.
- 35 La dottrina si è a lungo interrogata circa la formazione del contratto online, giungendo ad elaborare molteplici tassonomie classificatorie. Si distingue, più nel dettaglio, tra contratto informatico (in cui internet rappresenta unicamente il veicolo che consente la conclusione del contratto, sicché sono pacificamente applicabili le regole di cui agli artt. 1326 ss c.c.) e contratto telematico (in cui lo strumento informatico influisce sul processo di formazione dell'accordo; si pensi alla negoziazione c.d. point and click). Quest'ultima fattispecie è, poi, ulteriormente distinta in contratti telematici in senso ampio (che si caratterizzano per la prestazione di un servizio in via telematica) e in senso stretto (in cui il contratto si forma grazie agli impulsi elettronici scambiati dai terminali a distanza). Il contratto telematico pone il problema della adattabilità dei procedimenti di formazione dettati dal codice civile: GAMBINO, A. M.: *L'accordo telematico*, Giuffrè, Milano, 1997; DELFINI, F.: *Contratto telematico e commercio elettronico*, Giuffrè, Milano, 2002; FOLLIERI, F.: *Il contratto concluso in Internet*, ESI, Napoli, 2005; FRANCESCHELLI, V.: *Computer e diritto*, Maggioli ed., Rimini, 1989; GIOVA, S.: *La conclusione del contratto via Internet*, ESI, Napoli, 2000; ALBERTINI, L.: "Osservazioni sulla conclusione del contratto tramite computers e sull'accettazione di un'offerta in Internet", *Giust. civ.*, 1997, p. 21; SANDULLI, P.: "Analisi delle norme a tutela dell'impresa e del consumatore in materia di commercio elettronico", *Giust. civ.*, 2000, n. 5, p. 243; PERLINGIERI, G.: "Il contratto telematico", in AA. VV.: *Manuale di diritto dell'informatica* (a cura di D. VALENTINO), ESI, Napoli, 2016, p. 274; GENTILI, A.: "L'inefficienza del contratto telematico", *Riv. dir. civ.*, 2000, n. 6, p. 747; FURGIUELE, L.: "Contratti a conclusione telematica", in AA. VV.: *Diritto dei consumatori e nuove tecnologie. I. Gli scambi* (a cura di F. BOCCHINI), Giappichelli, Torino, 2003, p. 172; FAVALE, R.: "La conclusione del contratto telematico", *Giur. merito*, 2013, p. 12; DAMIANI, E.: "Note in tema di conclusione del contratto mediante sistemi automatici (spunti per una rilettura delle tesi di Antonio Cicu)", *Rass. dir. civ.*, 2020, p. 757; PENNASILICO, M.: "La conclusione dei contratti online tra continuità e innovazione", *Dir. inf.*, 2014, p. 805; TOSI, E.: *Contratti informatici, telematici e virtuali*, Giuffrè, Milano, 2010; SCOGNAMIGLIO, C.: "La conclusione e l'esecuzione del contratto telematico", in AA. VV.: *La conclusione e l'esecuzione del contratto telematico* (a cura di S. SICA, P. STANZIONE), Giuffrè, Milano, 2002, p. 73.

regolatorio totalmente automatizzato e apparentemente non bisogno delle garanzie apprestate dall'ordinamento giuridico.

IV. L'AUTONOMA EFFETTIVITÀ DELLO SMART CONTRACT: DALLA «LEX MERCATORIA» ALLA «LEX CRYPTOGRAPHIA»?

L'automatismo che governa l'intera vicenda contrattuale, in effetti, parrebbe garantire autonoma effettività allo smart contract, il quale si attergerebbe a micro-ordinamento retto dalle sole regole tecniche della programmazione e indipendente dall'applicazione di quelle legali.

L'autosufficienza del contratto intelligente emerge, anzitutto, sotto il profilo della sua interpretazione. Il carattere deterministico e unidirezionale del codice, invero, assicura la certezza circa il significato delle clausole espresse in linguaggio informatico e pone al riparo dalla ambivalenza semantica che connota il linguaggio naturale. È, così, scongiurato il rischio di contrasti – da risolvere in via giudiziale – circa l'interpretazione di una data pattuizione.

L'auto-effettività dello smart contract discende, poi (e soprattutto), dalla garanzia del puntuale ed esatto adempimento della prestazione, che non è subordinato ad un atto di cooperazione della controparte, né necessita di alcun intervento giudiziale, innescandosi automaticamente al ricorrere della condizione preimpostata dal programmatore. È, dunque, esclusa per definizione la possibilità dell'inadempimento.

Nel caso dello smart contract lanciato su Blockchain, il meccanismo di validazione temporale e l'impiego della doppia chiave asimmetrica, peraltro, certificano la provenienza delle dichiarazioni da parte di un determinato utente, nonché il momento di perfezionamento del contratto, così rendendo inutile l'intermediazione di un pubblico ufficiale che dia "pubblica fede" all'atto, attestando la veridicità dei fatti avvenuti in sua presenza³⁶.

Nell'ottica della autonomia del contratto smart dall'ordinamento giuridico, va pure letta la diffusione di meccanismi di c.d. ODR ("Online Dispute Resolution"), che consentono la risoluzione "on chain" di controversie sorte tra le parti di

36 REMOTTI, G.: "Blockchain e smart contract", cit., pp. 189 ss; sul tema del rapporto tra blockchain e funzione notarile, si rinvia a DAMIANI, E.: "Blockchain application in general private law: the Notarchain case", *Legal technology transformation*, cit., p. 229.

un contratto intelligente³⁷, tramite arbitrati su piattaforma³⁸, ovvero sistemi di crowdsourcing³⁹. Una eventuale impugnazione, in sede giudiziale, dello smart contract – si afferma – minerebbe l'efficienza e il determinismo su cui è strutturata la Blockchain e lederebbe il sistema di fiducia che ne è alla base⁴⁰.

Torna attuale la teorizzazione del "diritto dei privati", che qui si esplica nella elaborazione della c.d. "Lex Cryptographia"⁴¹ – evoluzione ultima della Lex Mercatoria⁴² – costituita dall'insieme di regole derivanti (e amministrate) da smart contracts e da organizzazioni decentralizzate e potenzialmente anonime (le c.d. DAO). Tale regolazione, non derivando da una autorità nazionale, supera il problema dei limiti di una disciplina vincolata ai confini territoriali a fronte del "non luogo" della rete (e dei Registri Distribuiti)⁴³. E tuttavia, fondandosi sul determinismo dettato dall'algoritmo, pone il quesito circa l'opportunità di una normazione caratterizzata dalla assoluta prevalenza della tecnica⁴⁴. Quest'ultima, invero, si sottrae al canale di formazione democratica della legge, sacrificando, in nome dell'efficienza, la salvaguardia delle garanzie giuridiche e dei diritti fondamentali.

Qualora il diritto abdicasse alla propria funzione ordinante in favore della tecnica⁴⁵, si verificherebbe una inversione del rapporto tra regola e regolato, con la

37 In argomento, SCHMITZ, A.J., RULE, C.: "Online Dispute Resolution for Smart Contracts", *Journal of Dispute Resolution*, 2019, pp. 103 ss; SIRENA, P., PATTI, F. P.: "Smart contracts and automation", cit., p.4, evidenziano che tali sistemi di risoluzione delle controversie non integrano una forma di potere giudiziario, ma rappresentano il ritorno ad un passato pre-Westfalia, in cui il potere giurisdizionale non emanava dall'autorità statale, ma era un servizio privato basato sul consenso.

38 Tra cui "Sagewise" o "OpenBazar", che consentono alla parte di congelare l'esecuzione del contratto e demandare la risoluzione della questione insorta ad un arbitro anonimo: SCHMITZ, A. J., RULE, C.: "Online Dispute", cit., pp. 116 ss.

39 Ibidem. In questi casi la definizione della controversia è rimessa al voto (in forma anonima) di utenti che impegnano all'uopo un dato ammontare di criptovaluta, e ottengono una ricompensa economica nel caso in cui la lite sia decisa in conformità alla preferenza individualmente espressa. È questo il meccanismo di funzionamento di sistemi di ODR quali "Kleros" (su cui cfr. anche GEORGE, W.: "Why Kleros needs a native token", *Medium*, 7 giugno 2018), *Aragon e Jur.io*.

40 Ibidem. il registro, invero, si connota per l'evidenza di una "single version of truth for everyone, da cui discende l'esclusiva rilevanza di quanto rappresentato dal codice).

41 WRIGHT, A., DE FILIPPI, P.: "Decentralizes Blockchain technology", cit., spec. pp. 48 ss.

42 Il parallelo è immediato se si considera che le ragioni sottese allo sviluppo delle suddette regole consuetudinarie nel Medioevo – la necessità di assecondare la speditezza dei traffici tra i mercanti, tramite regole snelle, efficienti e quindi in grado di adattarsi a vicende non confinate entro un limite territoriale – sono tornate ad imporsi, in modo pressoché speculare, nel contesto attuale. In arg., GALGANO, F.: *Lex mercatoria. Storia del diritto commerciale*, Il Mulino, Bologna, 1993, p. 12.

43 Efficacemente sintetizzato nel rilievo di BURNSTEIN, M.R.: "Conflicts on the Net: Choice of Law in Transnational Cyberspace", *Vanderbilt Journal of Transnational Law*, 1996, p. 80, per il quale "The trouble with cyberspace (. . .) is that there is no 'there', there". Il problema della necessaria territorialità del diritto ("che ha bisogno del «dove»") a fronte delle specificità della rete è al centro delle riflessioni di IRTI, N.: *Norma e luoghi. Problemi di geo-diritto*, Ed. Laterza, Roma-Bari, 2001, pp. 1 ss.

44 Il problema del "controllo" della tecnica è stato al centro delle riflessioni della dottrina americana sin dalla fine degli anni Novanta. Cfr. LESSIG, L.: *The Constitution of Code: Limitations on Choice-based critiques of Cyberspace Regulation*, cit., p. 191. Si rinvia pure alle riflessioni di FINOCCHIARO, G.: "Lex mercatoria e commercio elettronico", cit., p. 571.

45 Si rinvia all'uopo al magistrale dialogo tra IRTI, N., SEVERINO, E.: *Dialogo su diritto e tecnica*, Ed. Laterza, Roma-Bari, 2001. Ma sul punto si veda pure MENGONI, L.: "Diritto e tecnica", *Riv. trim. dir. proc. civ.*, 2001, p.

conseguenza che quanto tecnicamente possibile dovrebbe ritenersi, per ciò solo, anche lecito e legalmente vincolante⁴⁶.

Una simile conclusione non appare, tuttavia, sostenibile.

Va, infatti, osservato che l'infallibilità dello smart contract conduce all'impossibilità di invertire l'esecuzione automatica, anche nel caso in cui la stessa sia contraria a buona fede, il contratto sia illecito, o sia frutto dell'abuso del contraente professionista ai danni del consumatore. L'automatismo esecutivo sarebbe idoneo a determinare, dunque, un ambito libero dall'applicazione dei principi fondamentali dell'ordinamento (primo fra tutti, quello di uguaglianza e di solidarietà⁴⁷), interno e sovranazionale⁴⁸. D'altra parte, va pure condiviso il monito di chi⁴⁹ rileva la necessità di discernere tra determinismo assicurato dalla tecnologia, da un lato, e la garanzia della certezza del diritto⁵⁰, dall'altro.

La ricomprensione degli smart contracts all'interno dell'ordinamento giuridico appare, dunque, funzionale a collegare al singolo atto di autonomia una qualificazione e determinati effetti giuridici. Essa assicura, poi, che la regola privata

I; Di CIOMMO, F.: "Internet e crisi del diritto privato: tra globalizzazione, dematerializzazione e anonimato virtuale", *Riv. crit. dir. priv.*, 2003, p. 117; PASSAGNOLI, G.: "Ragionamento giuridico e tutele nell'intelligenza artificiale", *Persona e mercato*, 2019, p. 79.

46 In questo senso, sarebbe inverato quanto LESSING, L. (*Code and Other Laws of Cyberspace*, Basic Books, New York, 1999), alla fine del secolo scorso, riassumeva nello slogan "Code is law".

47 Il contratto illecito, come noto, in quanto in contrasto con norme imperative di carattere proibitivo, viola i "principi giuridici ed etici fondamentali dell'ordinamento" (Cass. 23.5.1987, n. 4681, in *Giur. it.*, 1988, I, 60; Cass. 3.4.1989, n. 1613, in *Foro it.*, 1989, I, 1460). In dottrina, GALGANO, F.: *Tratt. dir. civ.*, CEDAM, Padova, 2009, p. 331, per il quale il concetto di illiceità esprime una "esigenza di difesa dei valori fondamentali della società: di difesa dei valori che sono di natura collettiva, che attengono cioè alla pacifica e civile convivenza tra gli uomini e al loro progresso economico e sociale, sia di irrinunciabili valori di natura individuale, relativi alla libertà, alla dignità, alla sicurezza dei singoli". Allo stesso modo, la disciplina a tutela dei consumatori (e, più nel dettaglio, la nullità di protezione) si pone a presidio di valori fondamentali dell'ordinamento, quali "il corretto funzionamento del mercato (art. 41 cost.) e l'uguaglianza almeno formale tra contraenti forti e deboli (art. 3 cost.) – che trascendono quelli del singolo" (Così, Cass. 17.1.2017 n. 923, in *DeJure*). La imprescindibilità dei valori menzionati, anche dal punto di vista ermeneutico, è centrale nella riflessione di PERLINGIERI, P.: *Il diritto civile nella legalità costituzionale secondo il sistema italo-europeo delle fonti*, 4ª ed., ESI, Napoli, 2020, p. 23 ss; ID., *La persona e i suoi diritti. Problemi del diritto civile*, ESI, Napoli, 2005, p. 25 ss.

48 In un simile quadro, torna quanto mai attuale l'autorevole riflessione (BIANCA, C. M.: *Le autorità private*, Jovene, Napoli, 1977) sulla legittimità e i poteri delle «autorità private» e sulla correlativa esigenza – affermata dal noto studioso – di individuarne i limiti nel rispetto del diritto d'uguaglianza e nel necessario collegamento con l'ordinamento giuridico.

49 GAMBINO, F.: "The Blockchain technology", cit., spec. p. 226. L'A. puntualizza che "Blockchain expresses much more than the continuous succession of two facts schematized into a law. In other words, precisely by virtue of its sure and immediate functionality, this technology can be compared to causality in natural law by making almost certain the probability of the effects consequent to specific facts. However (...) it is the legislator who decides the legal consequences of our behaviours".

50 Circa il ruolo della certezza del diritto quale garanzia per i consociati, cfr. LOPEZ DE OÑATE, F.: *La certezza del diritto*, 2ª ed., Giuffrè, Milano, 1968, p. 47; CORSALE, M.: *La certezza del diritto*, Giuffrè, Milano, 1970, p. 33; BERTEA, S.: "La certezza del diritto nel dibattito teorico-giuridico contemporaneo", *Mat. stor. cultura giur.*, 2001, p. 131; BOBBIO, N.: *Il positivismo giuridico*, Il Mulino, Bologna, 1970, p. 74; IRTI, N.: "Un diritto incalcolabile", *Riv. dir. civ.*, 2015, p. 11: ma sul punto, e in senso contrario, cfr. altresì GROSSI, P.: "Sulla odierna "incertezza" del diritto", *Giust. civ.*, 2014, 4, p. 921. Ritiene che la "certezza del diritto" non sia un dato acquisito dell'ordinamento fondato sulla normazione per fattispecie, ma un "obiettivo" cui deve tendere l'interprete attraverso l'ancoraggio al complesso sistema e ai suoi valori normativi, PERLINGIERI, G.: *Profili applicativi della ragionevolezza nel diritto civile*, ESI, Napoli, 2015, spec. p. 36.

sia assoggettata ai valori dell'ordinamento e alla applicazione dei rimedi dallo stesso predisposti.

V. LA VIA DEI LEGISLATORI INTERNI E SOVRANAZIONALI.

La necessità di raccordare l'innovazione tecnologica con il sistema giuridico è avvertita dalla stessa Unione Europea. È noto che, già da tempo – con le Risoluzioni del 3 ottobre 2018⁵¹ e del 13 dicembre 2018⁵² – il Parlamento ha puntualizzato la necessità di “creare fiducia attraverso la disintermediazione”, evidenziando criticità e potenzialità derivanti dalla diffusione delle DLT e degli smart contracts. Più di recente, con la Risoluzione del 20 ottobre 2020 (recante raccomandazioni alla Commissione riguardo alla legge sui servizi digitali)⁵³, il Parlamento ha stigmatizzato il diffuso impiego di tali strumenti in assenza di un “adeguato quadro giuridico”, per la derivante “incertezza in merito alla legittimità di tali contratti e alla loro applicabilità in situazioni transfrontaliere”. Da ciò, l'invito, rivolto alla Commissione, a fornire “orientamenti atti a garantire la certezza del diritto per le imprese e i consumatori”, con specifico riferimento – tra gli altri – alla garanzia “di un adeguato equilibrio e parità tra le parti dei contratti intelligenti”, onde tutelare la parte più debole e scongiurare accordi di cartello, anche mediante la predisposizione di misure atte ad assicurare la sospensione o l'inversione dell'esecuzione automatica dell'accordo. Si è, altresì, evidenziata l'opportunità di aggiornare la Direttiva 2011/83/UE, al fine di chiarire se i contratti intelligenti rientrano nell'eccezione di cui all'art. 3, paragrafo 3, lett. i) e definire requisiti di certificazione notarile e modalità per l'esperimento del diritto di recesso.

La necessità di raccordare la diffusione delle DLT con il sistema giuridico aveva, del resto, spinto taluni legislatori interni già da tempo a disciplinare la tecnologia in esame.

Nel nostro ordinamento, l'art. 8-ter della L. 12/19 – di conversione del D.L. 135/18 (c.d. Decreto Semplificazioni) – definisce, al suo primo comma, le “Tecnologie basate sui registri distribuiti” come quelle “tecnologie e protocolli informatici che usano un registro condiviso, distribuito, replicabile, accessibile simultaneamente, architetturealmente 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”. Il secondo comma, poi, qualifica

51 “Risoluzione del Parlamento europeo del 3 ottobre 2018 sulle tecnologie di registro distribuito e blockchain: creare fiducia attraverso la disintermediazione” (2017/2772(RSP)).

52 “Risoluzione del Parlamento europeo del 13 dicembre 2018 sulla blockchain: una politica commerciale lungimirante” (2018/2085(INI)).

53 Su cui, MAUGERI, M.: *Smart contracts e disciplina dei contratti*, Il Mulino, Bologna, 2021, p. 41.

lo smart contract come “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”. Si precisa che “gli smart contracts 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”.

Tale formulazione si presta a più di un rilievo critico, anche volendo prescindere dalla (discussa) opportunità di un provvedimento di carattere definitorio in materia (in quanto in contrasto con il principio di neutralità tecnologica⁵⁴), ovvero dalla mancata pubblicazione, allo stato attuale, delle linee guida da parte dell’Agenzia per l’Italia Digitale. Emergono, infatti, imprecisioni terminologiche e concettuali, tanto con riguardo al carattere di inalterabilità attribuito ai Registri Distribuiti (peculiarità che, a rigore, è propria solo delle Blockchains⁵⁵), quanto con riferimento al meccanismo di conclusione dello smart contract⁵⁶, o ai suoi requisiti di forma⁵⁷.

Maggiormente completa appare la regolamentazione adottata dalla Repubblica di Malta, che – accogliendo le indicazioni di parte della dottrina – distingue, anzitutto, tra smart contract in senso informatico (definito come un “protocollo informatico”) e in senso giuridico, per tale intendendosi l’accordo concluso “in tutto o in parte in forma elettronica” e “automatizzabile e applicabile mediante

54 In argomento, FINOCCHIARO, G.: “Intelligenza Artificiale e protezione dei dati personali”, *Giur. it.*, 2019, pp. 1670 ss.

55 BELLOMIA, V.: “Il contratto intelligente: questioni di diritto civile”, *www.judicium.it*, p. 4, la quale insiste su ulteriori profili critici riguardanti requisiti tecnici. Si rinvia al contributo in parola per approfondimenti e per gli opportuni richiami bibliografici.

56 Il secondo comma è sembrato a molti non chiaro, nella parte in cui, prescrivendo che “l’esecuzione (n.d.r. dello smart contract) vincola automaticamente le parti”, parrebbe collegare la nascita del vincolo all’adempimento della prestazione. Il che ha indotto taluno a ritenere che la norma abbia introdotto un *tertium genus* di conclusione del contratto, alternativo al modello consensualistico e alla tradizione dei contratti reali (Come ritiene NICOTRA, M.: “L’Italia prova a normare gli smart contracts, ecco come: pro e contro”, *www.agendadigitale.eu/documenti/italia*, 14 gennaio 2019); a detta di altri il termine “esecuzione” andrebbe qui inteso come traduzione dell’inglese “to run” (vale a dire avvio del programma informatico) sicché la registrazione nell’elaboratore costituirebbe il momento di nascita del vincolo (Cfr. DE CARIA, R.: “The Legal Meaning of Smart Contracts”, *European Review of Private Law*, 2019, 731).

57 L’ultimo periodo del secondo comma, collegando il rispetto del requisito formale all’osservanza della procedura prevista dalle emanande Linee guida, appare malamente coordinato con il Codice per l’amministrazione digitale (su questo punto insiste FINOCCHIARO, G.: “Intelligenza Artificiale e protezione dei dati personali”, cit., p. 1670). Rispettando i requisiti posti dall’art. 1 CAD, invero, lo smart contract può senz’altro essere qualificato come documento informatico e, in quanto tale, soddisfa il requisito della forma scritta (ed ha quindi l’efficacia probatoria di cui all’art. 2702 c.c.), nel caso in cui vi sia apposta una firma digitale, o diverso tipo di firma elettronica (anche avanzata), ai sensi di quanto previsto dall’art. 71 CAD. Delle due l’una: o la disposizione di cui all’art. 8-ter è da ritenersi pleonastica (Come hanno ritenuto PAROLA, L.- MERATI, P., GAVOTTI, G.: “Blockchain e smart contract: questioni giuridiche aperte”, *Contratti*, 2018, 685) ovvero, a voler restituire un significato autonomo alla disposizione, bisognerebbe dedurre che il legislatore abbia inteso demandare alle Linee guida la previsione di requisiti aggiuntivi in tema di smart contract. In tale ultima accezione, dovrebbe concludersi che il contratto intelligente non potrebbe mai integrare il requisito della forma scritta, se non adottato in conformità alle linee guida dell’AgID. Di talché, allo stato attuale, mancando ancora tale intervento dell’agenzia, gli smart contract non sarebbero idonei a soddisfare il requisito formale (Cfr., BELLOMIA, V.: “Il contratto intelligente”, cit., p. 3).

un codice informatico”, se del caso in seguito a “input e controllo umano”⁵⁸. Al fine di chiarire ogni equivoco circa l'autonomia del sistema DLT, tale regolazione specifica che i contratti intelligenti possono essere “anche eseguibili mediante metodi giuridici ordinari o in combinazione di entrambi”.

Anche negli Stati Uniti⁵⁹ diversi ordinamenti hanno regolamentato la tecnologia in parola, attribuendo (come la California⁶⁰ o il Tennessee⁶¹) ai documenti inseriti su Blockchain la qualificazione di “electronic records” (vale a dire documenti elettronici) ai sensi della disciplina dettata dall’UETA, ovvero (come nel caso del Nevada⁶² e Ohio⁶³) specificando che le firme elettroniche o gli smart contract registrati su Blockchain sono da considerarsi come giuridicamente vincolanti, o ancora (come in Arizona⁶⁴) prevedendo che al contratto non possa essere negata efficacia giuridica solo perché espresso, anche parzialmente, in uno smart contract⁶⁵.

VI. SMART CONTRACTS: CRITICITÀ E PROSPETTIVE.

Nel paragrafo precedente si è osservato come il nostro ordinamento abbia percorso la via della regolamentazione delle Tecnologie basate sui Registri Distribuiti. Ne è derivata una disciplina alquanto controversa, in cui il linguaggio prettamente informatico prevale su quello giuridico, ingenerando molteplici interrogativi per l'interprete. Lo smart contract, invero, non è qualificato come “contratto”, o “accordo”, ma – tecnicamente – come un “programma per elaboratore”. Se dal piano definitorio si passa a quello del funzionamento le ambiguità non diminuiscono, posto che la formulazione legislativa non evoca il concetto di “adempimento”, prevedendo che il contratto smart “opera” e si “esegue automaticamente”, laddove quest’ultima espressione (appartenente, ancora, al lessico informatico) farebbe riferimento – secondo l’opinione dei più – alla “iscrizione” del codice nel Registro Distribuito.

58 Act XXX of 2018, “Innovative Technology Arrangements and Services Act”, all’art. 2 dà pure una definizione della DLT come “a database system in which information is recorded, consensually shared, and synchronised across a network of multiple nodes”.

In argomento, RINALDI, G.: “Smart contract: meccanizzazione del contratto nel paradigma della blockchain”, AA.VV.: *Diritto e intelligenza artificiale* (a cura di G. ALPA), Pacini ed., Pisa, 2020, p. 343.

59 In argomento, STAZI, A.: *Automazione contrattuale e “contratti intelligenti. Gli smart contracts nel diritto comparato*, Giappichelli, Torino, 2019, p. 129.

60 Cal. AB 2658; Nev. Rev. Stat. Ann. § 719.090.

61 Tenn. Code. Ann. § 47-10-202 (26 marzo 2018).

62 Nev. Rev. Stat. Ann. § 719.09.0.

63 Ohio. Rev. Cod. Ann. § 1306.01 (G).

64 Ariz. Rev. Stat. Ann. § 44-7061 (2018).

65 Per un commento alla disciplina, cfr. MAUGERI, M.: *Smart contract e disciplina dei contratti*, cit., pp 39 ss.

Ciononostante, la locuzione “predeterminati dalle parti” e il verbo “vincola”, evocando un sostrato volontaristico, sembrerebbero ricondurre il programma informatico in una dimensione contrattuale. Non è chiaro, tuttavia, se l'accordo, nell'intenzione del legislatore, coincida con lo smart contract, o sia dallo stesso presupposto.

A fronte del silenzio della legge, le categorie civilistiche tradizionali – prime tra tutte quelle, appunto, di “accordo” e di “adempimento” – sono compatibili con la contrattazione algoritmica? E, in caso affermativo, come coniugare i requisiti tecnici del programma con quelli per la sua validità in senso giuridico? E quali i rimedi applicabili a fronte di vizi dello smart contract?

Nei paragrafi che seguono verranno indirizzati tali problemi, con specifico riferimento ai contratti smart lanciati su Blockchain, i quali realizzano la completa automazione e cristallizzazione della vicenda contrattuale (dalla formazione alla esecuzione). Sicché, se pare indubitabile che lo smart contract possa esistere anche all'esterno di un Registro Distribuito⁶⁶, il suo inserimento sul Database ne amplifica le potenzialità d'impiego, suscitando – pertanto – anche maggiore interesse sotto il profilo della speculazione dottrinale⁶⁷.

I. Natura giuridica dello smart legal contract.

Considerata la multiforme fenomenologia dello smart contract, appare possibile operare una prima partizione, a seconda che il protocollo informatico si limiti ad eseguire “i termini di un contratto”, ovvero incorpori esso stesso la volontà contrattuale. Nel primo senso – quello più vicino alle intenzioni del suo ideatore⁶⁸ – lo smart contract non costituisce un contratto in senso proprio, ma lo presuppone, configurandosi quale mezzo per l'esecuzione dell'accordo già perfezionatosi. Si pensi alla previsione, in seno ad un contratto di assicurazione per i danni causati dalla circolazione del proprio veicolo, di un protocollo informatico in grado di attivarsi al momento in cui dovesse verificarsi un sinistro stradale⁶⁹; si consideri, ancora, nel caso di acquisto di un biglietto aereo, la predisposizione di

66 Lo evidenzia diffusamente DI CIOMMO, F.: “Smart contract e (non-) diritto”, cit., pp. 257 ss.

67 Lo chiarisce bene STAZI, A.: *Automazione contrattuale e “contratti intelligenti”*, cit., p. 120; cfr. anche BELLOMIA, V.: “Il contratto intelligente”, cit., p. 6.

68 SZABO, N.: “Smart contract”, 1994, in <https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>, descrive lo smart contract un protocollo informatico “che esegue i termini di un contratto”: un software, dunque, che incorpora obbligazioni contrattuali, al fine di garantirne l'auto-esecuzione, ovvero di attivare rimedi automatizzati nell'ipotesi di inadempimento.

69 Indaga le applicazioni degli smart contracts nel settore assicurativo e finanziario Battelli, E.: “Le nuove frontiere dell'automatizzazione contrattuale tra codici algoritmici e big data: gli smart contracts in ambito assicurativo, bancario e finanziario”, *Giust. civ.*, 2020, 4, pp. 681 ss.

un codice che, ricorrendo un ritardo aereo o la cancellazione del volo, indennizzi automaticamente il viaggiatore, ai sensi del Reg. UE 261/2004⁷⁰.

Venendo alla seconda ipotesi, può ulteriormente distinguersi, a seconda che lo smart contract sia il risultato della negoziazione, condotta dalle parti, tramite il linguaggio della programmazione, ovvero sia il frutto di una determinazione integralmente algoritmica.

Nella prima fattispecie lo smart contract rappresenta il documento informatico⁷¹ attraverso il quale le parti esprimono il proprio intento di vincolarsi ad una esecuzione automatica: non viene meno, dunque, l'accordo, come tradizionalmente inteso. Il problema circa l'identificabilità della parte – non percepibile nel registro, essendo ciascuno individuato mediante una stringa crittografica di lettere e numeri – potrebbe essere superato de iure condendo attraverso la predisposizione, da parte della piattaforma, di strumenti che consentano l'identificazione degli utenti⁷².

Diverso è il caso in cui le parti demandino ad un algoritmo, alimentato da tecnologia self-learning, la scelta dell'an e del quomodo della contrattazione. Quid iuris se l'algoritmo assuma delle decisioni imprevedibili, non riconducibili alle direttive preimpostate dall'utente?

Non pare all'uopo convincente, né peraltro necessario al fine di imputare il contratto all'agente umano che si sia avvalso dell'algoritmo, il riferimento all'istituto della rappresentanza. Da un lato, infatti, quest'ultima presuppone la necessaria capacità naturale del rappresentante, che non sembrerebbe – nonostante talune suggestioni di autorevole dottrina⁷³ e le proiezioni del Parlamento europeo⁷⁴ –

70 In argomento, JANSSEN, A. U., PATTI, F.P.: "Demistificare gli smart contracts", cit. pp. 31 ss.

71 L'art. 1, comma 1, CAD, definisce il documento informatico come il "documento elettronico che contiene la rappresentazione informatica di atti, fatti o dati giuridicamente rilevanti"; il documento elettronico, ai sensi del Reg. eIDAS n. 910/2014 è "qualsiasi contenuto conservato in forma elettronica, in particolare testo o registrazione sonora, visiva o audiovisiva". Circa l'idoneità dello smart contract a soddisfare il requisito della forma scritta, si rinvia a BELLOMIA, V.: "Il contratto intelligente", cit., p. 6.

72 STAZI, A.: *Automazione contrattuale e "contratti intelligenti"*, cit., p. 144.

73 Si veda la suggestiva proposta di TEUBNER, G.: *Soggetti giuridici digitali? Sullo status privatistico degli agenti software autonomi*, ESI, Napoli, 2019, spec. pp. 125 ss, il quale ipotizza l'attribuzione ai robot di una capacità giuridica parziale. Ma si consideri pure BENEDETTI, A. M.: "Contratto, algoritmi e diritto civile transnazionale: cinque questioni e due scenari", *Riv. dir. civ.*, 2021, 3, pp. 411 ss., il quale parla di "rappresentanza robotica". Secondo l'A., se il robot sceglie (sulla base del programma impostato dalle parti), non sarebbe peregrino il riconoscimento, in capo a lui, di una capacità di intendere e di volere; agirebbe come fosse un rappresentante, le cui scelte dovrebbero produrre effetti in capo agli utenti che ne hanno programmato l'azione.

74 Il Parlamento europeo, con una risoluzione del novembre 2017 [Risoluzione del Parlamento europeo del 16 febbraio 2017 recante raccomandazioni alla Commissione concernenti norme di diritto civile sulla robotica (2015/2103(INL))], ha evidenziato come il fatto che i robot svilupperanno, al massimo nei prossimi 10-15 anni, «capacità di apprendere dall'esperienza e di prendere decisioni quasi indipendenti» renda insoddisfacente la loro qualificazione alla stregua di «meri strumenti nelle mani di altri attori» (fabbricante, l'operatore, il proprietario, l'utilizzatore, ecc.); si tratterebbe piuttosto di "agenti" in grado di alterare l'ambiente in cui operano. Si prospetta la necessità della presenza di una "scatola nera", che «registri i dati su ogni operazione effettuata dalla macchina, compresi i passaggi logici che hanno contribuito alle sue decisioni», rendendo sempre possibile «ricondurre i calcoli di un sistema di intelligenza artificiale a

allo stato ipotizzabile con riguardo all'algoritmo⁷⁵. Dall'altro lato, la circostanza che sia pur sempre l'uomo a programmare il software (stabilendo le condizioni della contrattazione) salvaguarda la partecipazione volitiva della parte, così assicurando l'esistenza del sostrato minimo per la configurabilità di un accordo in senso proprio⁷⁶.

Quest'ultimo si colloca, più precisamente, a monte della conclusione algoritmica del contratto intelligente, consistendo nell'intesa (id est nell'accordo configurativo di tipo normativo⁷⁷) con cui le parti concordano di avvalersi della contrattazione "intelligente".

Una simile conclusione è suggerita pure dalla formulazione del nostro articolo 8-ter L. 12/19 che – come si accennava – menzionando gli "effetti «predeterminati» dalle parti", evoca la sussistenza di un accordo (sottinteso nel participio "predeterminati"), a monte; la precisazione che l'esecuzione "vincola automaticamente le parti" va – quindi – intesa nel senso (non informatico, ma giuridico) che l'adempimento è innescato senza la necessità di alcun intervento umano e secondo le istruzioni programmate dai contraenti. Non sembra, dunque, che il legislatore abbia introdotto deroghe al meccanismo di formazione del contratto. Sicché lo smart contract potrà essere concluso – proprio come autorevole dottrina già rilevava con riferimento ai contratti cibernetici⁷⁸ – tramite lo schema ordinario ex art. 1326⁷⁹, ovvero mediante inizio di esecuzione, come previsto dall'art. 1327 c.c.⁸⁰

una forma comprensibile per l'uomo», per identificare quali, tra uomini e macchine siano da considerare «responsabili in ultima istanza». Si giunge, così, a valutare l'attribuzione della "personalità elettronica" alla macchina.

- 75 Contraria alla configurazione della rappresentanza è FINOCCHIARO, G.: "Il contratto nell'era dell'intelligenza artificiale", cit., p. 445.
- 76 Sulla nozione di "accordo", ex multis, DI MAJO, A.: "Accordo contrattuale e dintorni", in AA.VV.: *Studi in onore di Giuseppe Benedetti*, I, ESI, Napoli, 2006, p. 570; DEL PRATO, E.: *Requisiti del contratto. Art. 1325 c.c.*, in *Il Codice Commentario Schlesinger*, Giuffrè, Milano, 2013, p. 45; SANTORO PASSARELLI, F.: *Dottrine generali*, p. 135; GALGANO, F.: *Il contratto*, CEDAM, Padova, 2020, p. 121; SCOGNAMIGLIO, R.: *Dei contratti in generale*, in *Commentario al c.c. Scialoja-Branca*, Zanichelli ed., Bologna-Roma, 1970; p. 66; BIANCA, C. M.: *Il contratto*, cit., p. 320; ROPPO, V.: *Il contratto*, cit., p. 316.
- 77 Così, BENEDETTI, A. M.: "Contratto, algoritmi", cit., p. 415. Ma cfr. anche FINOCCHIARO, G.: "Il contratto nell'era dell'intelligenza artificiale", cit., p. 441, la quale si domanda, proprio in ragione della non sempre determinabilità ex ante del contenuto de contratto concluso dall'algoritmo, se si tratti di volontà in senso stretto e anticipatamente dichiarata, ovvero di un sistema di assunzione del rischio.
- 78 CLARIZIA, R.: "I contratti e l'informatica", in AA.VV.: *I contratti informatici* (a cura di R. CLARIZIA), UTET, Torino, 2007, p. 19, sostiene – con riferimento ai contratti informatici – che non si assista alla "morte della negoziazione", ma solo ad un suo diverso atteggiarsi, in conseguenza della peculiarità del fenomeno informatico.
- 79 STAZI, A.: *Automazione contrattuale e "contratti intelligenti"*, pp. 146 ss; FINOCCHIARO, G., BOMPRESZI, C.: "A legal analysis of the use of blockchain technology for the formation of smart legal contracts", *MediaLaws – Riv. di diritto dei media*, 2020, p. 117.
- 80 STAZI, A.: *Automazione contrattuale e "contratti intelligenti"*, cit., pp. 149, sottolinea che la conclusione mediante esecuzione possa configurarsi nel caso del caricamento di un bene digitale (come una criptovaluta) o una rappresentazione digitale di un bene offline. In senso contrario al perfezionamento dello smart contract ex art. 1327, CERRATO, S.: *Appunti*, cit., p. 392.

2. Il problema degli intermediari.

Chiarita la riconducibilità dello smart contract nell'ambito della categoria contrattuale, vanno evidenziate ulteriori criticità insite nella contrattazione algoritmica.

Si consideri, anzitutto, il problema della "lingua"⁸¹. Come intuitivo, l'univocità semantica del linguaggio informatico, se scongiura contrasti interpretativi, non consente l'inserimento di clausole generali, e/o concetti elastici, i quali rimandano ad un criterio di valutazione non traducibile sotto forma del codice⁸². Ciò fa sì che, perlomeno allo stato attuale, lo smart contract non sia suscettibile di essere impiegato per operazioni economiche complesse, sicché solo parte del regolamento contrattuale è, nei fatti, automatizzabile tramite algoritmo.

In secondo luogo, la difficile comprensibilità – per l'utente-tipo – del linguaggio informatico reca con sé una contraddizione e un problema applicativo.

Sotto il primo profilo, il necessario intervento di un tecnico – indispensabile per tradurre i termini dell'accordo in codice – rischia di reintrodurre un elemento di intermediazione in una vicenda la cui specificità dichiarata consiste proprio nell'attuazione di una integrale disintermediazione. Quest'ultima è ulteriormente intaccata dal ricorso – anch'esso indefettibile – agli "oracoli", i quali trasmettono dal mondo "offchain" le informazioni relative all'avveramento delle condizioni previste, al fine di innescare l'esecuzione automatica dello smart contract.

La duplice intermediazione mina la pretesa autonomia del sistema Blockchain, introducendo il problema relativo alla rilevanza, o meno, dei vizi della volontà, ovvero delle divergenze tra sistema legale e sistema informatico.

Si consideri l'ipotesi dell'errore degli intermediari, il quale può rilevare: (a) nel caso in cui il tecnico traduca malamente in codice l'intento della parte, la quale si troverà vincolata ad un accordo difforme da quello che la stessa si è rappresentata; (b) nel caso in cui l'oracolo erri.

Ne discende un duplice interrogativo: quello se elementi di carattere soggettivo (quali una erronea formazione della volontà) possano avere rilievo in un sistema (quello dei Registri Distribuiti) basato sulla fiducia delle parti su quanto reso manifesto dal codice, oltretutto su quanto appare oggettivamente nella Blockchain;

81 Ciascuno dei benefici derivanti dall'impiego del contratto intelligente (evidenziati al par. n. 2), in effetti, reca con sé contraddizioni che smentiscono l'idoneità dello stesso a porsi come fonte di un ordinamento autosufficiente e dotato di autonoma effettività.

82 CUCCURU, P.: "Blockchain ed automazione contrattuale", cit., pp. 107 ss.

nonché quello di come regolare la divergenza tra la realtà del mondo fenomenico e quella cristallizzata nel Registro distribuito.

Temi classici della teoria generale del diritto – quello delle divergenze tra stato di fatto e stato di diritto, nonché tra volontà e rappresentazione – si ripropongono all'interprete in un contesto del tutto innovativo, chiedendo delle soluzioni che possano coniugare il rispetto dei principi generali dell'ordinamento con le specificità del sistema DLT.

3. Divergenza tra volontà e rappresentazione.

Va indagata, anzitutto, la possibilità di invalidare lo smart contract nel caso, cui si è fatto cenno, della infedele codificazione del protocollo informatico da parte del tecnico.

La questione può essere agilmente risolta tramite il ricorso ai principi generali: nel bilanciamento tra la tutela del contraente errante, da un lato, e tutela dell'affidamento della controparte circa il significato obiettivo del codice, dall'altro, le specificità della blockchain conducono alla prevalenza di quest'ultima. Più in particolare, il soggetto che immetta nel database una dichiarazione negoziale impiegando il linguaggio del codice ne risulterà vincolato in base al principio di autoresponsabilità⁸³, la cui applicazione è massimizzata proprio nel contesto informatico. Il legislatore, del resto, ha già espresso l'intento di responsabilizzare gli utenti che scelgano di far uso della tecnologia: si pensi, ad esempio, all'art. 32 C.A.D., che grava il titolare del dispositivo di firma elettronica e il certificatore di obblighi e responsabilità per i danni provocati a terzi dalla custodia e dall'utilizzo della firma⁸⁴.

Resta, come ovvio, ferma la responsabilità (contrattuale) del tecnico verso il contraente "smart", così come sono fatte salve le eventuali ipotesi di decettività del comportamento dell'altra parte⁸⁵.

83 In base a tale principio "chi pone in essere un'attività negoziale è responsabile non soltanto per le conseguenze dannose direttamente ad essa collegate, ma anche per le altre, ad essa solo indirettamente riferibili, anzi il più delle volte dipendenti dalla natura dei mezzi e delle modalità di espressione della volontà negoziale, più che dal contenuto stesso di siffatta manifestazione". Così, CLARIZIA, R., "I contratti e l'informatica", cit., p. 16. L'A. evidenzia che tale principio generale muta in parte la propria fisionomia quando la materia negoziale si avvale dell'informatica: in questo caso, invero, "il soggetto assume tutti i rischi e le responsabilità inerenti a quella attività nel suo insieme e riguardo alle sue singole fasi, senza potersi esonerare eccependo di non aver avuto conoscenza né consapevolezza delle conseguenze derivanti da quella attività". Circa il fondamento e i limiti del principio di autoresponsabilità, e il suo necessario rapporto con la tutela dell'affidamento, cfr. BIANCA, C. M.: *Il contratto*, cit., p. 23.

84 CLARIZIA, R.: "I contratti e l'informatica", cit., p. 8.

85 MAUGERI, M.: *Smart contract*, cit., p. 61.

Il contratto intelligente sarà, infine, regolarmente annullabile nel caso in cui l'errore dovesse risultare riconoscibile alla controparte, oltre che essenziale, secondo la disciplina codicistica⁸⁶.

4. Divergenza tra realtà e rappresentazione.

Analogo problema riguarda il caso dello smart contract concluso dal minore. Anche in questo caso la conformazione della Blockchain, in cui non si relazionano persone ma stringhe alfanumeriche, fa sì che la dichiarazione vada intesa per come la stessa si manifesta, nel suo significato obiettivo⁸⁷, con conseguente irrilevanza delle eventuali incapacità negoziali.

La questione, in effetti, non è nuova, essendosi già posta – in termini sostanzialmente assimilabili – con riferimento alla contrattazione telematica: anche in questo caso, l'assenza di un incontro tra persone reali ha condotto da tempo la dottrina a prospettare una più intensa tutela dell'affidamento⁸⁸, con conseguente impossibilità di invalidare il contratto concluso dall'incapace online. Come nel caso del contratto telematico, allora, anche nello smart contract concluso onchain “ciò appare deve considerarsi reale”⁸⁹.

Una discrepanza tra realtà (del mondo fenomenico) e rappresentazione (sul Database) si verifica pure nel caso in cui l'oracolo erri, in ipotesi comunicando l'avvenimento di un presupposto di fatto in realtà non accaduto, e così innescando l'automatica esecuzione, o conclusione, dello smart contract.

86 Circa il significato della “riconoscibilità dell'errore”, cfr. CATAUDELLA, A.: *I contratti. Parte generale*, Giappichelli, Torino, 2019, p. 104; PIETROBON, V.: *Errore, volontà, affidamento*, CEDAM, Padova, 1990, p. 165; SACCO, R.: *Il contratto*, in *Trattato di diritto civile italiano* (diretto da F. VASSALLI) VI, 2, UTET, Torino, 1975, p. 517; DEL PRATO, E.: “Le annullabilità”, in *Trattato del contratto, Rimedi* (a cura di A. GENTILI), Giuffrè, Milano, 2006, p. 262; GENTILI, A.: “L'annullabilità”, in AA.VV.: *I contratti in generale* (a cura di E. GABRIELLI) II, UTET, Torino, 1999 p. 1609; SANTORO PASSARELLI, F.: *Dottrine generali*, cit., p. 162; BARCELLONA, P.: *Profili dell'errore nel negozio giuridico*, Giuffrè, Milano, 1962, pp. 88 ss.

87 Sulla teoria della dichiarazione, ROPPO, V.: *Il contratto*, cit., p. 40.

88 NARDI, S.: “Accordo concluso online dal minore d'età”, www.comparazioneediritto.civile.it, gennaio 2019.

89 Ibidem. In effetti, la divergenza tra la verità del mondo fenomenico e quella rappresentata in Blockchain evoca il presupposto di fatto alla base dell'operatività del principio dell'apparenza del diritto. Quest'ultimo, nella sua essenza, rimanda ad un quid relazionale: è “l'apparire dell'irreale come reale dentro un campo di pubblica esperienza, in virtù di rapporti socialmente riconosciuti di significazione non simbolica” (Cosi, FALZEA, A.: voce *Apparenza*, in *Enc. dir.*, II, Giuffrè, Milano, 1958, p. 682; ma cfr. pure BESSONE, M., DI PAOLO, M.: voce *Apparenza*, in *Enc. giur.*, II, 1988, Giuffrè, Milano, p. I; SACCO, R.: voce *Apparenza*, in *Digesto disc. priv. - Sez. civile*, I, UTET, Torino, 1987, p. 357; GALGANO, F., VISINTINI, G.: *Effetti del contratto - Rappresentanza - Contratto per persona da nominare*, in *Commentario c.c. Scialoja-Branca*, Zanichelli, Roma-Bologna, 1993, p. 222; CASSANO, G.: “L'apparenza del diritto fra dottrina e giurisprudenza: la rappresentanza apparente”, *Contr.*, 2003, p. 72 ss.; RAJNERI, E.: “Il principio dell'apparenza giuridica”, *Rass. dir. civ.*, 1997, p. 311; PECCIANTI, R.: “Riflessioni sull'apparenza giuridica nella rappresentanza”, *Rass. dir. civ.*, 1993, p. 774). È altrettanto noto che tale principio richiede che, al di là delle ipotesi tipiche, la rappresentazione apparente sia imputabile (c.d. apparenza colposa) al soggetto che la subisce. Tale requisito è senz'altro presente nel caso in esame, in cui la conclusione del contratto smart da parte del minore consegue ad una negligenza del genitore, che ha reso accessibili al minore le chiavi d'accesso al database e, se del caso, al proprio conto corrente online. Ciò conduce a tutelare l'affidamento del terzo (in buona fede) sulla effettività della situazione apparente, sicché non dovrebbero residuare spazi per l'annullamento del contratto.

Si pensi all'erronea trasmissione circa il ritardo di un volo, che determini il contestuale accredito dell'indennizzo previsto dal Reg. 261/2004. In tale caso, invero, si assisterebbe alla immutabile e irreversibile esecuzione, nel Registro Distribuito, di una prestazione basata su un elemento inesistente nel mondo reale: da ciò, per l'appunto, ancora una divergenza tra la realtà e la sua rappresentazione, fronteggiabile con l'esperimento del solo rimedio restitutorio.

Diverso è il caso in cui l'oracolo erri nel comunicare l'avvenuta realizzazione di un presupposto cui le parti avevano rimesso la conclusione del contratto. Fattispecie, questa, che – riguardando il perfezionamento di un accordo sulla base di un presupposto di fatto non esistente – richiama l'istituto della presupposizione⁹⁰, che dovrebbe condurre alla risoluzione dello smart contract⁹¹.

Si giunge, per tale via, alla questione più spinosa: quella della compatibilità dei rimedi tradizionali, pensati con riferimento all'agire umano⁹², con l'immutabilità del sistema Blockchain.

VII. QUALI RIMEDI?

L'automatismo esecutivo dello smart contract determina, anzitutto, la non esperibilità di qualsivoglia forma di autotutela in via d'eccezione. Si generalizza, in

90 Tale istituto si configura nel caso in cui le parti diano "per certe determinate situazioni – passate, presenti o future – alle quali fanno riferimento e sulle quali fondano, in tutto o in parte, l'assetto di interessi dettato col contratto": così, CATAUDELLA, A.: *Il contratto*, cit., p. 169. In argomento, BRANCA, G.: "Considerazioni pratiche sulla presupposizione", *Foro it.*, 1962, I, c. 239; STOLFI, G.: "Il principio di buona fede", in *Prolesioni*, CEDAM, Padova, 1979, p. 203; SCOGNAMIGLIO, C.: *Interpretazione del contratto e interessi dei contraenti*, CEDAM, Padova, 1992, p. 256; RODOTÀ, S.: *Le fonti di integrazione del contratto*, Giuffrè, Milano, 2004, p. 214; CACCAVALE, C.: *Giustizia del contratto e presupposizione*, Giappichelli, Torino, 2005, p. 10.

91 La presupposizione "rimane una figura densa di ambiguità" (così, DEL PRATO, E.: *Le basi del diritto civile*, Giappichelli, Torino, 2020, p. 192). E infatti "essa è stata molto analizzata alla ricerca del «perché» il contratto si scioglie, ma decisamente meno riguardo al «come» esso si scioglie" (ibidem). Una parte della giurisprudenza individua il rimedio applicabile in caso di presupposizione nella risoluzione per eccessiva onerosità (Cass. 11 marzo 2006, n. 5390, in *Contr.*, 2006, p. 1079; Cass. 10 febbraio 2003, n. 1952, in *Giust. civ.*, 2003, I, p. 1536); una parte della dottrina fa leva sull'interpretazione del contratto secondo buona fede e ne individua il proprium nell'esigenza di tutelare le parti contro indebite ripartizioni di rischi (BESSONE, M.: *Adempimento e rischio contrattuale*, Giuffrè, Milano, 1975, p. 237, il quale nega che la prestazione sia esigibile nel caso in cui l'adempimento "richieda un sacrificio che sta al di là del limite implicito dell'economia dell'affare"); altri suggeriscono, invece, nel caso in cui la circostanza – data come presupposta ma venuta meno – incida sulla funzione concreta del contratto, il rimedio della risoluzione per impossibilità sopravvenuta della prestazione (DEL PRATO, E.; *Le basi*, cit., p. 190; CAMARDI, C.: *Economie individuali e connessione contrattuale. Saggio sulla presupposizione*, Giuffrè, Milano, 1997, p. 92), del recesso unilaterale (BIANCA, C. M.: *Il contratto*, cit., p. 467). Non manca chi invoca l'inefficacia, l'annullabilità, una generica invalidità, la nullità per mancanza di causa, l'inesistenza, il risarcimento del danno e la rideterminazione giudiziale del contenuto dell'accordo (per un quadro delle opinioni si rinvia a NICOLUSSI, A.: "Presupposizione e risoluzione", *Eur. e dir. priv.*, 2001, p. 843).

92 Sulla questione è interessante la decisione *Quoine Pte Ltd v B2C2 Ltd* (in <https://www.supremecourt.gov.sg/news/case-summaries/quoine-pte-ltd-v-b2c2-ltd-2020-sgca1-02>). Il caso (che è stato ampiamente commentato, soprattutto in relazione alla qualificazione giuridica del bitcoin come property. In arg. GIULIANO, M.: "Criptoaluta e trust", *Trusts e attività fiduciarie*, luglio 2021, p. 381) ha spinto la Court of Appeal di Singapore a confrontarsi con la difficoltà di applicare concetti (quali quelle di "riconoscibilità dell'errore" ovvero di "accordo") e rimedi (quello dell'annullamento) pensati con riferimento alla peculiarità dell'uomo, a fronte di una negoziazione esclusivamente algoritmica. La strada percorsa dai giudici è quella di responsabilizzare il programmatore, anticipando il rilievo dell'esistenza dell'errore (di una parte) e della relativa riconoscibilità (in capo alla controparte) al momento della istruzione del codice.

tal senso, l'operatività della clausola "solve et repete"⁹³, pure al di fuori dei limiti dettati dall'art. 1462 c.c.: l'adempimento dello smart contract, invero, è inevitabile anche nel caso in cui l'accordo sia nullo, annullabile o rescindibile.

La cristallizzazione delle transazioni nei blocchi della Blockchain mal si sposa, poi, con i rimedi manutentivi e ablativi.

La rettifica del contratto annullabile in caso d'errore, o la riduzione ad equità del contratto (rescindibile o divenuto eccessivamente oneroso) sembrano difficilmente conciliabili con l'immutabilità del sistema dei Registri Distribuiti. Non minori criticità si pongono in relazione ai rimedi caducatori nelle ipotesi delle sopravvenienze: una impossibilità sopravvenuta della prestazione, o la sua eccessiva onerosità, non potrebbero produrre lo scioglimento del contratto "intelligente" che abbia già avuto automatica esecuzione al ricorrere delle condizioni programmate. Analoga è l'ipotesi di uno smart contract illegale o illecito, il quale sarà immediatamente eseguito e non più eliminabile su Blockchain, rendendo esperibile la mera tutela restitutoria⁹⁴.

Da ciò, una duplice possibilità: (a) arrendersi alla inapplicabilità dei rimedi ablativi e propugnare la generalizzazione di quello restitutorio; ovvero (b) prevedere, in sede di programmazione dell'algoritmo, un dettagliato set di sopravvenienze invocabili dalle parti (dinanzi all'oracolo, ovvero ad un arbitro "onchain") al fine di bloccare l'automatica esecuzione del protocollo informatico⁹⁵.

In tale ultima direzione si muovono le piattaforme attualmente esistenti, nelle quali si sperimentano algoritmi di "autodistruzione" dello smart contract, ovvero funzioni (quali quelle di c.d. "callcode" o "enum") che consentono di intervenire sul codice informatico, modificandone il contenuto. Quest'ultima possibilità potrebbe essere impiegata, ad esempio, ai fini dell'applicazione del GDPR, da cui potrebbe discendere la necessaria rettifica, l'aggiornamento, o ancora la cancellazione dei dati su Blockchain⁹⁶.

Va, infine, precisato che la rescindibilità dello smart contract appare difficilmente ipotizzabile. E ciò, non tanto in astratto, potendosi programmare nell'algoritmo un nutrito ventaglio di ipotesi configurabili come "stato di necessità" o di "pericolo",

93 DI SABATO, D.: "Gli smart contracts: robot che gestiscono il rischio contrattuale", *Contr. impr.*, 2017, 2, p. 401.

94 MAUGERI, M.: *Smart contract*, cit., p. 66; sulla esperibilità del solo rimedio risarcitorio, FEDERICO, A.: "Equilibrio e contrattazione algoritmica", *Rass. dir. civ.*, 2021, p. 509.

95 Su tale aspetto insiste particolarmente STAZI, A.: *Automazione contrattuale*, p. 110.

96 Il rapporto tra Blockchain e protezione dei dati personali è particolarmente problematico e non può essere affrontato nei limiti del presente contributo. Si rinvia agli approfondimenti di: PALLADINO, A.: "L'equilibrio perduto della blockchain tra platform revolution e GDPR compliance", *mediaLaws - Riv. dir. media*, 2019, p. 150; GAMBINO, A. M.- BOMPRESZI, C.: "Blockchain e protezione dei dati personali", *Dir. inf.*, 2019, p. 619; FREZZA, G.: "Blockchain, autenticazione e arte contemporanea", *Dir. fam. pers.*, 2020, p.489; RAMPONE, F.: "I dati personali in ambiente blockchain tra anonimato e pseudonimato", *Cyberspazio e dir.*, 2018, p. 459.

azionabili dal contraente all'occorrenza, onde bloccare l'esecuzione di un contratto; così come pure potrebbe impostarsi un parametro oggettivo per la misurazione della iniquità della prestazione. Tuttavia, la circostanza che il negozio sia concluso sulla piattaforma da utenti individuati mediante il riferimento ad una mera stringa di codice rende, in concreto, difficilmente configurabile il requisito soggettivo dell'approffittamento.

VIII. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.

La negoziazione "smart" rappresenta lo stadio ultimo del processo di oggettivazione dell'accordo e di esaltazione dell'autonomia privata, quale strumento propulsivo dell'innovazione tecnologica⁹⁷. Può discutersi se, alla luce di questa evoluzione, debba riconsiderarsi l'opinione di quanti, già da tempo, prospettavano di includere tra le fonti del diritto classiche – oramai incapaci di regolamentare la realtà globalizzata – lo stesso contratto⁹⁸. Di certo la commistione – anch'essa già studiata – tra diritto e tecnica si presenta oggi in una nuova veste, richiedendo al giurista una riflessione consapevole. Lo studio circa l'attualità delle categorie tradizionali – nella presente sede condotto con specifico riferimento ai concetti di "accordo" e ai rimedi – appare essenziale, proprio al fine di orientare i giudizi di responsabilità, in un contesto che vede la componente umana sovrastata da quella tecnologica. Si è già osservato che quest'ultima, da mero strumento, diviene in grado di limitare il godimento dei diritti, conformare la volontà contrattuale e condizionarne l'espressione.

Del resto, gli interrogativi che emergono in ambito contrattuale (quelli relativi alla imputazione della volontà negoziale) non differiscono dai quesiti che si pongono in relazione ai criteri per il riparto della responsabilità civile derivante dall'uso di "smart devices". In entrambi i casi emerge una medesima opzione di fondo: se orientare il criterio di giudizio sull'uomo che, a monte, abbia progettato il prodotto (nel caso della R.C.⁹⁹) o istruito il software (nel caso della negoziazione

97 ALPA, G.: "New economy e libere professioni: il diritto privato e l'attività forense nell'era della rivoluzione digitale", *Contr. impr.*, 2000, p. 1180: «Il contratto diviene così – nella sua figura regolamentare – non solo il mezzo più diffuso per la realizzazione di contatti e rapporti nella società dell'informazione, ma anche il mezzo per fissare le regole inerenti il luogo e il tempo della conclusione»; nello stesso senso anche GALGANO, F.: "Diritto ed economia alle soglie del nuovo millennio", *ivi*, 2000, p. 189.

98 FINOCCHIARO, G.: "Lex Mercatoria", *cit.*, p. 610 osserva che "nella società globalizzata è necessario ripensare non solo il diritto, ma anche le fonti del diritto e la dottrina delle fonti del diritto: gli strumenti di riflessione che fornisce la teoria delle fonti di matrice positivista appaiono inadeguati a misurare il diritto della globalizzazione".

99 Quanto alla responsabilità civile nell'era dell'intelligenza artificiale, si rinvia – ex multis – a RUFFOLO, U.: "Intelligenza artificiale, machine learning e responsabilità da algoritmo", *Giur. it.*, 2019, 7, p. 1657; NADDEO, F.: "Intelligenza artificiale: profili di responsabilità", *Compar. dir. civ.*, 2020, 3, p. 1141; PORCELLI, M.: "Tecnologie robotiche e responsabilità per danni tra prospettive reali e falsi miti", *Tecn. dir.*, 2020, 2, p. 506; CAPILLI, G.: "Responsabilità e robot", *Nuova giur. civ. comm.*, 2019, 3, p. 621; SALANITRO, U.: "Intelligenza artificiale e responsabilità. La strategia della commissione europea", *Riv. dir. civ.*, 2020, 6, p. 1246; RATTI, M.: "Riflessioni in materia di responsabilità civile e danno cagionato da dispositivo intelligente alla luce dell'attuale scenario

algoritmica), ovvero se sindacare la scelta effettuata dallo stesso algoritmo, se del caso giungendo ad ipotizzare una sua – seppur anche parziale – personalità giuridica.

Ad oggi, l'approccio "umano-centrico"¹⁰⁰ – invocato dalle istituzioni europee – resta ancora quello di gran lunga prevalente. La sfida è quella di continuare a riaffermarne le ragioni nei tempi che verranno.

normativo", *Contr. impr.*, 2020, 2, p. 1174; FINOCCHIARO, G.: "Intelligenza artificiale e responsabilità", *ivi*, p. 713; COSTANZA, M.: "L'intelligenza artificiale e gli stilemi della responsabilità civile", *Giur. it.*, 2019, 7, p. 1686.

100 Cfr. "Ethics Guidelines for trustworthy AI" pubblicato l'8 aprile 2019 dall'High-Level Expert Group on Artificial Intelligence nominato dalla Commissione Europea nel giugno 2018. In arg. ALPINI, A.: "Sull'approccio umano-centrico all'intelligenza artificiale. Riflessioni a margine del «Progetto europeo di orientamenti etici per una IA affidabile»", *Comp. dir. civ.*, 2019, p. 1 ss.

BIBLIOGRAFIA

AGNINO, F.: "Fino a che punto è possibile disporre contrattualmente dei propri diritti?", *Giur. merito*, 2012, p. 2557 ss.

ALBERTINI, L.: "Osservazioni sulla conclusione del contratto tramite computers e sull'accettazione di un'offerta in Internet", *Giust. civ.*, 1997, p. 2 ss.

ALPA, G.: "New economy e libere professioni: il diritto privato e l'attività forense nell'era della rivoluzione digitale", *Contr. impr.*, 2000, p. 1180 ss.

ALPINI, A.: "Sull'approccio umano-centrico all'intelligenza artificiale. Riflessioni a margine del «Progetto europeo di orientamenti etici per una IA affidabile»", *Comp. dir. civ.*, 2019, p. 1 ss.

ASTONE, F.: "Il rapporto tra gestore e singolo utente: questioni generali," *AIDA*, 2011, p. 116 ss.

BARCELLONA, P.: *Profili dell'errore nel negozio giuridico*, Giuffrè, Milano, 1962.

BATTAGLINI, R., TULLIO GIORDANO, M.: *Blockchain e smart contract. Funzionamento, profili giuridici e internazionali, applicazioni pratiche*, Giuffrè, Milano, 2019.

BELLOMIA, V.: "Il contratto intelligente: questioni di diritto civile", www.judicium.it.

BENEDETTI, A. M.: "Contratto, algoritmi e diritto civile transnazionale: cinque questioni e due scenari", *Riv. dir. civ.*, 2021, 3, p. 411 ss.

BERTEA, S.: "La certezza del diritto nel dibattito teorico-giuridico contemporaneo", *Mat. stor. cultura giur.*, 2001, p. 131 ss.

BIANCA, C. M.: "Acontrattualità dei contratti di massa?", *Vita not.*, 2001, p. 1120 ss.

BIANCA, C. M.: *Diritto civile, 3, Il contratto*, Giuffrè, Milano, 2019.

BIANCA, C. M.: *Le autorità private*, Jovene, Napoli, 1977.

BOBBIO, N.: *Il positivismo giuridico*, Il Mulino, Bologna, 1970.

BOCCHINI, R.: "Lo sviluppo della moneta virtuale: primi tentativi di inquadramento e disciplina tra prospettive economiche e giuridiche", *Dir. inf.*, 2017, p. 27 ss.

BURNSTEIN, M. R.: "Conflicts on the Net: Choice of Law in Transnational Cyberspace", *Vanderbilt Journal of Transnational Law*, 1996, p. 80 ss.

BUSNELLI, F. D.: "Quale futuro per le categorie del diritto civile", *Riv. dir. civ.*, 2015, p. 1 ss.

CACCAVALE, C.: *Giustizia del contratto e presupposizione*, Giappichelli, Torino, 2005.

CAGGIANO, I. A.: "Il "Contratto" nel mondo digitale", *NGCC*, 2018, p. 1152 ss.

CALZOLAIO, E.: "La qualificazione del bitcoin: appunti di comparazione giuridica", *Danno resp.*, 2021, n. 2, p. 188 ss.

CAPILLI, G.: "Responsabilità e robot", *Nuova giur. civ. comm.*, 2019, 3, p. 621 ss.

CARBONE, E.: "Macchine pensanti e contratti non umani", *Foro it.*, 2020, c. 240 ss.

CASTRONOVO, C.: *Eclissi del diritto civile*, Giuffré, Milano, 2015.

CATAUDELLA, A.: *I contratti. Parte generale*, Giappichelli, Torino, 2019.

CERRATO, S.: "Appunti su smart contract e diritto dei contratti", *Banca borsa tit. cred.*, 2020, p. 370 ss.

CIAN, M.: "La criptovaluta - Alle radici dell'idea giuridica di denaro attraverso la tecnologia: spunti preliminari", *Banca, borsa, tit. cred.*, 2019, p. 315 ss.

CICU, A.: "Gli automi nel diritto privato", *Il Filangieri*, 1901, pp. 561 ss.

CLARIZIA, R.: "I contratti e l'informatica", in AA.VV.: *I contratti informatici* (a cura di R. CLARIZIA), UTET, Torino, 2007.

CORSALE, M.: *La certezza del diritto*, Giuffré, Milano, 1970.

COSTANZA, M.: "L'intelligenza artificiale e gli stilemi della responsabilità civile", *Giur. it.*, 2019, 7, pp. 1686 ss.

CRISCUOLO, F.: *L'autodisciplina: autonomia privata e sistema delle fonti*, ESI, Napoli, 2000.

CUCCURU, P.: "Blockchain ed automazione contrattuale. Riflessioni sugli smart contract", *NGCC*, 2017, n. 1, pp. 107 ss.

D'ALBERTI, D.: "Google e le nuove autorità private: la metamorfosi dal fatto al diritto", *Riv. dir. civ.*, 2021, n. 4, pp. 745 ss.

DAMIANI, E.: "Blockchain application in general private law: the Notarchain case", in AA. VV.: *Legal technology transformation. A practical assessment*, (a cura di A. CALIGIURI), Editoriale scientifica, Napoli, 2020, pp. 229 ss.

DAMIANI, E.: "Note in tema di conclusione del contratto mediante sistemi automatici (spunti per una rilettura delle tesi di Antonio Cicu)", *Rass. dir. civ.*, 2020, pp. 757 ss.

DE FILIPPI, P., WRIGHT, A.: *Blockchain and the law. The rule of code*, Harvard Univ. Press., Harvard, 2018, pp. 13 ss.

DE STASIO, V.: "Verso un concetto europeo di moneta legale: valute virtuali, monete complementari e regole di adempimento", *Banca borsa tit. cred.*, 2018, pp. 747 ss.

DEL PRATO, E.: "Le annullabilità", in *Trattato del contratto, Rimedi* (a cura di A. GENTILI), Giuffré, Milano, 2006, pp. 262 ss.

DEL PRATO, E.; *Requisiti del contratto. Art. 1325 c.c.*, in *Il Codice Commentario* Schlesinger, Giuffré, Milano, 2013.

DEL PRATO, E.: *I regolamenti privati*, Giuffré, Milano 1988.

DELFINI, F.: *Contratto telematico e commercio elettronico*, Giuffré, Milano, 2002.

DI CIOMMO, F.: "Civiltà tecnologica, mercato ed insicurezza: la responsabilità del diritto", *Riv. critica dir. priv.*, 2010, n. 4, pp. 565 ss.

DI CIOMMO, F.: "Diritto alla cancellazione, diritto di limitazione del trattamento e diritto all'oblio", in AA.VV.: *I dati personali nel diritto europeo* (a cura di V. CUFFARO, R. D'ORAZIO, V. RICCIUTO), Giappichelli, Torino, 2019, pp. 373 ss.

DI CIOMMO, F.: "Internet e crisi del diritto privato: tra globalizzazione, dematerializzazione e anonimato virtuale", *Riv. crit. dir. priv.*, 2003, p. 117 ss.

DI CIOMMO, F.: "La responsabilità civile in internet. Prove di governo dell'anarchia tecnocratica", *Resp. civ.*, 2006, pp. 550 ss.

DI CIOMMO, F.: "Smart contract e (non-) diritto. Il caso dei mercati finanziari," *Nuovo diritto civile*, 2019, n. 1, pp. 257 ss.

DI MAJO, A.; "Accordo contrattuale e dintorni", in AA.VV.: *Studi in onore di Giuseppe Benedetti*, I, ESI, Napoli, 2006, pp. 570 ss.

DI RAIMO, R.: "Categorie della crisi economica e crisi delle categorie civilistiche. Il consenso e il contratto nei mercati finanziari derivati", *Giust. civ.*, 2014, pp. 1095 ss.

DI SABATO, D.: "Gli smart contracts: robot che gestiscono il rischio contrattuale", *Contr. impr.*, 2017, 2, pp. 401 ss.

FAINI, F.: "Blockchain e diritto: la catena del valore tra documenti informatici, smart contracts e data protection", *Resp. civ. prev.*, 2020, pp. 297 ss.

FAUCEGLIA, D.: "Il problema dell'integrazione dello smart contract", *Contr.*, 2020, n. 5, pp. 591 ss.

FAVALE, R.: "La conclusione del contratto telematico", *Giur. merito*, 2013, pp. 12 ss.

FINOCCHIARO, G., BOMPRESZI, C.: "A legal analysis of the use of blockchain technology for the formation of smart legal contracts", *MediaLaws – Riv. di diritto dei media*, 2020, pp. 117 ss.

FINOCCHIARO, G.: "Il contratto nell'era dell'intelligenza artificiale", *Riv. trim. dir. proc. civ.*, 2018, pp. 44 ss.

FINOCCHIARO, G.: "Intelligenza Artificiale e protezione dei dati personali", *Giur. it.*, 2019, pp. 1670 ss.

FINOCCHIARO, G.: "Lex mercatoria e commercio elettronico. Il diritto applicabile ai contratti conclusi su Internet", *Contr. impr.*, 2001, pp. 571 ss.

FOLLIERI, F.: *Il contratto concluso in Internet*, ESI, Napoli, 2005.

FRANCESCHELLI, V.: *Computer e diritto*, Maggioli ed., Rimini, 1989.

FROOMKIN, M.: "The Internet as a Source of Regulatory Arbitrage", in AA.VV.: *Borders in Cyberspace* (a cura di B. KAHIN e C. NESSON), MIT Press, Cambridge, 1997.

FURGIUELE, L.: "Contratti a conclusione telematica", in AA. VV.: *Diritto dei consumatori e nuove tecnologie. I. Gli scambi* (a cura di F. BOCCHINI), Giappichelli, Torino, 2003, pp. 172 ss.

GALGANO, F.: "Diritto ed economia alle soglie del nuovo millennio", *Contr. impresa*, 2000, pp. 189 ss.

GALGANO, F.: "Globalizzazione dell'economia e universalità del diritto", *Pol. dir.*, 2009, pp. 177 ss.

GALGANO, F.: "I caratteri della giuridicità nell'epoca della globalizzazione", in AA.VV.: *Diritto, politica e realtà sociale nell'epoca della globalizzazione* (a cura di G. TORRESETTI), EUM, Macerata, 2008, pp. 183 ss.

GALGANO, F.: *Il contratto*, CEDAM, Padova, 2020.

GALGANO, F.: *Lex mercatoria. Storia del diritto commerciale*, Il Mulino, Bologna, 1993.

GAMBARO, A.: "Alcuni appunti sugli aspetti istituzionali della c.d. globalizzazione", *Sociologia dir.*, 2005, n. 2, pp. 24 ss.

GAMBINO, A. M.: *L'accordo telematico*, Giuffrè, Milano, 1997.

GAMBINO, F.: "The Blockchain technology between the law of contemporaneity and the new power structure", in AA. VV.: *Legal technology transformation. A practical assessment*, (a cura di A. CALIGIURI), Editoriale scientifica, Napoli, 2020, pp. 223 ss.

GASCHI, A.- PORTALE, V.: "La definizione di blockchain e distributed ledger", in AA. VV.: *Blockchain e smart contract* (a cura di R. BATTAGLINI, M. T. GIORDANO), Giuffrè, Milano, 2019, pp. 19 ss.

GAZZONI, F.: "Contatto reale e contatto fisico (ovverosia l'accordo contrattuale sui trampoli)", *Riv. dir. comm. dir. gen. obbl.*, 2002, pp. 655 ss.

GENTILI, A.: "Crisi delle categorie e crisi degli interpreti", *Riv. dir. civ.*, 2021, n. 4, pp. 633 ss.

GENTILI, A.: "L'inefficienza del contratto telematico", *Riv. dir. civ.*, 2000, n. 6, pp. 747 ss.

GIOVA, S.: *La conclusione del contratto via Internet*, ESI, Napoli, 2000.

GIULIANO, M.: "La blockchain e gli smart contracts nell'innovazione del diritto nel terzo millennio", *Dir. inf.*, 2018, pp. 989 ss.

GRANDINETTI, O.: "Facebook vs. CasaPound e Forza Nuova, ovvero la disattivazione di pagine social e le insidie della disciplina multilivello dei diritti fondamentali", *Medialaws*, 4 febbraio 2021.

- GROSSI, P.: "Globalizzazione, diritto, scienza giuridica", *Foro it.*, 2002, pp. 196 ss.
- GROSSI, P.: "Sulla odierna "incertezza" del diritto", *Giust. civ.*, 2014, 4, pp. 921 ss.
- GUARNIERI, A.: "Le categorie ordinanti del diritto civile (a proposito di Rodolfo Sacco, Il fatto, l'atto, il negozio)", *Riv. dir. civ.*, 2007, II, pp. 547 ss.
- HART, H.: *The Concepts of Law*, Clarendon Law, Oxford, 1961.
- IRTI, N., SEVERINO, E.: *Dialogo su diritto e tecnica*, Ed. Laterza, Roma-Bari, 2001.
- IRTI, N.: "«È vero ma...» (replica a Giorgio Oppo)", *Riv. dir. civ.*, 1999, pp. 273 ss.
- IRTI, N.: "La crisi della fattispecie", *Riv. trim. dir. proc. civ.*, 2014, pp. 36 ss.
- IRTI, N.: "Le categorie giuridiche della globalizzazione", *Riv. dir. civ.*, 2002, pp. 627 ss.
- IRTI, N.: "Lo scambio di foulard (replica semiseria al Prof. Bianca)", *Riv. trim. dir. proc. civ.*, 2000, pp. 601 ss.
- IRTI, N.: "Scambi senza accordo", *Riv. trim. dir. proc. civ.*, 1998, pp. 347 ss.
- IRTI, N.: "Un diritto incalcolabile", *Riv. dir. civ.*, 2015, pp. 11 ss.
- IRTI, N.: *L'ordine giuridico del mercato*, Ed. Laterza, Roma-Bari, 2009.
- IRTI, N.: *Nichilismo giuridico*, Ed. Laterza, Roma-Bari, 2005.
- IRTI, N.: *Norma e luoghi. Problemi di geo-diritto*, Ed. Laterza, Roma-Bari, 2006.
- IUDICA, G.: "Globalizzazione e diritto", *Contratto e impr.*, 2008, pp. 867 ss.
- JANNSEN, A.U., PATTI, F.P.: "Demistificare gli smart contracts", *Orizz. dir. civ. comm.*, 2020, pp. 31 ss.
- JHONSON, D. R., POST, D.: "Law and Borders – The rise of Law in Ciberspace", *Stan. Law Review*, 1996, vol. 48, pp. 1367 ss.
- LA PORTA, U.: *Globalizzazione e diritto. Regole giuridiche e norme di legge nell'economia globale - Un saggio sulla libertà di scambio e i suoi limiti*, Liguori ed., Napoli, 2005.
- LESSING, L.: *Code and Other Laws of Cyberspace*, Basic Books, New York, 1999.

LIPARI, N.: *Le categorie del diritto civile*, Giuffré, Milano, 2013.

LONGOBUCCO, F.: "Smart contract e "contratto giusto": dalla soggettività giuridica delle macchine all'oggettivazione del fatto-contratto. Il ruolo dell'interprete", *federalismi.it*.

LOPEZ DE OÑATE, F.: *La certezza del diritto*, 2^a ed., Giuffré, Milano, 1968.

MAUGERI, M.: *Smart contracts e disciplina dei contratti*, Il Mulino, Bologna, 2021.

MENCONI, L.: "Diritto e tecnica", *Riv. trim. dir. proc. civ.*, 2001, pp. 1 ss.

MUSIO, A.: "La storia non finita dell'evoluzione del contratto tra novità tecnologiche e conseguenti esigenze di regolazione", *NGCC*, 2021, n. 1, p. 226 ss

NADDEO, F.: "Intelligenza artificiale: profili di responsabilità", *Compar. dir. civ.*, 2020, 3, p. 1141 ss.

NAKAMOTO, S.: "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System", 2008, <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

OPPO, G.: "Disumanizzazione del contratto?", *Riv. dir. civ.*, 1998, n. 1, pp. 525 ss.

ORLANDI, M.: "Istituzione e linguaggio", *Riv. int. fil. dir.*, 2020, n. 2, pp. 301 ss.

P. LAGHI, *Cyberspazio e sussidiarietà*, ESI, Napoli, 2015.

PARDOLESI, R., DAVOLA, A.: "«Smart contract»: lusinghe ed equivoci dell'innovazione purchessia", *Foro it.*, 2019, cc. 195 ss.

PASSAGNOLI, G.: "Ragionamento giuridico e tutele nell'intelligenza artificiale", *Persona e mercato*, 2019, pp. 79 ss.

PATTI, S.: "La globalizzazione del diritto e il contratto", *Obbl. contr.*, 2009, pp. 495 ss.

PENNASILICO, M.: "La conclusione dei contratti online tra continuità e innovazione", *Dir. inf.*, 2014, pp. 805 ss.

PERLINGIERI, C.: *Profili civilistici dei social networks*, ESI, Napoli, 2014.

PERLINGIERI, G.: "Il contratto telematico", in AA. VV.: *Manuale di diritto dell'informatica* (a cura di D. VALENTINO), ESI, Napoli, 2016, pp. 274 ss.

PERLINGIERI, G.: "Venticinque anni della Rassegna di diritto civile e la «polemica sui concetti giuridici». Crisi e ridefinizione delle categorie", in AA.VV.: *Temi e problemi della civilistica contemporanea* (a cura di P. PERLINGIERI), ESI, Napoli, 2005, pp. 543 ss.

PERLINGIERI, G.: *Profili applicativi della ragionevolezza nel diritto civile*, ESI, Napoli, 2015.

PERLINGIERI, P.: *Il diritto civile nella legalità costituzionale secondo il sistema italo-europeo delle fonti*, 4^a ed., ESI, Napoli, 2020.

PERLINGIERI, P.: *La persona e i suoi diritti. Problemi del diritto civile*, ESI, Napoli, 2005.

PIETROBON, V.: *Errore, volontà, affidamento*, CEDAM, Padova, 1990.

POLLICINO, O.: "L'«autunno caldo» della Corte di giustizia in tema di tutela dei diritti fondamentali in rete e le sfide del costituzionalismo alle prese con i nuovi poteri privati in ambito digitale", *Federalismi.it*, 16 ottobre 2019, n. 19.

PORCELLI, M.: "Tecnologie robotiche e responsabilità per danni tra prospettive reali e falsi miti", *Tecn. dir.*, 2020, 2, pp. 506 ss.

RAMPONE, F.: "«Smart contract»: né «smart», né «contract», *Riv. dir. priv.*, 2020, pp. 241 ss.

RATTI, M.: "Riflessioni in materia di responsabilità civile e danno cagionato da dispositivo intelligente alla luce dell'attuale scenario normativo", *Contr. impr.*, 2020, 2, pp. 1174 ss.

REIDENBERG, J. R.: "Lex Informatica: The formulation of information policy rules through technology", *Tex. Law Review*, 1998, vol. 76, pp. 553 ss.

REMOTTI, G.: "Blockchain smart contract. Un primo inquadramento", *Oss. dir. civ.*, pp. 189 ss.

RINALDI, G.: "Approcci normativi e qualificazione giuridica delle criptomonete", *Contr. impr.*, 2019, n. 1, pp. 257 ss.

PERNICE, C.: *Digital Currency e obbligazioni pecuniarie*, ESI, Napoli, 2018.

RODOTÀ, S.: *Le fonti di integrazione del contratto*, Giuffrè, Milano, 2004.

ROMANO, S.: *L'ordinamento giuridico*, Sansoni, Firenze 1962.

ROPPPO, V.: *Il contratto*, in *Tratt. dir. priv.* (a cura di G. IUDICA E P. ZATTI), Giuffré, Milano, 2011.

ROSSELLO, C.: "La governance di Internet tra diritto statale, autodisciplina, soft law e lex mercatoria", in AA. VV.: *Commercio elettronico* (a cura di C. ROSSELLO, G. FINOCCHIARO, E. TOSI,) in *Tratt. dir. priv.* (diretto da M. BESSONE), Giappichelli, Torino, 2007, vol. XXXII, pp. 3 ss.

RUBINO DE RITIS, M.: "Obbligazioni pecuniarie in criptomoneta", *Giustiziacivile.com*, 2018.

RUFFOLO, U.: "Intelligenza artificiale, machine learning e responsabilità da algoritmo", *Giur. it.*, 2019, 7, pp. 1657 ss.

SACCO, R.: *Il contratto*, in *Trattato di diritto civile italiano* (diretto da F. VASSALLI) VI, 2, UTET, Torino, 1975, pp. 517 ss.

SALANITRO, U.: "Intelligenza artificiale e responsabilità. La strategia della commissione europea", *Riv. dir. civ.*, 2020, 6, pp. 1246 ss.

SAMMARCO, P.: "Le clausole contrattuali di esonero e trasferimento della responsabilità inserite nei termini d'uso dei servizi del web 2.0", *Dir. inf.*, 2010, p. 634.

SANDULLI, P.: "Analisi delle norme a tutela dell'impresa e del consumatore in materia di commercio elettronico", *Giust. civ.*, 2000, n. 5, pp. 243 ss.

SARZANA DI SANT'IPPOLITO, F., NICOTRA, M.: *Diritto della blockchain, intelligenza artificiale e IoT*, Giuffré, Milano, 2018, pp. 9 ss.

SCHMITZ, A. J.- RULE, C.: "Online Dispute Resolution for Smart Contracts", *Journal of Dispute Resolution*, 2019, pp. 103 ss.

SCIALOJA, A.: *L'offerta a persona indeterminata ed il contratto concluso mediante automatico*, S. Lapi ed., Città di Castello, 1902.

SCOGNAMIGLIO, C.: "La conclusione e l'esecuzione del contratto telematico", in AA. VV.: *La conclusione e l'esecuzione del contratto telematico* (a cura di S. SICA, P. STANZIONE), Giuffré, Milano, 2002, pp. 73 ss.

SCOGNAMIGLIO, C.: *Interpretazione del contratto e interessi dei contraenti*, CEDAM, Padova, 1992.

SCOGNAMIGLIO, R.: *Dei contratti in generale*, in *Commentario al c.c. Scialoja-Branca*, Zanichelli ed., Bologna-Roma, 1970.

SEMERARO, M.: "Moneta legale, moneta virtuale e rilevanza dei conflitti", *Riv. dir. banc.*, 2019, II, pp. 239 ss.

STAZI, A.: *Automazione contrattuale e "contratti intelligenti. Gli smart contracts nel diritto comparato*, Giappichelli, Torino, 2019.

TEUBNER, G.: "Ordinamenti frammentati e costituzioni sociali", in AA. VV.: *Il diritto frammentato* (a cura di A. FEBBRAJO, F. GAMBINO), Giuffrè, Milano, 2013, p. 380.

TEUBNER, G.: *Soggetti giuridici digitali? Sullo status privatistico degli agenti software autonomi*, ESI, Napoli, 2019.

Tosi, E.: *Contratti informatici, telematici e virtuali*, Giuffrè, Milano, 2010.

VIGNOLA, M.: "Quale diritto nell'era della globalizzazione?", *Dir. uomo*, 2008, n. 2, pp. 48 ss.

VIRGA, W.: "Inadempimento di contratto e sanzioni private nei social network", *AIDA*, 2011, pp. 222 ss.

WRIGHT, A., DE FILIPPI, P.; "Decentralizes Blockchain technology and the rise of Lex Cryptographia", SSRN 2580664.

