

SMART CONTRACTS E CONTRATTI ECOLOGICI: UN'INCOMPATIBILITÀ STRUTTURALE NEL DIRITTO PRIVATO?

Alberto Jaci*

Sommario: 1.- La sfida dell'automazione contrattuale in ambito ambientale; 2.- Contratti ecologici: struttura, causa e funzione nel diritto privato; 3.- Smart contracts: nozione tecnica e qualificazione giuridica; 4.- L'impossibilità dell'esecuzione automatica nei contratti ecologici: argomenti teorici e applicativi; 5.- Implicazioni dogmatiche: rischio, responsabilità e fallacia dell'automazione; 6.- Il contratto oltre il codice: verso una nuova centralità del diritto civile.

1.- La sfida dell'automazione contrattuale in ambito ambientale

Il contratto, nella tradizione civilistica, costituisce lo strumento fondamentale mediante il quale i soggetti regolano autonomamente i propri interessi, secondo quanto previsto dall'art. 1321 c.c.¹. Tale struttura, fondata sull'incontro delle volontà², sull'equilibrio sinallagmatico³ e sulla responsabilità dell'adempimento⁴, è stata nel tempo messa alla prova da diversi processi di trasformazione economica e sociale. Tra questi, due fenomeni recenti si impongono per rilevanza e per impatto sistematico: la transizione digitale e la transizione ecologica.

Nel primo caso, l'adozione di tecnologie come la blockchain⁵ e gli smart contracts⁶ ha posto interrogativi circa la possibilità di affidare a codici eseguibili — privi di mediazione umana — la realizzazione di obbligazioni contrattuali⁷. Nel secondo, l'attenzione al valore giuridico dell'ambiente e alla sua tutela ha determinato l'emergere di figure contrattuali atipiche — i cosiddetti contratti ecologici — orientate alla sostenibilità e alla responsabilità ambientale.

Il presente contributo si propone di sostenere, in chiave critico-ricostruttiva, che l'esecuzione automatica mediante smart contracts risulti strutturalmente inidonea a regolare obbligazioni a contenuto ecologico, alla luce delle categorie e dei principi fondamentali del diritto civile.

*Dottorando di ricerca in Diritto Privato presso il Dipartimento di Scienze Politiche e Giuridiche dell'Università degli Studi di Messina, corso “Scienze delle Pubbliche Amministrazioni”, XXXVIII ciclo.

¹ Ex plurimis: R. Sacco, G. De Nova, *Il contratto*, IV ed., Milano 2016, 1748ss.

² G. Alpa, *Il contratto in generale. Principi e problemi*, II ed., Milano 2021, 437ss.

³ P. Gallo, *Revisione del contratto ed equilibrio sinallagmatico*, in R. Sacco (cur.) *Digesto delle Discipline Privatistiche. Sezione Civile. Aggiornamento XII*, Milano 2019, 16ss.

⁴ F. Piraino, *Adempimento e responsabilità contrattuale*, Napoli 2011, 769ss.

⁵ Per una trattazione maggiormente approfondita sullo strumento tecnologico si veda: M. Iansiti, K.R. Lakhani, *The truth about Blockchain*, in *Harvard Business Review*, 2017.

⁶ Per un'ampia trattazione tecnico-giuridica sull'istituto digitale si rinvia a: M.F. Tommasini, *Lo smart contract e il diritto dei contratti*, in *Jus Civile*, 4 (2022) 31.

⁷ M.L. Perugini, P. Dal Checco, *Introduzione agli Smart Contract*, in *SSRN*, (2015) 31.

Proprio a partire da queste premesse, si rende necessaria una ricostruzione dei contratti ecologici alla luce delle categorie civilistiche, al fine di comprenderne struttura e funzione.

2.- Contratti ecologici: struttura, causa e funzione nel diritto privato

La crescente attenzione alla tutela dell'ambiente e alla sostenibilità ha favorito, negli ultimi anni, la diffusione di pratiche contrattuali orientate alla realizzazione di obiettivi ecologici. In assenza di una tipizzazione normativa, la nozione di “contratto ecologico” resta necessariamente aperta⁸, ma può essere ricostruita, in prospettiva civilistica, come una figura negoziale atipica, caratterizzata dalla finalità di promuovere, incentivare o regolare comportamenti coerenti con i principi dell'ordinamento in materia ambientale⁹. Si tratta, dunque, di contratti che si collocano interamente nell'ambito dell'autonomia privata, ma che si distinguono per l'incidenza che il loro contenuto assume rispetto a beni giuridici non strettamente individuali, quali l'ecosistema, la biodiversità, le risorse naturali e il clima¹⁰. La dottrina, internazionale e non, ha coniato altre formule che mettono in evidenza l'argomento della sostenibilità con cui identificare i contratti in parola, quali “funzione socio-ambientale dei contratti”¹¹ ovvero diritto contrattuale “per le generazioni future”¹². Taluni hanno analizzato anche come la questione ambientale abbia fatto ingresso nelle relazioni contrattuali tra privati attraverso la prassi, ammettendo la previsione di clausole esplicite, specie nei contratti commerciali internazionali e anche in assenza di un accordo espresso delle parti, che “*contengano aspetti ambientali e sociali non direttamente connessi con l'oggetto dello specifico contratto e che prescrivano il comportamento generale delle parti nella conduzione degli affari*”¹³. L'elemento

⁸ Sulla natura dell'istituto e sulla sua utilità si sono registrati degli scontri a livello dottrinale, consentendo di dividere le posizioni in autori che intravedono potenzialità positive (si veda M. Pennasilico, *Contratto e uso responsabile delle risorse naturali*, in *Rassegna di diritto civile*, 3 [2014] 768, per il quale “il contratto ecologico è, dunque, applicazione privilegiata del paradigma intergenerazionale, che ispira la trasformazione dell'economia di mercato in “economia di mercato sociale ed ecologica”. L'autore ha fatto propria la definizione fornita da P. Häberle, *Potere costituente (teoria generale)*, in *Enciclopedia Giuridica, Aggiornamento IX*, Roma 2000, 40.) e chi, al contrario, sostiene non vi sia alcuna prospettiva per lo stesso (si veda S. Pagliantini, *Sul c.d. contratto ecologico*, in *La nuova giurisprudenza civile commentata*, 2 [2016] 8, secondo cui “contratto ecologico, questo il succo del discorso, è un'espressione raffinata ma predicata di un valore soltanto descrittivo”... ovvero parlare “di una fattispecie costitutiva di rapporti patrimoniali ecosostenibili, voglia essere una (lodevole) provocazione argomentativa più che l'avvio di una riconcettualizzazione categoriale”).

⁹ M. Pennasilico, *Contratto ecologico e conformazione dell'autonomia negoziale*, in *Giustizia Civile*, 4 (2017) 27.

¹⁰ V. Restuccia, *Iniziativa economica privata e obiettivi di sostenibilità ambientale. I contratti c.d. ecologici*, Napoli 2024, 136ss.

¹¹ A.H.T. Saldanha, *Função socioambiental dos contratos e instrumentalidade pró-sustentabilidade: limites ao exercício de autonomias públicas e privadas*, in *Veredas do Direito*, 16 (2011) 15.

¹² C. Poncibò, *A Contract Law for Future Generations*, in *Revija Kopaonice Škole Prirodnog Prava*, 2 (2020) 23.

¹³ K.P. Mitkidis, *Sustainability clauses in international business contracts*, The Hague 2015, 312ss; Id., *Using Private Contracts for Climate Change Mitigation*, in *Groningen Journal of International Law*, 1 (2014) 27 ; Id., *Sustainability Clauses in International Supply Chain Contracts: Regulation, Enforceability and Effects of Ethical Requirements*, in *Nordic Journal of Commercial Law*, 1 (2014) 31, ove sono riportate alcuni esempi di clausole, ex multis quelle che

dell'intergenerazionalità assume particolare rilevanza poiché rende evidente il coinvolgimento di soggetti "terzi"¹⁴, individuabili nell'intera collettività, conferendogli così una rilevanza esterna. Il rapporto, pertanto, diventa "complesso", in ragione dell'ampio coinvolgimento di persone, superando il classico principio di relatività e le parti contrattuali come categorie di riferimento nella contrattualistica tradizionale.

La struttura di questi contratti resta fondata sugli elementi essenziali previsti dall'art. 1325 c.c., ma la funzione che essi svolgono rivela una tensione ulteriore rispetto ai modelli tradizionali. La causa concreta del contratto, intesa come funzione economico-sociale dell'accordo, incorpora in questi casi non solo l'interesse delle parti, ma anche un orientamento esplicito alla realizzazione di risultati conformi a standard ambientali¹⁵, obblighi internazionali o obiettivi di sostenibilità¹⁶. Ciò non comporta una trasformazione del contratto in atto amministrativo o in strumento di regolazione pubblicistica, ma implica che l'autonomia contrattuale si orienti in modo consapevole verso finalità diffuse, senza perdere il proprio carattere bilaterale e sinallagmatico¹⁷. È proprio in questa capacità di inglobare interessi generali senza snaturare la propria struttura che il contratto civile dimostra la propria adattabilità e la propria continuità sistematica.

I contratti ecologici, nella loro dimensione privatistica, restano atti dispositivi fondati sull'accordo e vincolati al rispetto del principio di buona fede, ma si distinguono per la peculiare composizione tra obbligazioni a contenuto patrimoniale e impegni di comportamento ispirati a standard normativi, tecnici o scientifici in continua evoluzione¹⁸. L'esigenza di adeguamento progressivo, la presenza di margini valutativi, la necessità di verifiche periodiche e la mutevolezza del quadro regolativo rendono questi contratti strutturalmente aperti, richiedendo flessibilità interpretativa e spesso l'intervento di clausole adattive¹⁹. In tale contesto, l'autonomia negoziale non si riduce alla libertà delle parti, ma si

richiedono la riduzione delle emissioni nel processo produttivo; C. Poncibò, *The Contractualisation of Environmental Sustainability*, in *European Review of Contract Law*, 4 (2016) 20.

¹⁴ M. Dassio, A. Fusaro, A. Somma, F. Toriello, *Effetti del contratto nei confronti dei terzi*, Milano 2000, 208ss; L. Vacca, *Gli effetti del contratto nei confronti dei terzi nella prospettiva storico-comparatistica*, Torino 2001, 347ss.

¹⁵ Si veda in tal senso: F. Galgano, *Il negozio giuridico*, Milano 2002, 686ss, ove si precisa che la causa concreta non è solo funzione economica del contratto, ma espressione della sua collocazione nell'ordinamento, con apertura agli interessi extrapatrimoniali, tra cui quelli ambientali.

¹⁶ M. Pennasilico, *Sviluppo sostenibile e "contratto ecologico": un altro modo di soddisfare i bisogni*, in *Rassegna di diritto civile*, 4 (2021) 33.

¹⁷ C. Irti, *Gli "appalti verdi" tra pubblico e privato*, in *Contratto e impresa. Europa*, (2017) 28.

¹⁸ M. Pennasilico, *Sviluppo sostenibile, legalità costituzionale e analisi "ecologica" del contratto*, in P. Pollice (cur.) *Liber amicorum per Biagio Grasso*, Napoli 2015, 26ss.

¹⁹ M. Pennasilico, *"Proprietà ambientale" e "contratto ecologico": un altro modo di soddisfare i bisogni*, in *Rassegna di diritto civile*, 4 (2018) 30.

configura come responsabilità strutturata entro un orizzonte ordinamentale che impone di tener conto della tutela dell’ambiente quale parametro di conformità oggettiva del contenuto contrattuale²⁰.

La dottrina privatistica, in tal senso, ha riconosciuto che l’oggetto del contratto può estendersi anche a beni non strettamente appropriabili o economicamente misurabili, purché siano determinati o determinabili e non contrari a norme imperative, all’ordine pubblico o al buon costume²¹. Il valore ambientale, pur non essendo sempre patrimonializzabile in senso stretto, può dunque rientrare legittimamente nell’oggetto di obbligazioni negoziali, assumendo il ruolo di contenuto diretto della prestazione o di parametro qualitativo della stessa²².

Questa ricostruzione evidenzia la piena compatibilità dei contratti ecologici con il sistema civilistico, a condizione che le prestazioni previste siano giuridicamente riconoscibili, i criteri di esecuzione siano oggettivamente identificabili e i rischi di squilibrio siano governabili mediante clausole appropriate²³. Tuttavia, proprio questa sofisticazione funzionale rende i contratti ecologici dipendenti da una componente valutativa, negoziata e progressiva, che difficilmente può essere tradotta in logiche algoritmiche rigide. L’apertura alla complessità e alla discrezionalità, che costituisce il punto di forza di questi contratti, si rivelerà nei paragrafi successivi come il principale ostacolo alla loro trasformazione in strumenti automatizzati eseguibili attraverso codici autoeseguibili. Se la figura del contratto ecologico si caratterizza per apertura e flessibilità, occorre ora verificare se lo strumento tecnologico dello smart contract sia in grado di rispettarne la struttura e i presupposti giuridici.

3.- Smart contracts: nozione tecnica e qualificazione giuridica

L’espressione “smart contract”, pur diffusamente impiegata nel dibattito contemporaneo, presenta una significativa ambiguità concettuale, che impone una preliminare distinzione tra il piano tecnico-informatico e quello giuridico. In senso proprio, lo smart contract non è un contratto, bensì un protocollo digitale autoeseguente²⁴, sviluppato tramite linguaggi di programmazione e implementato su una rete informatica²⁵ — spesso basata su tecnologie di tipo blockchain — in grado di attivare automaticamente determinati effetti al verificarsi di condizioni predefinite. Si tratta, in altri termini,

²⁰ F. Fracchia, S. Vernile, *I contratti pubblici come strumento dello sviluppo ambientale*, in *Rivista quadrimestrale di diritto dell’ambiente*, 2 (2020) 27.

²¹ A. Massarutto, *Il dovere di avere doveri. I «beni comuni» e la «scienza triste»*, in *Ragion pratica*, 2 (2013) 19.

²² M. Giorgianni, *Una mappatura del contratto "sostenibile" nell’era del Green New Deal*, in C. Morgana Cascione, G. Giannone Codiglione, P. Pardolesi (curr.) *Public and Private in Contemporary Societies*, Roma 2024, 748ss.

²³ Secondo alcuni autori, tale teoria troverebbe fondamento anche nella Costituzione italiana che, come noto, contiene delle disposizioni volte alla tutela dell’ambiente. Ex plurimis: S. Landini, *Clausole di sostenibilità nei contratti tra privati. Problemi e riflessioni*, in *Diritto pubblico*, 2 (2015) 25.

²⁴ S. George, *Smart contracts: tools for transactional lawyers*, in *Texas J.B.*, (2018) 404.

²⁵ H. Surden, *Computable Contracts*, in *UC Davis Law Review*, 46 (2012) 629.

di una porzione di codice che, una volta avviata, opera in modo deterministico, senza intervento umano, eseguendo le istruzioni contenute nel suo algoritmo fino al loro completo esaurimento²⁶.

Tuttavia, se si guarda al fenomeno con gli strumenti del diritto civile, non può che confermarsi che il cosiddetto smart contract non costituisce in sé un contratto, ma una modalità di attuazione di un accordo preesistente, i cui effetti sono vincolati alla struttura codificata predisposta *ex ante* dalle parti o da un soggetto terzo²⁷. La volontà negoziale, nella ricostruzione privatistica, non si identifica con il codice, ma deve precederlo e determinarlo, poiché soltanto essa è idonea a fondare un vincolo giuridico nel senso previsto dall'art. 1321 c.c.²⁸. L'automazione esecutiva può costituire uno strumento al servizio dell'accordo, ma non può mai sostituire il momento genetico della formazione del contratto²⁹.

La qualificazione giuridica dello smart contract deve dunque muoversi su due piani distinti: lo “*smart code*”, ossia il programma informatico che rende lo strumento in esame soggetto alla disciplina di tutela cui è sottoposto il software³⁰; lo “*smart legal contract*”, consistente nell'accordo basato sulla blockchain e, pertanto, giuridicamente vincolante dal punto di vista negoziale³¹.

Secondo alcuni, tale assenza di discrezionalità esecutiva, la rigidità del funzionamento automatico e l'incapacità di gestire sopravvenienze o incertezze rendono lo smart contract difficilmente compatibile con le esigenze di flessibilità e adattabilità proprie di molte tipologie contrattuali complesse³². Tali limiti si acuiscono in maniera particolare quando lo strumento venga applicato a contenuti obbligatori che presuppongano verifiche qualitative, ponderazioni *ex ante* o controlli successivi, come accade nei contratti ecologici. In tali casi, lo smart contract tende a ridurre l'accordo a una sequenza automatica di azioni binarie, pregiudicando l'equilibrio negoziale, la funzione correttiva della buona fede e la possibilità di intervento interpretativo o giurisdizionale³³. Talaltri,

²⁶ Tale convinzione deriva da quanto statuito nel paragrafo 4.3 della Risoluzione del Parlamento Europeo del 16 febbraio 2017 recante raccomandazioni alla Commissione concernenti norme di diritto civile sulla robotica, in G.U.U.E. del 18 luglio 2018 (C 252/239), in base al quale lo smart contract è uno strumento digitale avanzato che, avvalendosi delle tecnologie più performanti presenti nel panorama informatico, consente la realizzazione di un processo negoziale in maniera autonoma.

²⁷ K. Werbach, N. Cornell, *Contracts ex machina*, in *Duke Law Journal*, 67 (2017) 69.

²⁸ V. Roppo, *Il contratto*, II ed., Milano 2011, 1004ss.

²⁹ M. Giuliano, *La blockchain e gli smart contracts nell'innovazione del diritto nel terzo millennio*, in *Il diritto dell'informazione e dell'informatica*, 6 (2018) 50.

³⁰ Il sistema giuridico italiano prevede la tutela del software in base al disposto normativo della legge sul diritto d'autore n. 633/1941 che rendono possibile lo sviluppo delle produzioni dell'arte e dell'ingegno.

³¹ S. Rigazio, *Smart contracts e tecnologie basate su registri distribuiti nella l. 12/2019*, in *Il diritto dell'informazione e dell'informatica*, 2 (2021) 26.

³² In tal senso si è espressa autorevole dottrina, ex plurimis: A. D'ADDA, *Smart contract e diritto generale dei contratti*, in *Osservatorio del diritto civile e commerciale*, (2022) 13.

³³ L. D'Angelo, *Questioni giuridiche sull'utilizzo degli smart contracts, in particolare, nella contrattazione business to consumers*, in *Cammino Diritto*, 6 (2024) 28.

invece, ne colgono gli effetti positivi di tale automatismo, ritenendo che si garantirebbe sicurezza all’operazione economica, financo a ritenere che i modelli auto-esecutivi siano stati concepiti per porsi al riparo dal controllo operato dalla legge³⁴.

Tale ricostruzione — che si propone qui di difendere in termini sistematici — consente di circoscrivere l’ambito di utilizzo dei cosiddetti smart contracts, escludendone l’applicabilità automatica in contesti negoziali complessi come quelli a finalità ambientale.

Alla luce di queste considerazioni preliminari, si impone una verifica puntuale della compatibilità effettiva tra esecuzione automatica e obbligazioni a contenuto ambientale.

4.- L’impossibilità dell’esecuzione automatica nei contratti ecologici: argomenti teorici e applicativi

L’analisi che si intende qui proporre, sulla base delle premesse ricostruttive finora esposte, conduce a ritenere che l’esecuzione automatica mediante smart contracts non sia compatibile, né sotto il profilo strutturale né funzionale, con le esigenze tipiche dei contratti ecologici. L’idea di impiegare tali strumenti per la realizzazione di obbligazioni a contenuto ambientale risponde a una suggestione tecnologica forte, fondata sulla promessa di efficienza, neutralità esecutiva e riduzione dell’errore umano³⁵. Tuttavia, alla prova dei presupposti civilistici, tale possibilità si rivela, se non del tutto illusoria, certamente inadeguata a garantire il rispetto della struttura, della funzione e della causa tipica del contratto ecologico³⁶. La ragione è duplice: da un lato, la natura delle prestazioni ambientali si oppone strutturalmente alla codificabilità automatica; dall’altro, l’automazione stessa compromette l’equilibrio del rapporto obbligatorio, privandolo dei meccanismi di correzione propri del diritto civile.

Sul primo versante, va osservato che le obbligazioni assunte nell’ambito dei contratti ecologici — come l’adozione di pratiche a basso impatto ambientale, la compensazione delle emissioni, la gestione responsabile delle risorse naturali — raramente si prestano a una determinazione rigida, predeterminata e automatizzabile³⁷. Al contrario, esse sono spesso fondate su parametri mutevoli, su standard tecnici in continua evoluzione e su verifiche qualitative che presuppongono un margine di

³⁴ Ex multis: L. Lessig, *Codes and Other Laws of Cyberspace*, New York 1999; Id., *The Law of the Horse: What Cyberlaw Might Teach*, in *Harvard Law Review*, Harvard 1999; A. Savelyev, *Contract Law 2.0; «Smart» Contracts as the Beginning of the End of Classic Contract Law*, in *Information and Communications Technology Law*, Londra 2017.

³⁵ T. Pellegrini, *Prestazioni auto-esecutive. Smart contract e dintorni*, in *Comparazione e diritto civile*, 3 (2019) 38.

³⁶ M. Pennasilico, *Contratto e promozione dell’uso responsabile delle risorse naturali: etichettatura ambientale e appalti verdi*, in N. Lipari (cur.) *Benessere e regole dei rapporti civili. Lo sviluppo oltre la crisi*, Atti del 9° Convegno Nazionale S.I.S.Di.C. in ricordo di G. Gabrielli, Napoli 2015, 25ss.

³⁷ E.W. Di Mauro, *Sviluppo sostenibile e il contratto “ecologicamente orientato”*, in G. Capaldo (cur.) *Iniziativa economica privata e mercato unico sostenibile*, Roma 2023, 22ss.

discrezionalità, adattamento e valutazione caso per caso³⁸. Pretendere che un codice autoeseguente sia in grado di incorporare simili margini di elasticità significa, in definitiva, negare la complessità del contenuto obbligatorio e forzare la volontà negoziale entro uno schema binario non idoneo a rappresentarla³⁹.

Nei contratti ecologici, infatti, l'effettività della prestazione non si esaurisce nel semplice accadimento di un fatto o nel rilevamento di un dato, ma richiede una valutazione contestuale, spesso affidata a terzi imparziali, a enti certificatori o a verificatori ambientali⁴⁰. Tali valutazioni non sono riconducibili a semplici istruzioni condizionali, ma implicano giudizi tecnici, ponderazioni normative e, talvolta, bilanciamenti di interessi⁴¹. L'oggetto stesso del contratto, pertanto, tende a configurarsi come una prestazione determinabile solo attraverso criteri valutativi aperti, in contrasto con la logica deterministica dello smart contract, che presuppone condizioni di attivazione assolute, immodificabili e prive di ambiguità interpretativa⁴².

Sotto altro profilo, la stessa struttura dello smart contract si pone in conflitto con i principi generali del diritto civile, che riconoscono valore giuridico alle sopravvenienze rilevanti⁴³, all'equilibrio del sinallagma⁴⁴ e alla possibilità di modifica o rinegoziazione dell'accordo in presenza di circostanze impreviste⁴⁵. Il contratto ecologico, proprio perché inserito in un ambito soggetto a forte instabilità normativa e scientifica, non può che richiedere margini di adattamento, di revisione e, se del caso, di risoluzione per eccessiva onerosità sopravvenuta⁴⁶. L'esecuzione automatica, invece, esclude ogni forma di intervento umano correttivo, cristallizzando gli effetti del contratto in modo meccanico, anche laddove si verifichino fatti nuovi che ne alterano in radice l'equilibrio⁴⁷.

A ciò si aggiunge una criticità legata alla verifica dell'adempimento⁴⁸: in un contratto tradizionale, la possibilità di sindacare il comportamento della parte obbligata, in sede giudiziale o stragiudiziale,

³⁸ M. Pennasilico, *Contratto, ambiente e giustizia dello scambio nell'officina dell'interprete*, in *Politica del diritto*, 1 (2018) 41.

³⁹ F. Rundo, S. Conoci, *Tecnologia “blockchain”: dagli smart contracts allo smart driving. Spunti di riflessione sulla normativa e sulla sostenibilità tecnologica*, in *Technology*, 3 (2017) 4.

⁴⁰ E. Caterini, *Sostenibilità ambientale e rapporti civili*, in P. Perlingieri, S. Giova, I. Prisco (curr.) *Cambiamento climatico, sostenibilità e rapporti civili*, Napoli 2024, 69ss.

⁴¹ K. Werbach, N. Cornell, *op. cit.*, 351ss, ove si evidenzia che gli smart contracts mancano della capacità interpretativa e adattiva richiesta dalle clausole a contenuto aperto o contestuale.

⁴² I. Baisi, *Contratti di rendimento energetico o di prestazione energetica*, in G.F. Cartei, D. Iaria (curr.) *Commentario al Codice dei contratti pubblici dopo il Correttivo*, Napoli 2025, 15ss.

⁴³ G. Villanacci, *Interessi e sopravvenienze contrattuali*, in *Persona e Mercato*, 3 (2015) 7.

⁴⁴ S. Vinti, *L'implosione del riequilibrio contrattuale*, in *Federalismi.it*, 8 (2025) 15.

⁴⁵ S. Landini, *Vincolatività dell'accordo e clausole di rinegoziazione. L'importanza della resilienza delle relazioni contrattuali*, in *Contratto e impresa*, (2016) 26.

⁴⁶ M. Giorgianni, *Fuga dal contratto in cerca di sostenibilità*, in *DPCE Online*, 1 (2023) 28.

⁴⁷ D. Di Sabato, *Gli smart contracts: robot che gestiscono il rischio contrattuale*, in G. Perlingieri, A. Fachechi (curr.), *Ragionevolezza e proporzionalità nel diritto contemporaneo*, Napoli 2017, 33ss.

⁴⁸ A. Albanese, *Smart contract: un contratto «ad alta tensione»*, in *Diritto del Risparmio*, 1 (2022) 11.

rappresenta un presidio essenziale di tutela dell'altra parte⁴⁹. Nel caso degli smart contracts, invece, la prestazione si realizza automaticamente, senza controllo ex ante né possibilità di sospensione cautelativa⁵⁰. In tal modo, il contratto smette di essere un atto giuridico negoziato, e diviene un processo tecnico irreversibile, rispetto al quale l'adempimento non è valutato, ma solo eseguito⁵¹.

Alla luce di quanto osservato, si ritiene dunque che l'adozione di smart contracts in ambito ecologico debba essere valutata con estrema cautela e, in linea generale, esclusa sul piano sistematico, a meno di non snaturare la funzione regolativa propria del contratto nel diritto civile.

5.- Implicazioni dogmatiche: rischio, responsabilità e fallacia dell'automazione

La tesi qui sostenuta, relativa all'inadeguatezza degli smart contracts rispetto ai contratti ecologici, non si esaurisce in una constatazione di ordine tecnico o applicativo. Al contrario, essa impone una riflessione più profonda sulle categorie fondamentali del diritto civile, a partire dalla distribuzione del rischio contrattuale⁵² e dalla responsabilità derivante da esecuzioni difettose⁵³, fino ai limiti strutturali dell'automazione nella regolazione degli interessi privati⁵⁴. L'impossibilità di affidare a un sistema automatico l'esecuzione di obbligazioni complesse come quelle ambientali non è un accidente operativo, ma un sintomo di una più generale tensione tra la logica binaria del codice e la logica assiologica del diritto.

Sul piano della distribuzione del rischio, il contratto civile prevede, in via generale, che l'impossibilità sopravvenuta di una prestazione, se non imputabile al debitore, determini l'estinzione dell'obbligazione, con eventuali effetti restitutori⁵⁵. Tale schema presuppone la presenza di un soggetto responsabile, in grado di rispondere delle proprie scelte, e la possibilità di accertare, caso per caso, la natura dell'evento impeditivo⁵⁶. Nel contesto degli smart contracts, al contrario, il rischio tende a essere incorporato nel codice stesso, senza che vi sia margine per una valutazione giuridica

⁴⁹ L. Gatt, *La tutela inibitoria del diritto al contratto*, in *Diritto e giurisprudenza*, (2005) 28.

⁵⁰ A. Udo Janssen, F.P. Patti, *Demistificare gli smart contracts*, in *Osservatorio del diritto civile e commerciale*, 1 (2020) 19.

⁵¹ J. Bevilacqua, *Le varie tipologie di blockchain*, in R. Battaglini, M.T. Giordano (curr.), *Blockchain e Smart Contract. Funzionamento, profili giuridici e internazionali, applicazioni pratiche*, Milano 2019, 33ss.

⁵² G. Sicchiero, *Buona fede e rischio contrattuale*, in *Contratto e Impresa*, 3 (2006) 24.

⁵³ V. Rubino, *Responsabilità da prodotto difettoso, regole di mercato e diritto internazionale privato europeo: quale tutela per il consumatore nell'epoca della globalizzazione produttiva?*, in I. Canfora, L. Costantino, A. Jannarelli (curr.) *Il Trattato di Lisbona e la nuova Pac – Quaderni di Diritto Privato Europeo*, Bari 2017, 14s.

⁵⁴ F. Bocchini, E. Quadri, *Diritto Privato*, VII ed., Torino 2018, 1507ss.

⁵⁵ O. Clarizia, *Impossibilità sopravvenuta e inesigibilità della prestazione*, intervento presentato al convegno Autonomia negoziale e situazioni giuridiche soggettive: 2° Incontro di studi del primo anno del ciclo di seminari degli anni 2016-2018, organizzati dall'Associazione Dottorati di diritto Privato tenutosi a Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale nel 24 marzo 2017.

⁵⁶ A. Lombardi, *La risoluzione per impossibilità sopravvenuta*, Milano 2007, 466ss.

contestuale. L'errore di sistema, il malfunzionamento dell'oracolo informativo, l'obsolescenza dei dati ambientali o l'inadeguatezza del parametro codificato diventano così eventi immodificabili, che producono effetti giuridici in assenza di una vera imputazione soggettiva, svuotando di significato l'intero impianto della responsabilità contrattuale⁵⁷.

A ciò si aggiunge la difficoltà di ricostruire una responsabilità civile coerente in caso di esecuzione automatica difettosa⁵⁸. Se l'obbligazione ecologica è adempiuta in modo erroneo a causa di un difetto del codice, l'identificazione del soggetto responsabile risulta spesso problematica⁵⁹: il programmatore, il gestore della piattaforma, la parte contraente che ha accettato il codice, il validatore del sistema? In assenza di una struttura contrattuale trasparente e articolata, il sistema privatistico rischia di essere disarticolato da una tecnologia che produce effetti giuridici senza che sia possibile ricondurli a una condotta volontaria⁶⁰. La responsabilità da inadempimento, in quanto fondata su un rapporto personale tra obbligato e creditore, perde così la sua forza strutturale, aprendo scenari di deresponsabilizzazione diffusa⁶¹.

La fallacia dell'automazione, in questo contesto, non consiste nel fatto che essa possa generare errori, ma nel fatto che essa non consente di gestirli giuridicamente⁶². A differenza del contratto tradizionale, che ammette strumenti di riequilibrio, revisione, annullamento o risoluzione, lo smart contract esegue senza discernere, agisce senza valutare e cristallizza nel tempo una volontà passata che potrebbe non essere più adeguata alla situazione presente⁶³. In ciò si manifesta la distanza radicale tra la struttura aperta del contratto civile, fondata sulla relazione, e la struttura chiusa del codice automatico, fondata sulla sequenza.

Il diritto civile, inoltre, riconosce nella buona fede oggettiva non solo un criterio interpretativo, ma una vera e propria clausola generale che permea l'intero rapporto obbligatorio⁶⁴, imponendo alle parti

⁵⁷ S. Orlando, *Gli smart contracts come prodotti software*, in S. Orlando, G. Capaldo (curr.) *Annuario 2021 Osservatorio Giuridico sulla Innovazione Digitale*, Roma 2021, 25ss.

⁵⁸ L. Piatti, *Dal Codice Civile al codice binario: blockchain e smart contracts*, in *Ciberspazio e Diritto. Rivista Internazionale di Informatica Giuridica*, 3 (2016) 19.

⁵⁹ G. Finocchiaro, *Il contratto nell'era dell'intelligenza artificiale*, in *Rivista trimestrale di diritto e procedura civile*, 2 (2018) 20.

⁶⁰ A.A. Papantoniu, *Smart Contracts in the New Era of Contract Law*, in *Digital Law Journal*, 1 (2020) 17.

⁶¹ C. Amato, *Dal diritto europeo dei contratti 1.0 agli smart contracts*, in R. Cerchia (cur.) *Percorsi di diritto comparato*, Milano 2021, 23ss.

⁶² L. Vagni, *Il problema della rilevanza giuridica dell'errore nella decisione dell'oracolo della blockchain*, in *Lacitadinanzaeuropeaonline*, 2 (2022) 9.

⁶³ G. Lemme, *Blockchain, smart contracts, privacy, o del nuovo manifestarsi della volontà contrattuale*, in E. Tosi (cur.) *Privacy digitale. Riservatezza e protezione dei dati personali tra GDPR e nuovo Codice Privacy*, Milano 2019, 30ss.

⁶⁴ P. Perlingieri, *Il diritto civile nella legalità costituzionale secondo il sistema italo-europeo delle fonti*, IV ed., Napoli 2020, 466s, secondo il quale la buona fede oggettiva è principio strutturale di conformazione del comportamento delle parti, insusettibile di codificazione rigida, poiché fondata su criteri relazionali e assiologici non programmabile per mezzo di algoritmi.

un dovere di cooperazione, di adattamento e di comportamento conforme ai fini del contratto⁶⁵. Tale clausola è strutturalmente incompatibile con l’automazione cieca dello smart contract, che non prevede né margini di rinegoziazione né possibilità di intervento correttivo in corso d’opera⁶⁶. La fiducia reciproca, elemento implicito ma fondamentale dell’esecuzione contrattuale, viene sostituita da una fiducia meramente tecnica, che prescinde dalla valutazione giuridica e che si affida alla tenuta del sistema informatico più che alla volontà delle parti⁶⁷.

A parere di chi scrive, tali considerazioni impongono una presa di posizione netta: l’automazione non può sostituirsi alla responsabilità. Il contratto, inteso come strumento di autoregolazione giuridica degli interessi, non può essere ridotto a un processo informatico, senza perdere le sue qualità essenziali. Qualora si adottino smart contracts in ambiti non compatibili, come quello ecologico, non solo si rischia di produrre effetti giuridicamente inefficaci o dannosi, ma si compromette l’integrità stessa del diritto civile come sistema di garanzia, di equilibrio e di regolazione. È proprio alla luce di tale rischio che il legislatore e la dottrina sono chiamati a riaffermare la centralità della volontà, della responsabilità e della valutazione giuridica come elementi insostituibili di ogni regolamento contrattuale, specie quando esso incide su beni di rilievo collettivo e su interessi non riducibili a logiche computazionali.

In tale contesto, diviene imprescindibile una riflessione finale sulla funzione regolativa del contratto, che — al di là delle suggestioni tecnologiche — deve essere ricondotta al suo fondamento giuridico, quale forma di responsabilità strutturata e presidio di razionalità normativa.

6.- Il contratto oltre il codice: verso una nuova centralità del diritto civile

L’analisi condotta ha messo in luce l’incompatibilità strutturale tra l’automazione esecutiva propria degli smart contracts e la complessità giuridica dei contratti ecologici, che si distinguono per contenuti ad alta variabilità, finalità non rigidamente patrimoniali e necessità di continuo adattamento al contesto normativo, tecnico e scientifico⁶⁸. La pretesa di affidare l’attuazione di obbligazioni ecologiche a protocolli informatici autoeseguibili si rivela, sotto il profilo civilistico, non solo inopportuna ma, in ultima analisi, contraddittoria rispetto alla struttura e alla funzione del contratto stesso.

⁶⁵ P. Gallo, *Contratto e buona fede. Buona fede oggettiva e trasformazioni del contratto*, Torino 2009, 840ss.

⁶⁶ G. Castellani, *Smart contracts e profili di diritto civile*, in *Comparazione e diritto civile*, (2019) 14.

⁶⁷ M. Marletta, *Blockchain e buona fede: riuscirà la tecnologia a sostituire la fiducia?*, in *Rivista italiana di informatica e diritto*, 1 (2025) 12.

⁶⁸ M. Pennasilico, *Contratto e ambiente. L’analisi “ecologica” del diritto contrattuale*, Napoli 2016, 392ss.

Il diritto civile non è un ostacolo all’innovazione tecnologica, ma il quadro di riferimento essenziale per garantire che l’innovazione si sviluppi entro confini giuridicamente sensati⁶⁹. Lungi dal dover essere superato, l’apparato concettuale del contratto — fondato su volontà, responsabilità e reciprocità — si conferma imprescindibile proprio quando la tecnica propone soluzioni che pretendono di eludere la relazione giuridica per affidarsi a istruzioni automatizzate⁷⁰. Il codice non è neutro, né autosufficiente: ogni sequenza algoritmica presuppone una scelta, un’interpretazione, un’attribuzione di significato⁷¹. E nessuna di queste operazioni è interamente delegabile alla macchina⁷².

L’ambito dei contratti ecologici rende ancora più evidente la necessità di riconoscere la centralità della valutazione giuridica e della responsabilità soggettiva. Quando le obbligazioni contrattuali incidono su beni ambientali, su risorse comuni o su interessi diffusi, non è sufficiente che esse siano eseguite: è necessario che siano eseguite correttamente, proporzionalmente, e nel rispetto dei parametri di giustizia contrattuale elaborati dal sistema. In tal senso, il contratto automatizzato, lungi dal costituire un’evoluzione neutrale, rischia di diventare una forma di deresponsabilizzazione che ne svuota il contenuto regolativo e compromette l’equilibrio tra le parti⁷³.

In questa prospettiva, si impone un ripensamento critico della pretesa, ricorrente in certa retorica tecnologica, di sostituire la relazione giuridica con una sequenza automatica di istruzioni codificate. L’impiego di smart contracts in ambito ecologico non è soltanto tecnicamente discutibile, ma giuridicamente inadeguato, in quanto rischia di produrre effetti disfunzionali, squilibri nel sinallagma contrattuale e, soprattutto, un’elusione sostanziale dei presidi civilistici di responsabilità, valutazione e controllo. I contratti ecologici non possono essere concepiti come meri contenitori di input computabili, ma richiedono margini di discernimento, verifica e adattabilità che solo il diritto è in grado di garantire.

⁶⁹ Per una trattazione più diffusa sull’impatto della tecnologia sulle categorie tradizionali del diritto civile, si veda: C. Perlingieri, *Innovazione tecnologica e diritto civile*, Napoli 2025, 200ss.

⁷⁰ Per comprendere meglio l’evoluzione storica del contratto e le implicazioni che possono derivare dall’avvento del digitale, si consigliano le seguenti letture: G. Alpa, *Le stagioni del contratto*, Bologna 2012, 216ss; L. Gatt, *Il contratto del terzo millennio. Dialogando con Guido Alpa*, Napoli 2018, 108ss.

⁷¹ E. Finn, *What Algorithms Want? Imaginagion in the Age of Computing*, Boston 2017, 256ss.

⁷² Illuminante in tal senso la definizione di smart contract quale “sillogismo giuridico eseguito automaticamente dal software” fornita da: A. Davola, *Blockchain e Smart Contract as a Service: prospettive di mercato a criticità normative di BaaS e SCaaS alla luce di un’incerta qualificazione giuridica*, in *Il diritto industriale*, (2020) 153.

⁷³ V. Bellomia, *Il contratto intelligente: questioni di diritto civile*, in *Judicium*, (2020) 28.

ABSTRACT IT.- Il presente contributo si propone di indagare, alla luce delle categorie del diritto civile, la praticabilità dell'esecuzione automatica di obbligazioni a contenuto ambientale mediante smart contracts. Muovendo da una ricostruzione sistematica del contratto ecologico quale figura atipica, ma pienamente riconducibile all'autonomia privata, l'analisi si concentra sulla verifica della compatibilità tra le caratteristiche strutturali di tali accordi e la rigidità esecutiva propria degli strumenti algoritmici autoeseguibili. Si sostiene, in prospettiva critica, l'inidoneità degli smart contracts a operare in contesti nei quali le prestazioni si fondano su standard dinamici, valutazioni discrezionali e clausole evolutive, elementi strutturalmente refrattari alla logica deterministica del codice. L'automazione cieca compromette, in tali casi, la funzione regolativa del contratto, elidendo i meccanismi di adattamento, responsabilità e controllo propri del diritto privato.

In conclusione, si riafferma la centralità del contratto civile quale presidio di razionalità giuridica e strumento insostituibile per il governo della complessità nelle relazioni obbligatorie a finalità ecologica.

ABSTRACT EN.- This paper aims to examine, through the lens of private law, the viability of the automatic execution of environmental obligations by means of smart contracts. Starting from a

systematic reconstruction of the ecological contract as an atypical yet fully civilly valid figure, the analysis focuses on assessing the compatibility between the structural features of such agreements and the rigid execution logic inherent to self-executing algorithmic tools. It is argued, from a critical perspective, that smart contracts are unsuitable for application in contexts where contractual performances rely on dynamic standards, discretionary assessments, and evolving clauses—elements that are inherently resistant to deterministic coding. In such cases, blind automation undermines the regulatory function of the contract, eliminating the mechanisms of adaptation, responsibility, and control that are essential to private law. The paper concludes by reaffirming the centrality of the civil contract as a vehicle of legal rationality and an irreplaceable tool for managing complexity in private relations pursuing ecological objectives.