

PUBBLICAZIONE TRIMESTRALE

ISSN: 2279-9737

Rivista
di Diritto Bancario

dottrina
e giurisprudenza
commentata

SUPPLEMENTO

OTTOBRE / DICEMBRE

2025

DIREZIONE

DANNY BUSCH, GUIDO CALABRESI, PIERRE-HENRI CONAC,
RAFFAELE DI RAIMO, ALDO ANGELO DOLMETTA, GIUSEPPE FERRI
JR., RAFFAELE LENER, UDO REIFNER, FILIPPO SARTORI,
ANTONELLA SCIARRONE ALIBRANDI, THOMAS ULEN

COMITATO DI DIREZIONE

FILIPPO ANNUNZIATA, PAOLOEFISIO CORRIAS, MATTEO DE POLI,
ALBERTO LUPOI, ROBERTO NATOLI, MADDALENA RABITTI,
MADDALENA SEMERARO, ANDREA TUCCI

COMITATO SCIENTIFICO

STEFANO AMBROSINI, SANDRO AMOROSINO, SIDO BONFATTI,
FRANCESCO CAPRIGLIONE, FULVIO CORTESE, AURELIO GENTILI,
GIUSEPPE GUIZZI, BRUNO INZITARI, MARCO LAMANDINI, DANIELE
MAFFEIS, RAINER MASERA, UGO MATTEI, ALESSANDRO
MELCHIONDA, UGO PATRONI GRIFFI, GIUSEPPE SANTONI,
FRANCESCO TESAURO+

COMITATO ESECUTIVO

ROBERTO NATOLI, FILIPPO SARTORI, MADDALENA SEMERARO

COMITATO EDITORIALE

ADRIANA ANDREI, ANGELA MARIA AROMOLO DE RINALDIS,
SEBASTIANO BELFI, GIOVANNI BERTI DE MARINIS, BENEDETTA
BONFANTI, ALESSANDRA CAMEDDA, ANDREA CARRISI, GABRIELLA
CAZZETTA, EDOARDO CECCHINATO, PAOLA DASSISTI, ANTONIO
DAVOLA, ANGELA GALATO, ALBERTO GALLARATI, EDOARDO
GROSSULE, LUCA SERAFINO LENTINI, PAOLA LUCANTONI, EUGENIA
MACCHIAVELLO, UGO MALVAGNA, ALBERTO MAGER, EMANUELA
MIGLIACCIO, GIANPAOLO PANETTA, FRANCESCO PETROSINO,
ELISABETTA PIRAS, CHIARA PRESCIANI, FRANCESCO QUARTA,
ELEONORA RAJNERI, CARMELA ROBUSTELLA, GIULIA TERRANOVA,
DAVIDE TOCCOLI, VERONICA ZERBA (SECRETARIO DI REDAZIONE)

COORDINAMENTO EDITORIALE

UGO MALVAGNA

NORME PER LA VALUTAZIONE E LA PUBBLICAZIONE

LA RIVISTA DI DIRITTO BANCARIO SELEZIONA I CONTRIBUTI OGGETTO DI PUBBLICAZIONE SULLA BASE DELLE NORME SEGUENTI.

I CONTRIBUTI PROPOSTI ALLA RIVISTA PER LA PUBBLICAZIONE VENGONO ASSEGNATI DAL SISTEMA INFORMATICO A DUE VALUTATORI, SORTEGGIATI ALL'INTERNO DI UN ELENCO DI ORDINARI, ASSOCIATI E RICERCATORI IN MATERIE GIURIDICHE, ESTRATTI DA UNA LISTA PERIODICAMENTE SOGGETTA A RINNOVAMENTO.

I CONTRIBUTI SONO ANONIMIZZATI PRIMA DELL'INVIO AI VALUTATORI.

LE SCHEDE DI VALUTAZIONE SONO INVIATE AGLI AUTORI PREVIA ANONIMIZZAZIONE.

QUALORA UNO O ENTRAMBI I VALUTATORI ESPRIMANO UN PARERE FAVOREVOLE ALLA PUBBLICAZIONE SUBORDINATO ALL'INTRODUZIONE DI MODIFICHE AGGIUNTE E CORREZIONI, LA DIREZIONE ESECUTIVA VERIFICA CHE L'AUTORE ABBA APPORTATO LE MODIFICHE RICHIESTE.

QUALORA ENTRAMBI I VALUTATORI ESPRIMANO PARERE NEGATIVO ALLA PUBBLICAZIONE, IL CONTRIBUTO VIENE RIFIUTATO. QUALORA SOLO UNO DEI VALUTATORI ESPRIMA PARERE NEGATIVO ALLA PUBBLICAZIONE, IL CONTRIBUTO È SOTTOPOSTO AL COMITATO ESECUTIVO, IL QUALE ASSUME LA DECISIONE FINALE IN ORDINE ALLA PUBBLICAZIONE PREVIO PARERE DI UN COMPONENTE DELLA DIREZIONE SCELTO RATIONE MATERIAE.

Rivista | dottrina
di Diritto Bancario | e giurisprudenza
commentata

SEDE DELLA REDAZIONE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO, FACOLTÀ DI GIURISPRUDENZA, VIA VERDI 53,
(38122) TRENTO – TEL. 0461 283836

La disclosure ambientale nei mercati cripto: dal MiCAR al Regolamento delegato 2025/422.

SOMMARIO: 1. Introduzione. – 2. Finanza sostenibile e tecnologia DLT: un'alleanza necessaria ma problematica. – 2.1. Il cuore del problema. Meccanismi di consenso e configurazioni della DLT: modelli *permissioned* e *permissionless*. – 2.2. Modelli regolatori a confronto: tra esclusione, isolamento e regolazione. – 3. Neutralità tecnologica e sostenibilità. La disclosure ambientale nell'ambito del Regolamento MiCA. – 4. Il contenuto tecnico del Regolamento delegato (UE) 2025/422. – 5. Conclusioni.

1. Introduzione.

Nel corso dell'ultimo decennio, il mercato finanziario, bancario e assicurativo ha conosciuto uno sviluppo bifronte, guidato da due direttrici di fondo che ne stanno plasmando l'architettura futura: da un lato, la crescente digitalizzazione e automazione dei mercati; dall'altro, l'urgenza di un riallineamento del sistema finanziario agli obiettivi ambientali, sociali e di governance

Non stupisce pertanto come proprio l'intersezione tra innovazione tecnologica, evoluzione dei mercati finanziari e obiettivi di sostenibilità ambientale abbia attirato, negli ultimi anni, un crescente interesse nella dottrina giuridico-economica, diventando uno dei temi più rilevanti e complessi del dibattito europeo¹.

¹ Cfr. con specifico riferimento al tema del rapporto tra sostenibilità e cripto-attività P. RASCHENER, O. KOSENKOV, *Exporting environmental-friendly digitalisation? Implications of EU's MiCA Regulation on the global governance of crypto systems*, 2023, disponibile on line a <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4718770>; F. RIGANTI, *Cripto-attività e finanza sostenibile: gli "opposti" (non) si attraggono?*, in *questa Rivista*, 2024, 15 ss.. In generale, in tema di digitalizzazione, finanza e ecosistema, cfr. F. CAPRIGLIONE, *Clima Energia Finanza. Una difficile convergenza*, Torino, 2023; S. PELLERITI, *Il ruolo del FinTech nella transizione ecologica*, in *La finanza nell'età degli algoritmi*, L. AMMANNATI, A. CANEPA (a cura di), Torino, 2023, 143 ss.; E. MACCHIAVELLO, M. SIRI, *Sustainable Finance and Fintech: Can Technology Contribute to Achieving Environmental Goals? A Preliminary Assessment of 'Green Fintech' and 'Sustainable Digital Finance'*, in *ECFR*, 2022, 128 ss.. Sempre in argomento cfr. M. DELL'ERBA, *Sustainable Digital Finance and the Pursuit of Environmental Sustainability*, in *Sustainable Finance in Europe*, D. BUSCH, G. FERRARINI, S. GRÜNEWALD (a cura di), Cham, 2021, 61 ss..

In effetti, se da un lato la digitalizzazione può fungere da catalizzatore per un nuovo modello di finanza sostenibile – più efficiente, trasparente e resiliente – dall’altro emergono significative criticità.

La compresenza, talvolta sinergica ma spesso conflittuale, di queste tre dimensioni – tecnologia, finanza e sostenibilità – ha assunto nuova centralità nella fase di rilancio post-pandemico, che ha imposto un ripensamento strutturale dei modelli di crescita, degli strumenti di finanziamento e delle finalità della regolazione economica.

Infatti, se da un lato vi è chi sostiene che l’impiego strategico di tecnologie avanzate – tra cui in primo luogo l’intelligenza artificiale e la tecnologia DLT – potrebbe rappresentare un catalizzatore per il completamento digitale della *Capital Markets Union* e contribuire al raggiungimento più efficace, rapido e misurabile degli obiettivi fissati nell’ambito dell’Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile (SDGs)², dall’altro non manca chi ha messo in rilievo come proprio l’affermazione di una logica di disintermediazione e dematerializzazione, resa possibile dalla diffusione delle tecnologie di intelligenza artificiale e, per quanto interessa in questa sede, a registro distribuito (DLT) possa rappresentare un serio rischio per il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità ambientale proposti dal legislatore europeo³.

In termini di maggior dettaglio, assume qui particolare rilievo il crescente impatto ambientale associato all’adozione su larga scala di

² UN, *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*, Resolution Adopted by the General Assembly on 25 September 2015, 2015, 42809, 1-13. Cfr. sul punto F. MAZZI, L. FLORIDI, *The Ethics of Artificial Intelligence for the Sustainable Developments Goals*, New York, 2023 ove si evidenzia il potenziale trasformativo dell’intelligenza artificiale nel promuovere gli obiettivi di sviluppo sostenibile attraverso l’analisi di casi studio relativi a vari settori quali l’agricoltura, l’educazione e le reti energetiche.

³ Cfr. F. PANETTA, *Paradise lost? How crypto failed to deliver on its promises and what to do about it*, Intervento alla 22nd BIS Annual Conference, Basilea, 23 giugno 2023; I. GSCHOSSMANN, A. VAN DER KRAAIJ, P. L. BENOIT, E. ROCHER, *Mining the environment – is climate risk priced into crypto-assets?*, in *ECB Macroeprudential Bulletin*, 11 July 2022 nel quale già durante la fase di approvazione del Regolamento MiCA gli autori evidenziavano come l’impatto ambientale di cripto-attività come Bitcoin ed Ethereum potesse compromettere la coerenza con gli obiettivi di transizione ecologica dell’Unione.

sistemi crittografici e piattaforme decentralizzate basate su DLT, come evidenziato da numerosi studi accademici e rapporti istituzionali⁴.

Il meccanismo di consenso alla base delle principali *blockchain* – in particolare il cosiddetto “Proof-of-Work” (PoW), utilizzato ad esempio dal Bitcoin – richiede infatti una potenza di calcolo elevatissima, traducendosi in consumi energetici paragonabili a quelli di interi Stati sovrani.

Secondo le stime più accreditate infatti il solo *mining* di Bitcoin assorbe annualmente oltre 180 terawattora (TWh) di elettricità, un dato superiore al fabbisogno energetico di Paesi come il Belgio o l’Austria⁵.

Non si tratta peraltro di un problema che attiene al solo consumo energetico.

L’impatto ambientale delle cripto-attività e delle infrastrutture DLT si manifesta infatti anche in termini di produzione di rifiuti elettronici, utilizzo di risorse hardware non rinnovabili e rappresenta un potenziale incentivo ad attività estrattive intensive in Paesi privi di adeguate tutele ambientali e sociali⁶.

⁴ Cfr. *ex multis* KMPG, *Bitcoin’s role in the ESG Imperative*, 2023; OECD, *Environmental Impact of Digital Assets. Crypto-Asset Mining and DLT Consensus Mechanisms*, 2022; CONSOB, *Emerging trends in sustainable investing and cryptoasset markets*, 2022; BANCA D’ITALIA, *Comunicazione della Banca d’Italia in materia di tecnologie decentralizzate nella finanza e cripto-attività*, Roma, 2022; FINANCIAL STABILITY BOARD, *Assessment of Risks to Financial Stability from Crypto-assets*, 2022.

⁵ Il 9 maggio 2025 il consumo annuale di energia elettrica per il funzionamento della rete Bitcoin veniva stimato dal Cambridge Bitcoin Electricity consumption Index in 189.02 Twh/annui. A fini comparativi, si consideri che il consumo elettrico nazionale del Belgio, nel 2023, ammontava a 157,64 TWh/annui, mentre quello dell’Austria si attestava a 150,83 TWh/annui. Per i dati riguardanti i consumi energetici annui dei paesi UE cfr. EUROSTAT, *Simplified energy balances*, ultimo aggiornamento 02/05/2025, https://doi.org/10.2908/NRG_BAL_S. Il Cambridge Bitcoin Electricity consumption Index fornisce stime aggiornate dei consumi energetici di Bitcoin tramite un approccio economico-ingegneristico ed è disponibile all’indirizzo <https://ccaf.io/cbnsi/cbeci>.

⁶ Cfr. A. DE VRIES, C. STOLL, *Bitcoin’s growing e-waste problem. Resources, conservation and recycling*, in *Resources, Conservation and Recycling*, 2021, 105901. Recentemente anche il legislatore europeo sembra aver compreso la rilevanza dell’impatto ambientale indiretto delle infrastrutture DLT inserendo espressamente nel Regolamento delegato UE 2025/422, tra le informazioni oggetto di *disclosure* facoltativa, la produzione di rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE), il tasso di RAEE non riciclati, la produzione di rifiuti pericolosi, la quantità

Tali evidenze hanno sollevato da tempo un acceso dibattito pubblico e accademico, spingendo alcuni attori privati a promuovere iniziative volontarie (come il Crypto Climate Accord o il Bitcoin Mining Council⁷) e numerosi ordinamenti nazionali a valutare interventi normativi restrittivi, se non veri e propri divieti di mining⁸.

Non è un caso che, a partire dal 2021, anche le istituzioni europee abbiano iniziato a interrogarsi – non senza esitazioni – sul costo ambientale della finanza decentralizzata.

Nelle fasi preparatorie del Regolamento (UE) 2023/1114 (MiCAR), che costituisce oggi la cornice normativa di riferimento per le cripto-attività, era emersa la proposta di limitare l'uso di algoritmi di consenso particolarmente impattanti⁹.

Tuttavia, nel testo finale, il legislatore ha preferito una strategia meno invasiva, affidando alla disclosure ambientale il ruolo di principale (e pressoché unico) strumento regolatorio in materia.

Questa scelta, che richiama una logica di regolazione “per reputazione”, implica un atto di fiducia nella razionalità del mercato: si ritiene, cioè, che un'informazione ambientale adeguata, comparabile e accessibile possa orientare le decisioni degli investitori verso soluzioni tecnologiche più sostenibili, senza la necessità di imporre divieti o standard vincolanti.

Ma si tratta davvero di un modello efficace? È la trasparenza, da sola, in grado di innescare un processo virtuoso in un mercato per sua natura opaco e tecnicamente complesso?

A ben vedere, la *disclosure* ambientale nei mercati crypto solleva questioni di straordinaria complessità teorica e operativa.

totale di rifiuti prodotti per operazione convalidata e l'impatto dell'uso delle apparecchiature sulle risorse naturali.

⁷ Cfr. BCE, *Mining the environment – is climate risk priced into crypto-assets?*, *Macroprudential Bulletin*, 2022, disponibile on line al seguente link https://www.ecb.europa.eu/press/financial-stability-publications/macroprudential-bulletin/html/ecb.mpbu202207_3~d9614ea8e6.en.html.

⁸ Tra gli Stati che hanno adottato misure di divieto esplicito in materia di *mining* di cripto-attività si segnala, in primo luogo, la Repubblica Popolare Cinese, che in data 24 settembre 2021 ha disposto l'interdizione completa di tale attività, imponendo la chiusura coattiva di tutte le “farm” operative sul territorio nazionale. Sul punto cfr. *infra* capitolo 2.2.

⁹ Cfr. *infra* capitolo 3.

Essa presuppone, da un lato, la possibilità di elaborare indicatori affidabili e standardizzati in grado di catturare l'impatto ambientale delle reti DLT; dall'altro, la capacità degli investitori – spesso *retail* e non specialisti – di comprendere e utilizzare tali informazioni nel proprio processo decisionale.

In difetto di questi presupposti, il rischio è duplice: da un lato, quello di una “*disclosure* apparente”, priva di reali effetti trasformativi, inidonea ad indirizzare le scelte dei clienti; dall'altro, quello di un *greenwashing* sofisticato, in cui la sostenibilità dichiarata si distacca dalla sostenibilità effettiva¹⁰.

Il Regolamento delegato (UE) 2025/422, adottato dalla Commissione nel dicembre 2024, rappresenta un tentativo rilevante di colmare tale deficit, introducendo per la prima volta un set armonizzato di obblighi informativi ambientali per gli emittenti e i fornitori di servizi legati ai cripto-asset.

Questo Regolamento – che recepisce le proposte tecniche dell'ESMA – impone la *disclosure* di indicatori quantitativi chiave, facilmente comprensibili e comparabili, quali il consumo energetico annuo e le emissioni di gas serra.

Si tratta di un passo avanti importante, ma che non dissolve del tutto le criticità emerse nella fase attuativa del MiCAR.

Il presente contributo intende pertanto, in primo luogo, offrire un inquadramento generale della finanza digitale e della tecnologia DLT ed esaminare le criticità ambientali di tali strumenti; in secondo luogo, analizzare il ruolo della disclosure ambientale quale strumento di trasparenza nei mercati delle cripto-attività e la cornice normativa offerta in tal senso dal regolamento (UE) 2023/1104(MiCA) e dal recente Regolamento delegato (UE) 2025/422 contenente le norme tecniche sulla *disclosure* degli indicatori di sostenibilità, con l'obiettivo di valutarne l'effettiva idoneità a garantire una *disclosure* ambientale comparabile ed efficace, a contrastare il rischio di *greenwashing* nei cripto-mercati e ad incentivare, in ultima istanza, il raggiungimento dei dichiarati obiettivi di sostenibilità.

¹⁰ Cfr. considerando 9 e 13 del regolamento delegato UE 2025/422.

2. Finanza sostenibile e tecnologia DLT: un'alleanza necessaria ma problematica.

Come si è detto, è ormai opinione condivisa che la finanza digitale – e, per quanto interessa in questa sede, le cripto-attività – da un lato, e la finanza sostenibile, dall'altro, costituiscano direttrici tra loro complementari, destinate a integrarsi in un disegno evolutivo coerente con gli obiettivi di lungo periodo perseguiti dal legislatore europeo.

Entrambe le traiettorie, infatti, sono caratterizzate da una dinamica espansiva difficilmente reversibile, che impone un ripensamento non solo tecnico, ma anche sistemico dei tradizionali assetti regolatori.

Tale convergenza teorica si scontra, tuttavia, con una realtà applicativa ben più complessa, soprattutto nel contesto delle cripto-attività.

La tecnologia *Distributed Ledger Technology* (Tecnologia a Registro distribuito) rappresenta, in questo contesto, un caso paradigmatico di innovazione “ambivalente”.

Tale tecnologia, oggetto negli ultimi anni di crescente attenzione sia a livello unionale che nazionale¹¹, può essere definita come “una tecnologia che consente il funzionamento e l'uso dei registri distribuiti”, intesi quali archivi digitali di informazioni, condivisi tra una pluralità di nodi interconnessi e sincronizzati, nei quali le operazioni vengono registrate secondo un meccanismo di consenso (di cui si parlerà tra poco) ovvero mediante un insieme di regole e di procedure attraverso cui i nodi della rete pervengono a un accordo sulla validazione delle transazioni¹².

¹¹ Mi riferisco, in particolare, al Regolamento (UE) 2023/1114 (MiCA), al Regolamento (UE) 2022/858, noto come DLT Pilot Regime, nonché a livello nazionale al d.l. 17 marzo 2023, n. 25, cd. Decreto Fintech. Sul punto cfr. V. LEMMA, *DLT Pilot: verso il mercato degli strumenti finanziari digitali*, in <https://www.dirittobancario.it/art/dlt-pilot-verso-il-mercato-degli-strumenti-finanziari-digitali/>, 2023; F. BERTELLI, *Il regime pilota per le DLT tra principio di neutralità tecnologica e nuove strategie di cooperazione tra pubblico e privato*, in *Riv. dir. civ.*, 2023, 361 ss.; I. CAPELLI, *La struttura finanziaria delle imprese e gli strumenti finanziari digitali. Prime considerazioni tra decentralizzazione e regolazione nel contesto del DLT Pilot Regime e del Decreto FinTech*, in *Il Diritto dell'informazione e dell'informatica*, 2023, 645 ss.

¹² Cfr. l'art. 3, par. 1, del Regolamento (UE) 2023/1114 (MiCA) ai sensi del quale si applicano le seguenti definizioni 1) «tecnologia a registro distribuito (DLT)»: una

In altri termini, tale tecnologia si sostanzia in un sistema di registri digitali condivisi tra i partecipanti alla rete, nei quali le informazioni sono protette non solo mediante avanzate tecniche crittografiche, ma anche attraverso meccanismi di “ridondanza”¹³, ossia mediante la replicazione sistematica dei dati, che vengono conservati in copia presso ciascun nodo del registro distribuito.

Un sistema esaltato quindi per la capacità di garantire elevati livelli di trasparenza, tracciabilità e resilienza nei processi di registrazione e trasmissione delle informazioni e rispetto al quale le cripto-attività¹⁴ rappresentano una delle applicazioni più significative, specialmente quando le stesse rientrano nella definizione di “strumento finanziario”¹⁵.

Una tecnologia quindi che non si pone, di per sé, in contrasto con i dichiarati obiettivi di sostenibilità ma che al contrario potrebbe essere utilizzata come leva proprio per agevolare la transizione ecologica.

tecnologia che consente il funzionamento e l’uso dei registri distribuiti; 2) «registro distribuito»: un archivio di informazioni in cui sono registrate le operazioni e che è condiviso da una serie di nodi di rete DLT ed è sincronizzato tra di essi, mediante l’utilizzo di un meccanismo di consenso; 3) «meccanismo di consenso»: le regole e le procedure con cui si raggiunge un accordo, tra i nodi di rete DLT, sulla convalida di un’operazione.

¹³ Il termine è contenuto in BANCA D’ITALIA, *Comunicazione della Banca d’Italia in materia di tecnologie decentralizzate nella finanza e cripto-attività*, Roma, 2022, 6.

¹⁴ Ai sensi dell’art. 3, par. 1, punto 1 del Regolamento (UE) 2023/1114 (MiCA) per cripto-attività si intende “una rappresentazione digitale di un valore o di un diritto che può essere trasferito e memorizzato elettronicamente, utilizzando la tecnologia a registro distribuito o una tecnologia analoga”.

¹⁵ Cfr. art. 18 del Regolamento (UE) 2022/858 che ha ampliato la definizione di strumento finanziario contenuta all’art. 4, par. 1, punto 15 della MiFID II includendo qualsiasi strumento riportato nella sezione C dell’allegato I, *compresi gli strumenti emessi mediante tecnologia a registro distribuito*. Cfr. sul punto M. ONZA, *La digitalizzazione degli strumenti finanziari: occasioni di riflessione sul d.l. n. 25/2023*, in *Diritto della banca e del mercato finanziario*, 2024, 219 ss.; T. N. POLI, *MiCA, Pilot Regime e Decreto fintech: la regolazione del fenomeno crypto e le difficoltà di inquadramento nel sistema finanziario*, in *Dialoghi di diritto dell’economia*, 2023, 149 ss.; I. D’AMBROSIO, *La regolamentazione delle cripto-attività tra Decreto Fintech e regolamento MiCA*, in *questa Rivista*, 2024, 799 ss.; A. MINTO, A. URBANI, *Brevi riflessioni sul coordinamento tra «MICAR» e assetti normativi limitrofi (con particolare attenzione alla disciplina sulla prestazione dei servizi di investimento e a quella relativa ai servizi di pagamento)*, in *Banca imp. soc.*, 2024, 351 ss..

In astratto – e, in parte, già in concreto – la DLT si presta infatti a supportare alcune delle principali sfide della sostenibilità globale, mediante l’abilitazione di nuovi modelli di gestione, controllo e rendicontazione¹⁶.

Tra le applicazioni più promettenti si segnala, innanzitutto, il commercio dei crediti di carbonio nei mercati volontari, dove la tecnologia consente una tracciabilità e una verifica *ex post* delle riduzioni di emissioni dichiarate, incrementando l’affidabilità dei meccanismi di compensazione; la gestione intelligente dei sistemi energetici; il tracciamento delle filiere agroalimentari; la raccolta fondi per iniziative ambientali e la costruzione di piattaforme affidabili per i meccanismi di monitoraggio, reporting e verifica (MRV) dei dati ESG¹⁷, anche in vista degli obblighi informativi introdotti da normative europee come la CSRD e la CSDDD¹⁸.

In tutti gli ambiti descritti, la tecnologia DLT si configura come infrastruttura tecnologica idonea a garantire l’affidabilità del flusso informativo, accrescendo la fiducia da parte di regolatori, investitori e altri stakeholder, e contribuendo così – almeno potenzialmente – al consolidamento di un ecosistema finanziario più trasparente, responsabile e sostenibile.

Tuttavia, se da un lato le caratteristiche strutturali della tecnologia DLT – in termini di trasparenza, tracciabilità e sicurezza – ne fanno uno strumento promettente per l’evoluzione dei mercati finanziari e per l’attuazione degli obiettivi di sostenibilità ambientale e sociale, dall’altro lato, non può essere ignorato come proprio uno degli elementi portanti di tale architettura – il meccanismo di consenso – possa dar luogo a rilevanti effetti distorsivi sul piano ambientale.

¹⁶ Un filone crescente di studi evidenzia come la blockchain sia già oggi impiegata (o proposta) in numerosi ambiti rilevanti per l’agenda ESG. Cfr. *ex multis* C. MULLIGAN, S. MORSFIELD, E. CHEIKOSMAN, *Blockchain for sustainability: A systematic literature review for policy impact*, in *Telecommunications Policy*, 2024, 102676; D. CERCHIARO, S. LEO, E. LANDRIAULT, P. DE VEGA, *DLT to Boost Efficiency for Financial Intermediaries. An Application in ESG Reporting Activities*, in *Technology Analysis & Strategic Management*, 2021, 1 ss..

¹⁷ Cfr. C. MULLIGAN, S. MORSFIELD, E. CHEIKOSMAN, *Blockchain for sustainability: A systematic literature review for policy impact*, cit.

¹⁸ Rispettivamente la Direttiva (EU) 2022/2464 del 14 dicembre 2022 riguardante la rendicontazione societaria di sostenibilità e la Direttiva (UE) 2024/1760 del 13 giugno 2024, relativa al dovere di diligenza delle imprese ai fini della sostenibilità

È infatti all'interno di tale componente – deputata a garantire l'affidabilità del processo di validazione delle transazioni – che si annidano le maggiori criticità in termini di efficienza energetica ed è pertanto ad esso che occorre volgere l'attenzione per inquadrare correttamente il problema.

2.1. *Il cuore del problema. Meccanismi di consenso e configurazioni della DLT: modelli permissioned e permissionless.*

Come si è detto, è nel meccanismo di consenso — elemento chiave per la validazione delle operazioni e la sincronizzazione dei nodi all'interno della rete — che si annidano le principali criticità della tecnologia DLT sotto il profilo della sostenibilità ambientale.

I registri distribuiti possono essere infatti distinti in due categorie principali: DLT *permissioned* e DLT *permissionless*.

La distinzione si fonda sul grado di apertura della rete e sul regime di accesso ai nodi di validazione.

Nel modello *permissionless* — esemplificato dai protocolli di Bitcoin ed Ethereum (*ante* “Merge”¹⁹) — la partecipazione alla rete è libera e non soggetta a restrizioni preventive.

Chiunque può proporre transazioni, leggere il registro e partecipare alla validazione.

Questo paradigma si basa su un *software open source* e su un meccanismo di consenso decentralizzato, generalmente il Proof-of-Work (PoW), che richiede ai validatori di risolvere problemi computazionali complessi e altamente dispendiosi in termini energetici.

Tale configurazione garantisce un elevato grado di disintermediazione e resistenza alla censura e al controllo da parte di autorità pubbliche, ma si traduce in costi ambientali estremamente rilevanti.

¹⁹ Con il termine “Merge” si fa riferimento all'importante aggiornamento avvenuto sulla blockchain di Ethereum nel settembre 2022, con cui è stato abbandonato il meccanismo di consenso Proof-of-Work (PoW) in favore del più efficiente Proof-of-Stake (PoS). L'operazione ha segnato un passaggio strutturale nella governance tecnica del protocollo, riducendo drasticamente (fino al 99,95%) il consumo energetico della rete. Cfr. J. OLIVER, *Ethereum 'Merge' concludes in key moment for crypto market*, in *Financial Times*, 15 settembre 2022, disponibile all'indirizzo <https://www.ft.com/content/4d3c85ee-c812-47b2-a973-acaf1c141a50>

È stato stimato, ad esempio, che una singola transazione su rete Bitcoin può comportare un consumo energetico di circa 1200 kWh, generando emissioni paragonabili a quelle di un volo intercontinentale.

Diversamente, i registri *permissioned* limitano l'accesso e l'interazione con il registro a soggetti preventivamente autorizzati, i quali svolgono anche la funzione di validatori secondo logiche di fiducia predefinita.

In tali architetture, il meccanismo di consenso può essere fondato su sistemi meno dispendiosi, quali il Proof-of-Authority (PoA) o il Practical Byzantine Fault Tolerance (PBFT), in cui un numero limitato di nodi selezionati raggiunge un accordo sulla validità delle operazioni.

Sebbene ciò comporti una parziale perdita di decentralizzazione, permette di ridurre drasticamente l'impatto energetico, migliorando l'efficienza e la scalabilità del sistema.

La Proof-of-Stake (PoS), meccanismo oggi adottato da Ethereum dopo il citato aggiornamento (cd. "Merge"), rappresenta poi una terza via: i validatori vengono selezionati sulla base di un "interesse economico" manifestato mediante il vincolo di token.

Questo meccanismo riduce drasticamente i consumi energetici senza rinunciare alla decentralizzazione, sebbene esponga a rischi differenti, quali la concentrazione della ricchezza o la riduzione del numero effettivo di partecipanti attivi alla *governance* della rete²⁰.

Alla luce di quanto sopra, emerge con chiarezza come il vero nodo problematico non risieda quindi tanto nella tecnologia DLT in quanto tale, quanto piuttosto nel meccanismo di consenso che viene scelto dai creatori della rete.

È questo l'elemento che determina in larga misura l'efficienza (o l'inefficienza) energetica dell'infrastruttura, e che pertanto rappresenta la principale variabile da considerare in un'ottica di sostenibilità.

Di tale circostanza sembrano essere peraltro consapevoli sia il legislatore sia la stessa Banca d'Italia che ha infatti da tempo evidenziato come siano proprio i meccanismi di consenso la "variabile

²⁰ Per una disamina delle criticità del modello Proof-of-Stake cfr. S. HEMPEL, G. PHELAN, T. RUCHTI, *Can Ethereum survive a run? Hidden fragility in crypto's Proof-of-Stake model*, SSRN, ult. riv. 14 aprile 2025; V. SUS, *Proof-of-Stake Is a Defective Mechanism*, SSRN, ult. riv. 27 novembre 2023, disponibile all'indirizzo <https://ssrn.com/abstract=4067739>.

critica” nella valutazione del *trade-off* tra affidabilità del sistema e sostenibilità ambientale²¹.

Nonostante ciò, il meccanismo più energivoro tra quelli oggi in uso – il Proof-of-Work – continua a essere largamente impiegato e rappresenta il paradigma più diffuso tra quelli adottati dalle crypto-attività attualmente in circolazione, risultando predominante soprattutto in termini di capitalizzazione di mercato, come nel caso emblematico del Bitcoin²².

Il problema che si pone – e che sempre più insistentemente si continua a porre – al regolatore europeo riguarda pertanto la gestione della “dimensione energetica” dei meccanismi di consenso adottati nei registri *permissionless* che non sembra più essere possibile considerare come una mera esternalità negativa ma che al contrario, si configura come un vero e proprio costo strutturale del sistema, in parte voluto²³, che incide direttamente sull’accessibilità, sulla scalabilità e, infine, sulla legittimazione sociale delle reti distribuite.

Ne discende un dilemma regolatorio di fondo.

Da un lato, la necessità di preservare il principio di neutralità tecnologica²⁴, che impone di lasciare il mercato libero di individuare le soluzioni tecniche più adeguate ai propri bisogni e di non discriminare tra soluzioni tecnologiche concorrenti.

Dall’altro lato, l’esigenza di evitare che logiche meramente auto-organizzative o di mercato finiscano per legittimare meccanismi di

²¹ BANCA D’ITALIA, *Comunicazione della Banca d’Italia in materia di tecnologie decentralizzate nella finanza e crypto-attività*, Roma, 2022, 6.

²² Basti pensare che il Bitcoin – esempio più emblematico e storicamente consolidato di criptovaluta basata su meccanismo di consenso *permissionless* Proof-of-Work (PoW) – ha raggiunto ad oggi una capitalizzazione di mercato superiore ai 2.000 miliardi di USD.

²³ Così ritiene F. RIGANTI, *Crypto-attività e finanza sostenibile: gli “opposti” (non) si attraggono?*, in *questa Rivista*, 2024, 27 il quale rinvia a sua volta a L. SANNIKOVA, *ESG vs Cryptoassets: Pros and Contras*, in *Giur. Comm.*, I, 2023, 156 ss.

²⁴ Cfr. sul punto F. MATTASSOGLIO, *Algoritmi e regolazione. Circa i limiti del principio di neutralità tecnologica*, in *Rivista della regolazione dei mercati*, 2018, 226 ss. in cui l’autrice analizza il profondo impatto che gli algoritmi finanziari stanno generando sui processi decisionali nel mercato, evidenziando i limiti strutturali del principio di neutralità tecnologica e la necessità di un suo ripensamento in favore di una trasparenza algoritmica.

consenso palesemente inquinanti²⁵ andando così a sacrificare il forte impegno dell'Unione nella riduzione delle emissioni di CO₂ (si pensi ad esempio a quanto sta avvenendo nel settore *automotive*)²⁶

Prima di analizzare nel dettaglio l'impostazione accolta dal legislatore europeo, risulta pertanto utile soffermarsi, sia pur brevemente, su un confronto comparativo tra i principali modelli regolatori adottati a livello internazionale.

Tale analisi consente non solo di meglio comprendere la direzione intrapresa dall'Unione, ma anche di evidenziarne i limiti strutturali e i margini di miglioramento.

A fronte della crescente attenzione per l'impatto ambientale dei sistemi basati su DLT, infatti, gli ordinamenti statali si sono mossi secondo approcci assai eterogenei, oscillando tra strategie fortemente prescrittive e modelli basati su *disclosure* e incentivi reputazionali.

2.2. Modelli regolatori a confronto: tra esclusione, isolamento e regolazione.

La dottrina che si è occupata di studiare il fenomeno delle cripto-attività e la loro regolamentazione in una prospettiva comparata²⁷, ha ricondotto i modelli regolatori adottati a tre macrocategorie: (i) il divieto (*ban*), (ii) l'isolamento del comparto cripto dal sistema finanziario tradizionale e dall'economia reale (*contain*) e la

²⁵ Le emissioni annuali del solo network Bitcoin vengono stimate in circa 91,40 milioni di tonnellate equivalenti di CO₂ (MtCO₂e), una quantità superiore all'intero bilancio emissivo annuo di alcuni Stati membri dell'Unione, come la Grecia o la Romania. Cfr. <https://ccaf.io/cbnsi/cbeci>.

²⁶ Si pensi ad esempio al Regolamento (UE) 2023/851, che prevede il divieto di commercializzazione di nuove autovetture a combustione interna a partire dal 2035 proprio con il dichiarato scopo di realizzare l'azzeramento delle emissioni nette di gas a effetto serra al più tardi entro il 2050 e l'obiettivo di conseguire successivamente emissioni negative, così come stabilito dal Regolamento (UE) 2021/1119.

²⁷ M. AQUILINA *et al.*, *Addressing the risks in crypto: laying out the options*, in *BIS Bulletin*, 2023; *Tackling the risks in crypto: Choosing among bans, containment and regulation*, in *Journal of the Japanese and International Economies*, fasc. 71, 2024, 101286; P. RASCHNER, O. KOSENKOV, *Exporting Environmental-Friendly Digitalisation? Implications of EU's MiCA Regulation on the Global Governance of Crypto Systems*, in *SSRN Electronic Journal*, 2024, 1 ss..

regolamentazione del settore secondo modalità analoghe a quelle previste per la finanza tradizionale (*regulate*).

Questi approcci, pur non essendo tra loro incompatibili, rappresentano traiettorie concettualmente distinte lungo cui i diversi ordinamenti hanno cercato di rispondere alle sfide poste dalla diffusione della finanza decentralizzata.

Il primo approccio, quello più radicale, consiste nell'imposizione di un divieto generalizzato o selettivo alle attività cripto, con particolare riguardo al *mining* e all'emissione di *token*.

Questo modello ha trovato la sua espressione più compiuta nella Repubblica Popolare Cinese, dove un insieme coordinato di autorità amministrative e giudiziarie ha formalmente bandito ogni attività connessa alle valute virtuali, richiamando esigenze di stabilità finanziaria, ordine pubblico e sicurezza nazionale²⁸.

Tuttavia, non sfugge alla dottrina più avveduta come, dietro la retorica della protezione del sistema economico, si celino anche considerazioni legate all'impatto ambientale del *mining* su larga scala, nonché alla volontà di mantenere un controllo politico centralizzato sulla creazione di valore digitale²⁹.

Simili motivazioni hanno condotto lo Stato di New York a introdurre una moratoria temporanea per le attività basate su PoW, accompagnata da una valutazione d'impatto ambientale preventiva³⁰.

In senso analogo anche la Federazione Russa ha introdotto per ragioni connesse all'impatto energetico un divieto temporaneo della

²⁸ Cfr. Notice on Further Preventing and Resolving the Risks of Virtual Currency Trading and Speculation, in data 15 settembre 2021, paragrafo 2 (<http://www.pbc.gov.cn/en/3688253/3689009/4180845/4353814/index.html>). Va precisato che il provvedimento riguarda genericamente le "attività correlate alle valute virtuali" e non menziona espressamente il mining o altri meccanismi di consenso (a differenza, ad esempio, dello "scambio di una valuta virtuale con un'altra"). Tuttavia, esso prevede un divieto generalizzato di "impegnarsi in attività collegate alle valute virtuali".

²⁹ Cfr. per una disamina degli effetti del crpto-ban sul mercato cinese C. CHEN, L. LIU, *How effective is China's cryptocurrency trading ban?*, in *Finance Research Letters*, 2022, 102429.

³⁰ Cfr. The New York State Senate, 'Senate Bill S6486D'

durata di sei anni in dieci regioni federali, entrato in vigore il 1° gennaio 2025 e valido sino al 15 marzo 2031³¹.

Il secondo approccio, apparentemente più moderato, si fonda sull'idea di circoscrivere le cripto-attività all'interno di un perimetro economico separato, impedendo ogni forma di interconnessione con il sistema finanziario tradizionale.

L'obiettivo principale non è tanto disciplinare, quanto evitare che essa possa generare effetti di contagio sull'economia regolata.

In tale logica, non si riscontra alcuna attenzione per la dimensione ambientale del fenomeno: ciò che si vuole prevenire, piuttosto, è la trasmissione di rischi finanziari agli attori istituzionali.

È il paradigma del “*just let the crypto burn*”³², in cui l'assenza di regolazione diventa essa stessa una strategia, fondata sulla speranza che gli eccessi speculativi si autoestingano per implosione interna.

In questa prospettiva si inseriscono, ancora una volta, le misure adottate dalla Cina, che ha vietato alle istituzioni finanziarie e ai prestatori di servizi di pagamento di offrire qualunque servizio collegato alle cripto-attività, ma un simile orientamento è stato seguito anche da altri ordinamenti, soprattutto emergenti, e ha ispirato in un primo momento l'approccio dell'Unione Europea al mercato delle cripto-attività nonché alcune proposte del Comitato di Basilea, volte a contenere l'esposizione patrimoniale delle banche nei confronti di *asset* digitali particolarmente volatili³³.

Il terzo approccio, quello regolatorio in senso stretto, si è affermato prevalentemente nei Paesi occidentali, con l'obiettivo di integrare le cripto-attività nel perimetro normativo esistente, anziché escluderle o isolarle.

³¹ Cfr. anche A. TOOZE, *Chartbook #116: The End Of Crypto's "Wild West"? The Battle To Shape The Future Of Digital Assets In US-UK-EU*, 24 aprile 2022 (<https://adamtooze.com/2022/04/24/chartbook-116-the-end-of-cryptos-wild-west-the-battle-to-shape-the-future-of-digital-assets-in-us-uk-eu/>), secondo cui “Egitto, Marocco, Algeria, Bolivia, Bangladesh e Nepal hanno seguito l'esempio della Cina”

³² S. CECCHETTI, K. SCHOENHOLTZ, *Let crypto burn. Just say no to legitimacy-inferring regulation*, in *Financial Times*, 17 novembre 2022, disponibile all'indirizzo <https://www.ft.com/content/ac058ede-80cb-4aa6-8394-941443eec7e3>.

³³ BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION, *Consultative Document, Second Consultation on the prudential treatment of cryptoasset exposures*, 30 settembre 2022 disponibile all'indirizzo <https://www.bis.org/bcbs/publ/d533.pdf>.

Tale strategia mira a “normalizzare” il fenomeno, riconducendolo – per quanto possibile – entro categorie giuridiche e regole già note, adattate alle specificità tecnologiche della finanza decentralizzata.

Sia il Regno Unito³⁴ che gli Stati Uniti³⁵ si sono mossi, seppur con modalità e tempi differenti, lungo questa traiettoria, adottando un’impostazione progressivamente convergente con quella promossa (in prima istanza) dall’Unione europea.

Nell’ambito di questa terza categoria è tuttavia l’Unione europea ad essersi distinta per aver adottato il primo quadro regolatorio integrato e formalizzato a livello globale, articolato su due diversi e connessi interventi normativi: il *Digital Finance Package* contenente il Regolamento UE 2022/858 del 30 maggio 2022 (c.d. DLT Pilot Regime³⁶), che costituisce un regime pilota di sperimentazione

³⁴ Nel Regno Unito, il processo di regolazione delle cripto-attività è in fase avanzata, ma non ancora definitivo. Il governo ha confermato l’intenzione di procedere con l’introduzione di un regime specifico, pubblicando nel 2025 una bozza di Statutory Instrument (draft SI) volta a definire nuove attività regolamentate e i relativi obblighi per gli operatori. Il testo, attualmente sottoposto a consultazione tecnica, ricalca in parte l’impostazione del MiCA, ed è disponibile all’indirizzo: <https://www.gov.uk/government/publications/regulatory-regime-for-cryptoassets-regulated-activities-draft-si-and-policy-note>.

³⁵ Negli Stati Uniti, l’approccio regolatorio alle cripto-attività si è contraddistinto nel tempo per la sua frammentarietà e bassa reattività, fondandosi prevalentemente su interventi *ex post* delle autorità di vigilanza (regulation by enforcement) facendo leva sulle norme già esistenti e adattandole al contesto. Sebbene nel 2022 fosse stata delineata una prima roadmap normativa mediante un ordine esecutivo del presidente Biden che includeva tra gli obiettivi prioritari anche la mitigazione dei rischi climatici, questa è stata integralmente revocata con l’ordine esecutivo del 23 gennaio 2025 del Presidente Trump che ha segnato un netto cambio di rotta. Per un confronto fra modello europeo e statunitense nonché per una panoramica delle recenti iniziative regolamentari negli Stati Uniti cfr. F. ANNUNZIATA, *Tassonomia delle cripto-attività e disciplina del mercato dei capitali: un confronto tra Stati Uniti e Unione europea*, in *Quaderni di Ricerca Giuridica della Banca d’Italia, Il Regolamento MiCA nel contesto della disciplina bancaria e dei servizi di pagamento*, 2023, 17 ss..

³⁶ Sul DLT Pilot Regime cfr. G. ZACCARONI, *Decentralized Finance and EU Law: The Regulation on a Pilot Regime for Market Infrastructures Based on Distributed Ledger Technology*, in *European Papers*, 2022, 601 ss.; R. PRIEM, *A European distributed ledger technology pilot regime for market infrastructures: finding a balance between innovation, investor protection and financial stability*, in *Journal of Financial Regulation and Compliance*, 2022, 371 ss.; J. MCCARTHY, *From childish things: the evolving sandbox approach in the EU’s regulation of financial technology*, in *Law, Innovation & Technology*, 2023, 1 ss..

temporanea per le infrastrutture di mercato basate sulla tecnologia a registro distribuito, e il Regolamento (UE) 2023/1114 (c.d. MiCAR – Markets in Crypto-Assets Regulation) del 31 maggio 2023³⁷, che ha introdotto per la prima volta a livello unionale una disciplina armonizzata per l’emissione, l’offerta al pubblico e la prestazione di servizi aventi a oggetto cripto-attività.

Il nuovo Regolamento MiCA, sebbene innovativo nella materia trattata, si ispira in larga misura a tecniche e strutture concettuali già consolidate nel diritto dei mercati finanziari dell’Unione: la regolazione delle offerte e dei prospetti informativi, la disciplina MiFID e MAR, nonché i presidi prudenziali propri della normativa su moneta elettronica e servizi di pagamento.

Pur adottando una definizione ampia e tecnologicamente neutra di cripto-attività, definite all’art. 4, par. 1, punto 5 come “una rappresentazione digitale di un valore o di un diritto che può essere trasferito e memorizzato elettronicamente, utilizzando la tecnologia a registro distribuito o una tecnologia analogica”, il regolamento evita consapevolmente di intervenire sulla tecnologia sottostante, mantenendo – come chiarito nel considerando 9 – una netta distinzione rispetto a modelli regolatori orientati alla struttura tecnologica.

³⁷ Per una disamina del regolamento cfr. *inter alia* AA. V.V., *Il Regolamento MiCA nel contesto della disciplina bancaria e dei servizi di pagamento - Atti del Convegno Banca d’Italia, Roma, 29 settembre 2023*, in *Quaderni di Ricerca Giuridica della Banca d’Italia*, 103, 2023; M. LEHMANN, *MiCAR-Gold Standard or Regulatory Poison for the Crypto Industry?*, EBI Working Paper Series, n. 160, 2024; M. LEHMANN, F. SCHINERL, *Drawing the borderline between MiFID and MiCAR*, in *EBI Working Paper Series*, n. 171, 2024; R. LENER, *Criptoattività e cripto valute alla luce degli ultimi orientamenti comunitari*, in *Giur. Comm.*, 2023, 376 ss.; S.L. FURNARI, R. LENER, *Contributo alla qualificazione giuridica dell’offerta al pubblico di Utility Token (anche) alla luce della proposta di Regolamento Europeo sulle cripto-attività*, in *Bocconi Legal Papers*, 2023, 63 ss.; N. CIOCCA, *Servizi di custodia, negoziazione e regolamento di cripto-attività*, in *Osservatorio del diritto civile e commerciale*, 2022, 79 ss.; S. CAPACCIOLI, M.T. GIORDANO (a cura di), *Crypto-asset: Regolamento MiCA e DLT Pilot Regime. Analisi ragionata su token, stablecoin*, CASP, Milano, 2023; T. TOMCZAK, *Crypto-assets and crypto-assets’ subcategories under MiCA Regulation*, in *Capital Markets Law Journal*, 2022, 365 ss..

Ne deriva che il MiCAR non è un “DLT Act”, ma piuttosto un *corpus* normativo volto a disciplinare il mercato delle cripto-attività secondo una logica giuridico-finanziaria tradizionale³⁸.

Tale impostazione risponde a una pluralità di obiettivi: da un lato, assicurare certezza giuridica e favorire l’innovazione responsabile; dall’altro, perseguire i fini classici della regolazione finanziaria – tutela dell’investitore, integrità del mercato e stabilità sistemica – cercando di “integrare i comparti disciplinari afferenti, *lato sensu*, al diritto dei mercati finanziari, delineando un assetto normativo dedicato al mercato delle cripto attività”³⁹.

Sotto il profilo sostanziale, il cuore del Regolamento (UE) 2023/1114 è rappresentato dai Titoli II, III, IV e V, che dopo aver creato una tassonomia delle cripto-attività⁴⁰, disciplinano rispettivamente l’emissione, l’offerta e l’ammissione alla negoziazione di cripto-attività, con un’impostazione che richiama – seppur in forma semplificata – il regime europeo del prospetto informativo previsto per le offerte al pubblico di strumenti finanziari⁴¹.

Infatti, chiunque intenda offrire cripto-attività al pubblico o richiederne l’ammissione alla negoziazione su una piattaforma dell’Unione è tenuto a predisporre e pubblicare un “*white paper*”, ossia un documento informativo contenente una descrizione chiara e comprensibile dell’emittente e delle caratteristiche essenziali del cripto-asset (art. 6 MiCAR).

³⁸ Cfr. sul punto P. RASCHNER, O. KOSENKOV, *Exporting Environmental-Friendly Digitalisation? Implications of EU’s MiCA Regulation on the Global Governance of Crypto Systems*, cit., 7, i quali sottolineano come “contrary to the ‘AI Act’ [MiCAR] it is certainly not a ‘DLT Act’”.

³⁹ Cfr. A. MINTO, *Tokens di moneta elettronica e nuovi modelli di business: problemi di coordinamento tra discipline*, in Quaderni di ricerca giuridica della Banca d’Italia, 99, 2024, 91 secondo il quale il regolamento configura una disciplina di tipo “interstiziale”, giacché limitata ad occuparsi soltanto di ciò che non sia già regolato in altri regimi del diritto finanziario.

⁴⁰ F. ANNUNZIATA, *Tassonomia delle cripto-attività e disciplina del mercato dei capitali*, cit..

⁴¹ Regolamento (UE) 2017/1129 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 14 giugno 2017. Cfr. sul punto P. MAUME, *The Regulation on Markets in Crypto-Assets (MiCAR): Landmark Codification, or First Step of Many, or Both?*, in *ECFR*, 2023, 7.

Con riguardo specifico ai cosiddetti *stablecoin*, i Titoli III e IV introducono un regime autorizzatorio per gli emittenti e impongono obblighi rafforzati in materia di riserve, trasparenza e governance, secondo una logica in parte ricalcata dalla Direttiva sulla moneta elettronica⁴².

L'intento è quello di garantire un elevato grado di affidabilità per le cripto-attività a vocazione monetaria, il cui potenziale utilizzo su larga scala potrebbe generare rilevanti implicazioni sistemiche.

Ancora, il Titolo V del Regolamento prevede un articolato sistema di autorizzazione e vigilanza per i fornitori di servizi relativi alle cripto-attività (CASP), modellato in gran parte sull'architettura normativa della MiFID II. Le imprese che intendano prestare servizi come la custodia, la negoziazione o l'esecuzione di ordini su cripto-attività dovranno ottenere una specifica autorizzazione nazionale e conformarsi a un insieme dettagliato di obblighi in materia di organizzazione interna, tutela della clientela e prevenzione dei conflitti di interesse.

Sebbene tali prescrizioni comportino un aggravio in termini di compliance, esse consentono al contempo l'erogazione transfrontaliera dei servizi all'interno del mercato unico, superando uno dei principali limiti della precedente frammentazione normativa.

Il Titolo VI, infine, introduce un primo nucleo di regole volte a contrastare la manipolazione del mercato e gli abusi informativi in ambito cripto, ispirandosi – anche se con portata più limitata – al Regolamento (UE) n. 596/2014 (MAR).

3. Neutralità tecnologica e sostenibilità. La disclosure ambientale nell'ambito del Regolamento MiCA.

Nonostante il Regolamento (UE) 2023/1114 (MiCAR) non sia stato concepito come uno strumento di regolazione ambientale in senso stretto, né, come si è detto, come una disciplina tecnica delle

⁴² Per un raffronto tra talune tipologie di cripto-attività (in specie, alcuni token collegati ad attività ed i token di moneta elettronica) per come oggi regolati dal MiCAR e i più tradizionali strumenti di moneta elettronica. V. TROIANO, *Moneta elettronica e token utilizzabili come mezzo di pagamento tra MiCAR, proposta di PSD 3 e adattamento dell'ordinamento interno*, in *Riv. trim. dir. econ.*, 2023, 151 ss.. Cfr. altresì A. MINTO, *Tokens di moneta elettronica e nuovi modelli di business: problemi di coordinamento tra discipline*, cit..

infrastrutture digitali sottostanti, la questione dell’impatto ambientale delle cripto-attività ha guadagnato attenzione in maniera crescente nel corso del suo iter legislativo.

È emblematico, in tal senso, come la proposta originaria della Commissione fosse del tutto silente in merito ai profili ambientali, ritenuti inizialmente marginali⁴³.

Solo in una fase successiva, e in particolare nel corso delle negoziazioni parlamentari, la dimensione ambientale è emersa con maggiore forza.

Alcuni membri del Parlamento europeo hanno infatti avanzato proposte di emendamento ambiziose, volte a limitare – se non a vietare – l’utilizzo di meccanismi di consenso ad alta intensità energetica, come il Proof-of-Work⁴⁴, suggerendo l’introduzione di criteri di sostenibilità vincolanti o, quantomeno, una loro classificazione nella tassonomia della finanza sostenibile dell’UE, in conformità con l’art. 10 del regolamento (UE) 2020/852⁴⁵.

Tuttavia, nessuna di tali proposte ha trovato accoglimento nel testo finale che predilige invece un “*technology-open approach*”.

Ne è derivata una scelta di fondo ben precisa che viene oggi ben delineata dal considerando 6 del Regolamento “[...] il quadro dell’Unione per i mercati delle cripto-attività non dovrebbe disciplinare la tecnologia sottostante. Gli atti legislativi dell’Unione dovrebbero evitare di imporre un onere normativo superfluo e sproporzionato sull’uso della tecnologia, poiché l’Unione e gli Stati membri si

⁴³ Cfr. Proposta di Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio relativo ai mercati delle cripto-attività e che modifica la direttiva (UE) 2019/1937 {SEC(2020) 306 final}. A conferma dell’originaria sottovalutazione – o quanto meno secondarietà – della dimensione ambientale nell’approccio iniziale della Commissione, si segnala come nell’Impact Assessment che accompagnava la proposta di regolamento MiCAR, i profili relativi alla sostenibilità ambientale venivano menzionati in modo del tutto marginale. In particolare, al paragrafo 7.1 del documento si trova un brevissimo riferimento al possibile impatto ambientale delle cripto-attività che si limita a rilevare come “l’impatto ambientale del regolamento dovrebbe risultare limitato”, senza ulteriori approfondimenti tecnici o proposte.

⁴⁴ Cfr. COMMITTEE ON ECONOMIC AND MONETARY AFFAIRS, ‘Draft report Stefan Berger’ Amendments 149 - 502, 3 June 2021, PE693.740.

⁴⁵ Sul punto cfr. la Relazione sulla proposta di regolamento del Parlamento europeo e del Consiglio relativo ai mercati delle cripto-attività e che modifica la direttiva (UE) 2019/1937.

prefiggono di salvaguardare la competitività sul mercato mondiale” e dal successivo considerando 7 che, affrontando direttamente la tematica ambientale dispone “I meccanismi di consenso utilizzati per la convalida delle operazioni in cripto-attività potrebbero avere principali impatti negativi sul clima e altri effetti negativi connessi all’ambiente. Tali meccanismi di consenso dovrebbero pertanto prevedere soluzioni più rispettose dell’ambiente e garantire che i principali impatti negativi che essi potrebbero avere sul clima, e gli altri effetti negativi connessi all’ambiente, siano adeguatamente individuati e comunicati dagli emittenti di cripto-attività e dai prestatori di servizi per le cripto-attività”⁴⁶.

Pur riconoscendo dunque la rilevanza dell’impatto ambientale, il legislatore europeo ha evitato di introdurre divieti o vincoli normativi diretti all’utilizzo dei meccanismi di consenso più energivori – come il citato PoW – optando invece per un approccio di tipo informativo.

In che modo, dunque, il MiCAR affronta il tema dell’impatto ambientale delle cripto-attività?

La soluzione di “compromesso” individuata consiste nell’introduzione di specifici obblighi di *disclosure* ambientale cui gli emittenti e i prestatori di servizi di cripto-attività devono adempiere

⁴⁶ Il considerando continua così “Nel determinare se gli impatti negativi sono principali, è opportuno tenere conto del principio di proporzionalità e delle dimensioni e del volume delle cripto-attività emesse. L’Autorità europea di vigilanza (Autorità europea degli strumenti finanziari e dei mercati) (ESMA) istituita dal regolamento (UE) n. 1095/2010 del Parlamento europeo e del Consiglio (5), in cooperazione con l’Autorità europea di vigilanza (Autorità bancaria europea) (ABE) istituita dal regolamento (UE) n. 1093/2010 del Parlamento europeo e del Consiglio (6), dovrebbe pertanto essere incaricata di elaborare progetti di norme tecniche di regolamentazione al fine di specificare ulteriormente il contenuto, le metodologie e la presentazione delle informazioni in relazione agli indicatori di sostenibilità per quanto riguarda gli impatti negativi sul clima e altri effetti negativi connessi all’ambiente, nonché di delineare i principali indicatori energetici. I progetti di norme tecniche di regolamentazione dovrebbero inoltre garantire la coerenza dell’informativa da parte degli emittenti di cripto-attività e dei prestatori di servizi per le cripto-attività. Nell’elaborare i progetti di norme tecniche di regolamentazione, l’ESMA dovrebbe tenere conto dei vari tipi di meccanismi di consenso utilizzati per la convalida delle operazioni in cripto-attività, delle loro caratteristiche e delle differenze tra di esse. L’ESMA dovrebbe inoltre tenere conto degli obblighi di informativa esistenti, garantire complementarità e coerenza ed evitare di aumentare gli oneri a carico delle imprese.”

attraverso l'esposizione nel White Paper e nel proprio sito web, nella convinzione che un'adeguata informazione – incentrata sull'impatto energetico e climatico delle diverse soluzioni tecnologiche – possa guidare le scelte degli investitori verso *asset* e infrastrutture più sostenibili

Questa opzione – criticata da una parte della dottrina per la sua eccessiva prudenza⁴⁷ – appare riconducibile a un triplice ordine di ragioni: in primo luogo, la complessità tecnica e giuridica di regolamentare infrastrutture per loro natura decentralizzate, prive di un unico referente soggettivo e la cui “chiusura” sarebbe sostanzialmente impossibile; in secondo luogo, la volontà di preservare la neutralità tecnologica come principio guida della regolazione europea in materia di innovazione digitale; infine, il timore di creare contesto normativo eccessivamente restrittivo che potesse minare la competitività dell'Unione rispetto ad altri paesi.

Questo modello presuppone che un'informazione ambientale adeguata, comparabile e facilmente accessibile sia in grado di innescare, attraverso il mercato, un processo virtuoso di selezione tra le diverse tecnologie.

Ma si tratta di una scommessa tutt'altro che priva di incognite, che richiede, per essere efficace, una disciplina tecnica dettagliata (recentemente integrata con il Regolamento delegato 2025/422), presidi operativi robusti e strumenti di controllo idonei a prevenire il rischio di *greenwashing*⁴⁸.

Il Regolamento MiCAR, articola gli obblighi informativi su due livelli: da un lato, quelli posti in capo agli “emittenti” di cripto-attività (inclusi i *token* collegati ad attività e i *token* di moneta elettronica); dall'altro, quelli riferiti ai “prestatori di servizi per le cripto-attività” (CASPs), ossia i soggetti che, pur non partecipando all'emissione, prestano “uno o più servizi per le cripto-attività ai clienti su base

⁴⁷ Cfr. F. RIGANTI, *Cripto-attività e finanza sostenibile: gli “opposti” (non) si attraggono?*, cit., 40 ss.; P. RASCHNER, O. KOSENKOV, *Exporting Environmental-Friendly Digitalisation?*, cit..

⁴⁸ G. SCHNEIDER, *Per un approccio sostanziale alla finanza sostenibile: il “greenwashing” alla prova del rischio di condotta*, in *Riv. trim. dir. econ.*, 2022, 222 ss. Da una prospettiva consumeristica cfr. M. PUCCI, *Sviluppo sostenibile, greenwashing e tutela del consumatore*, in *Jus Civile*, 2023, 439 ss.

professionale e sono autorizzati a prestare servizi per le cripto-attività conformemente all'articolo 59⁴⁹.

Per quanto riguarda gli emittenti – e a patto che gli stessi siano identificabili – il Regolamento impone espressamente l'obbligo di includere nei relativi White Paper informazioni concernenti gli effetti ambientali e climatici negativi riconducibili al meccanismo di consenso adottato per l'emissione dell'asset.

In particolare, gli articoli 6 (Contenuto e forma del White Paper sulle cripto-attività), 19 (Contenuto e forma del White Paper sulle cripto-attività per i token collegati ad attività) e 51 (Contenuto e forma del White Paper sulle cripto-attività per i token di moneta elettronica) del Regolamento impongono tutti l'obbligo di includere nei cosiddetti White Papers “informazioni sui principali impatti negativi sul clima e su altri effetti negativi connessi all'ambiente del meccanismo di consenso utilizzato”.

Il riferimento esplicito al meccanismo di consenso – e non alla natura della cripto-attività in sé – conferma ancora una volta come il nodo centrale dell'impatto ambientale risieda nelle scelte architettoniche della rete, e non tanto nella funzione del *token*.

Tali informazioni devono essere poi fornite in conformità con gli allegati I, II e III del Regolamento, che precisano il contenuto tecnico del documento informativo ed includono espressamente, tra le informazioni obbligatorie che devono essere fornite, “le informazioni relative alla tecnologia sottostante”, fra le quali viene espressamente indicato “il meccanismo di consenso” (Allegato I, parte H, 2; Allegato II, parte E, 2; Allegato III, parte E, 3), nonché le “informazioni sui

⁴⁹ Ai sensi dell'art. 4, par. 1, punto 16, per «servizio per le cripto-attività» si intende “qualsiasi servizio e attività elencati di seguito in relazione a qualsiasi cripto-attività:

- a) prestazione di custodia e amministrazione di cripto-attività per conto di clienti;
- b) gestione di una piattaforma di negoziazione di cripto-attività;
- c) scambio di cripto-attività con fondi;
- d) scambio di cripto-attività con altre cripto-attività;
- e) esecuzione di ordini di cripto-attività per conto di clienti;
- f) collocamento di cripto-attività;
- g) ricezione e trasmissione di ordini di cripto-attività per conto di clienti;
- h) prestazione di consulenza sulle cripto-attività;
- i) prestazione di gestione di portafoglio sulle cripto-attività;
- j) prestazione di servizi di trasferimento di cripto-attività per conto dei clienti.”

rischi” all’interno delle quali, nonostante manchi un espresso riferimento all’interno del Regolamento, dovrebbero essere ricomprese, quelle relative ai “rischi di sostenibilità”⁵⁰.

A rafforzare tale quadro, il Considerando 110 e gli articoli 5, 17 e 46 prevedono poi l’adozione, da parte della Commissione, di norme tecniche di regolamentazione (RTS) elaborate dall’ESMA, in collaborazione con l’ABE.

Tale regolamentazione di secondo livello, che si è recentemente sostanziata nell’emanazione del Regolamento delegato UE 2025/422, ha il compito di definire il contenuto, le metodologie e le modalità di presentazione delle informazioni, tenendo conto delle caratteristiche dei diversi meccanismi di consenso, del loro fabbisogno energetico, dell’uso di risorse naturali, della produzione di rifiuti e delle emissioni climalteranti.

Anche i prestatori di servizi per le cripto-attività sono chiamati a contribuire alla trasparenza ambientale.

In particolare, l’art. 66, par. 5, stabilisce che i CASP devono rendere pubbliche, in una sezione ben visibile del proprio sito web, “informazioni sui principali impatti negativi sul clima e su altri effetti negativi connessi all’ambiente del meccanismo di consenso utilizzato per emettere ciascuna cripto-attività in relazione alla quale prestano servizi.”.

Tali informazioni possono essere tratte, ove esistenti, dal White Paper del relativo asset, ma la norma ammette anche l’eventualità che il prestatore debba procurarsele autonomamente, ad esempio in assenza di un emittente tradizionalmente identificabile – come avviene per i cripto-asset basati su PoW (ad esempio Bitcoin, in cui l’emittente non è identificabile).

⁵⁰ Il rischio di sostenibilità viene definito all’art. 2, par 22, Regolamento (UE) 2019/2088 come “un evento o una condizione di tipo ambientale, sociale o di governance che, se si verifica, potrebbe provocare un significativo impatto negativo effettivo o potenziale sul valore dell’investimento”. Ad esempio, potrebbero rientrare tra i rischi di sostenibilità rilevanti in ambito cripto, quelli connessi al consumo energetico eccessivo di alcuni meccanismi di consenso, all’instabilità normativa nei confronti del mining, nonché alla concentrazione del potere di governance nelle mani di pochi validatori (ad esempio nel Proof of Stake), tutti elementi potenzialmente idonei a incidere negativamente sul valore di mercato della cripto-attività.

Ulteriori obblighi in capo ai CASPs relativi ESG possono infine derivare dall'art. 81 del MiCAR, relativo alla “prestazione di consulenza sulle cripto-attività e prestazione di servizi di gestione del portafoglio di cripto-attività”⁵¹.

La norma impone di fornire ai potenziali clienti una “relazione sull'adeguatezza” (par. 13) che tenga conto delle preferenze e degli obiettivi dei clienti: in questa sede, è plausibile ritenere che possano rientrare – laddove espressamente manifestati – anche criteri ambientali e di sostenibilità, allineandosi a una crescente sensibilità dei consumatori in tema di investimento responsabile.

A conferma di ciò, le linee guida pubblicate da ESMA il 17 dicembre 2024 riconoscono come buona prassi l'integrazione di fattori ESG nella valutazione di adeguatezza, pur in assenza di un espresso obbligo normativo, valorizzando l'allineamento con il quadro di tutela dell'investitore proprio del regime MiFID II⁵².

Nonostante tale impianto normativo, l'effettiva efficacia di un approccio normativo che affida alla razionalità degli investitori e alla pressione del mercato il compito di premiare le soluzioni tecnologiche più *green* resta incerta.

L'intera architettura della disclosure presuppone infatti l'esistenza di dati affidabili, verificabili e standardizzati, nonché la capacità – da parte degli investitori, spesso retail – di comprenderli e utilizzarli in modo consapevole.

L'efficacia di tale approccio dipenderà in larga misura dalla qualità, affidabilità e confrontabilità delle informazioni ambientali fornite, nonché dalla capacità degli strumenti tecnici di secondo livello – a cominciare dal Regolamento Delegato 2025/422 – di colmare le attuali lacune e prevenire pratiche di *greenwashing*.

⁵¹ Cfr. M.T. PARACAMPO, *La consulenza su cripto-attività nella proposta di regolamento europeo MiCA tra presunte equivalenze e distonie normative con MiFID II*, in *Diritto della banca e del mercato finanziario*, 2022, 229 ss.. In ambito Mifid II cfr. D. SICLARI, *La consulenza finanziaria “indipendente” prevista dalla MiFID II alla prova dei fatti*, in V. TROIANO, R. MOTRONI, *La MiFID II. Rapporti con la clientela – regole di governance – mercati*, Milano, 2018, 515 ss.

⁵² ESMA, *Final Report - Guidelines specifying certain requirements of the Markets in Crypto Assets Regulation (MiCA) on investor protection – third package*, 17 dicembre 2024, ESMA35-1872330276-1936.

Sarà proprio a quest'ultimo intervento normativo che si dedicherà il prossimo capitolo.

4. *Il contenuto tecnico del Regolamento delegato (UE) 2025/422.*

Con l'adozione del Regolamento Delegato (UE) 2025/422 del 17 dicembre 2024, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale dell'Unione europea del 31 marzo 2025, la Commissione ha dato attuazione al mandato previsto dagli articoli 6, 19, 51 e 66 del Regolamento MiCAR, integrando il quadro normativo in materia di *disclosure* ambientale nel settore delle cripto-attività.

Tale Regolamento, entrato in vigore il 20 aprile 2025, rappresenta il punto di arrivo di un importante lavoro svolto dall'ESMA circa i profili ambientali del mercato delle cripto-attività che si è sostanziato in una consultazione del 5 ottobre 2023⁵³ e nel successivo rilascio del "Final Report Draft Technical Standards specifying certain requirements" del 3 luglio 2024⁵⁴ ed introduce per la prima volta un *corpus* normativo armonizzato volto a disciplinare il contenuto, le metodologie e la presentazione delle informazioni relative agli impatti ambientali dei meccanismi di consenso utilizzati per l'emissione e la validazione delle operazioni in cripto-attività.

Il Regolamento delegato, recependo l'approccio proposto dall'ESMA, segna un avanzamento sul piano della struttura e della precisione degli obblighi informativi.

L'architettura del Regolamento è scandita da un'articolata serie di considerando che ne chiariscono ratio e finalità. In particolare, i considerando 1–3 pongono l'accento sulla rilevanza degli impatti ambientali generati dalle operazioni DLT – in termini di consumo energetico, emissioni e utilizzo di materiali – e sulla difficoltà, legata alla natura decentralizzata dei registri, di ottenere dati completi, accurati e confrontabili.

⁵³ ESMA, *Consultation Paper Technical Standards specifying certain requirements of Markets in Crypto*, 5 ottobre 2023, ESMA75-453128700-438.

Assets Regulation (MiCA) - second consultation paper

⁵⁴ ESMA, *Draft Technical Standards specifying certain requirements of the Markets in Crypto Assets Regulation (MiCA) – second package*, 3 luglio 2024, ESMA75-453128700-1229.

L'obiettivo dichiarato è quello di fornire agli investitori informazioni "accurate, corrette, chiare, non fuorvianti, semplici, concise e comparabili" (considerando 3), attraverso indicatori standardizzati, supportati da stime dove i dati puntuali non siano disponibili.

Particolarmente rilevante è l'approccio "scalato" introdotto dal Regolamento.

La struttura del Regolamento riflette infatti un'impostazione modulare e graduata, che distingue tra: (i) indicatori obbligatori, (ii) indicatori supplementari da applicare al superamento di soglie prestabilite, e (iii) indicatori facoltativi, tutti organizzati in apposite tabelle (2, 3 e 4 dell'allegato).

In considerazione dell'importanza dell'energia elettrica nel funzionamento delle reti DLT, viene individuato come parametro quantitativo principale il «consumo annuo lordo di energia» (Tabella 2, campo S.8), che deve essere comunicato da tutti i soggetti tenuti alla redazione dei White Paper e dai prestatori di servizi (CASPs) sui propri siti *web*.

In particolare, nel caso di cripto-attività a basso consumo il Regolamento richiede la *disclosure* del solo *key indicator* (consumo lordo di energia) prevedendo un set più ampio di indicatori supplementari solo al superamento della soglia di 500.000 kilowattora (espressa in kilowattora per anno civile).

Qualora la quantità totale di energia utilizzata per la convalida delle operazioni e il mantenimento dell'integrità del registro distribuito dovesse superare la suddetta soglia, il Regolamento prevede, al fine di favorire la comprensione da parte degli investitori degli effetti sul clima di tali meccanismi di consenso, l'utilizzo di indicatori chiave supplementari in materia di energia e di emissioni di gas ad effetto serra che vengono individuati nell'allegata tabella 3 (consumo di energia rinnovabile, intensità energetica, emissioni di gas a effetto serra di ambito 1 per anno civile; emissioni di gas a effetto serra di ambito 2, espresse in tCO₂e per anno civile; intensità delle emissioni di gas a effetto serra).

Tale soglia, come indicato nei Considerando 10 e 11, è funzionale ad assicurare proporzionalità nella *disclosure*, imponendo obblighi più stringenti laddove l'impatto ambientale potenziale è maggiore.

I prestatori sono poi liberi di fornire, su base volontaria, informazioni ulteriori rispetto agli indicatori chiave obbligatori e supplementari, quali le emissioni, la produzione di rifiuti (inclusi RAEE), l'uso di risorse naturali e il consumo idrico⁵⁵.

Infine, il Regolamento dispone che per prevenire pratiche di *greenwashing* e garantire la comparabilità delle informazioni da includere nei White Paper e nei siti *web*, le informazioni relative agli indicatori facoltativi saranno essere soggette alle stesse norme armonizzate sulla presentazione delle informazioni, nonché sulle metodologie, cui sono soggette quelle sugli indicatori obbligatori e supplementari⁵⁶.

Sotto il profilo metodologico, il Regolamento introduce un rigoroso apparato tecnico a presidio della qualità informativa.

In primo luogo, è richiesto l'impiego di metodologie sistematiche, validate e continuative (art. 6, par. 5), con riferimento ai principi dell'ESRS E1⁵⁷, e sono previste specifiche modalità per la gestione delle stime e dei dati non disponibili (come nel caso di emittenti sconosciuti).

In tali casi, il soggetto divulgante deve specificare le fonti, descrivere le assunzioni adottate, nonché motivare eventuali scostamenti rispetto agli standard di riferimento (art. 6, par. 7).

In secondo luogo, un'innovazione rilevante riguarda il formato delle comunicazioni: le informazioni devono essere presentate secondo modelli standardizzati, facilmente accessibili e comparabili, sia nei White Paper (art. 4) che nei siti web dei CASPs (art. 5).

I dati devono essere inoltre disponibili gratuitamente, in un formato scaricabile, aggiornati almeno annualmente e pubblicati in una lingua ufficiale dello Stato membro di riferimento o in una lingua comunemente utilizzata nei mercati finanziari internazionali (art. 3).

A tal fine, il Final Report ESMA ha esplicitamente raccomandato l'adozione del formato iXBRL quale linguaggio strutturato più idoneo per soddisfare il requisito di leggibilità automatica, in quanto capace di

⁵⁵ Cfr. Tabella 4.

⁵⁶ Cfr. Considerando 13.

⁵⁷ Cfr. Regolamento delegato 2023/2772.

integrare, su base obbligatoria, uno schema informativo armonizzato già sperimentato nell'ambito dei bilanci societari (art. 5)⁵⁸.

È infine prevista la possibilità – ma non l'obbligo – di avvalersi di soggetti terzi indipendenti per la verifica dei dati ambientali, con l'onere di indicare il nome del verificatore nella sezione dedicata alle fonti e metodologie (art. 6, par. 4).

Tale previsione, pur costituendo un passo avanti verso la creazione di una filiera informativa più robusta, lascia aperto il problema dell'effettivo controllo sulla veridicità dei dati comunicati.

L'innovazione più significativa del Regolamento è senza dubbio la standardizzazione a livello europeo della *disclosure* ambientale per le cripto-attività.

Tale iniziativa colma un vuoto normativo, introducendo criteri oggettivi minimi e comparabili, e promuove un modello di regolazione che mira a responsabilizzare il mercato anziché imporre divieti.

L'adozione di un *key indicator* obbligatorio come il consumo energetico risponde a un'esigenza diffusa di chiarezza informativa e appare particolarmente efficace nel consentire una immediata confrontabilità tra i diversi *asset*, agevolando (si spera) il contrasto a forme di *greenwashing*, mentre l'approccio differenziato per soglie introduce un principio di proporzionalità particolarmente opportuno in un settore tecnologicamente eterogeneo.

Pur non essendo esente da criticità – legate, in particolare, all'uso di stime, alla facoltatività di taluni indicatori e al ruolo operativo affidato ai CASPs – il Regolamento rappresenta comunque un punto di equilibrio soddisfacente tra esigenze di trasparenza, sostenibilità e fattibilità tecnica.

⁵⁸ ESMA, *Draft Technical Standards specifying certain requirements of the Markets in Crypto Assets Regulation (MiCA) – second package*, cit.. Nel report si precisa come l'obbligo di presentazione delle informazioni ambientali da parte dei CASPs debba essere adempiuto utilizzando un formato leggibile sia dall'uomo che dalle macchine, indicando l'iXBRL come soluzione ottimale, già adottata per l'ESEF e ritenuta idonea a garantire comparabilità, trasparenza e interoperabilità dei dati anche in ambito cripto. Tale scelta, secondo l'ESMA, comporta costi contenuti, grazie alla crescente disponibilità di strumenti software in grado di automatizzare la generazione del formato.

Resta da valutare, nel futuro, se le prescrizioni metodologiche e la pressione del mercato saranno sufficienti a garantire la qualità dei dati e ad orientare gli operatori verso soluzioni tecnologiche più sostenibili.

5. Conclusioni.

Il quadro normativo europeo delineato dal Regolamento (UE) 2023/1114 (MiCAR) e integrato dal Regolamento delegato (UE) 2025/422 rappresenta il primo tentativo organico, a livello globale, di introdurre obblighi informativi ambientali armonizzati nel settore delle cripto-attività.

Si tratta di un'iniziativa pionieristica, che eleva la *disclosure* ambientale a principale strumento di regolazione indiretta, nel solco di un approccio fondato sulla neutralità tecnologica e sulla razionalità del mercato.

Tuttavia, come emerso nel corso dell'analisi, affidare quasi esclusivamente alla trasparenza informativa la mitigazione degli impatti ambientali del settore solleva non poche criticità, tanto sul piano teorico quanto su quello operativo.

In primo luogo, la *disclosure* presuppone la disponibilità di dati attendibili, comparabili e aggiornati, nonché la capacità – da parte degli investitori, spesso *retail* – di interpretarli e utilizzarli consapevolmente.

In assenza di tali condizioni, il rischio è duplice: da un lato, quello di una “disclosure apparente”, priva di reale efficacia trasformativa; dall'altro, quello di un greenwashing sistemico, difficilmente rilevabile e sanzionabile.

In secondo luogo, la frammentazione del regime ESG tra cripto-attività e strumenti finanziari tradizionali potrebbe minare la coerenza sistemica dell'architettura europea della finanza sostenibile, rischiando di relegare le cripto-attività al margine del percorso di transizione climatica ordinata.

Ciò premesso, non può sottacersi che – allo stato – un intervento più incisivo sul piano sostanziale appare difficilmente realizzabile.

Una misura *realmente* efficace, quale sarebbe il divieto generalizzato dei meccanismi di consenso ad alta intensità energetica (primo fra tutti il proof-of-work), si scontrerebbe infatti con plurime controindicazioni.

Da un lato, un simile divieto risulterebbe difficilmente conciliabile con il principio di neutralità tecnologica, che dovrebbe rappresentare uno dei cardini dell’approccio europeo alla regolazione dell’innovazione digitale, specie in un contesto come quello in commento, segnato da continua evoluzione tecnica e rapida obsolescenza delle soluzioni disponibili; dall’altro, tale misura risulterebbe comunque inefficace proprio nei confronti delle *blockchain* più energivore e impattanti – in primis Bitcoin – la cui architettura decentralizzata e *permissionless* impedisce ogni forma di disattivazione mediante interventi normativi unilaterali e necessariamente territoriali.

Al contrario, un’azione normativa sproporzionata rischierebbe di produrre un effetto *boomerang*, favorendo il disinvestimento di operatori tecnologici dal mercato europeo a vantaggio di altre aree geografiche meno regolamentate, senza portare alcun vantaggio sostanziale in tema di emissioni.

In tale contesto, la strategia della *disclosure* ambientale appare quindi, per ora, la “prima migliore opzione possibile” (first-best option) per un legislatore che intende conciliare neutralità tecnologica, attrattività dei mercati e responsabilità ambientale.

Tuttavia, come emerso anche nel dibattito preparatorio⁵⁹, la scelta di collocare le disposizioni ambientali all’interno del MiCAR piuttosto che nella normativa europea di settore solleva non poche perplessità. La misurazione e la qualificazione della sostenibilità rappresentano infatti l’asse portante del quadro unionale di finanza sostenibile: sarebbe stato pertanto auspicabile che i criteri relativi alla sostenibilità dei meccanismi di consenso avessero trovato la loro sede naturale proprio nella *EU Taxonomy* anziché in una disciplina come MiCAR⁶⁰.

⁵⁹ PARLAMENTO EUROPEO, *Cryptocurrencies in the EU: new rules to boost benefits and curb threats*, Press release del 10 marzo 2022, disponibile al link: [https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20220309IPR25162/cryptocurrencies-in-the-eu-new-rules-to-boost-benefits-and-curb-threats?nel=quale%20si%20legge%20%22to%20reduce%20the%20high%20carbon%20footprint%20of%20cryptocurrencies%2C%20particularly%20of%20the%20mechanisms%20used%20to%20validate%20transactions%2C%20MEPs%20ask%20the%20Commission%20to%20present%20MEPs%20with%20a%20legislative%20proposal%20to%20include%20in%20the%20EU%20taxonomy%20\(a%20classification%20system\)%20for%20sustainable%20activitiesany%20crypto-asset%20mining%20activities%20that%20contribute%20substantially%20to%20climate%20change%22](https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20220309IPR25162/cryptocurrencies-in-the-eu-new-rules-to-boost-benefits-and-curb-threats?nel=quale%20si%20legge%20%22to%20reduce%20the%20high%20carbon%20footprint%20of%20cryptocurrencies%2C%20particularly%20of%20the%20mechanisms%20used%20to%20validate%20transactions%2C%20MEPs%20ask%20the%20Commission%20to%20present%20MEPs%20with%20a%20legislative%20proposal%20to%20include%20in%20the%20EU%20taxonomy%20(a%20classification%20system)%20for%20sustainable%20activitiesany%20crypto-asset%20mining%20activities%20that%20contribute%20substantially%20to%20climate%20change%22) nel quale si legge “to reduce the high carbon footprint of cryptocurrencies, particularly of the mechanisms used to validate transactions, MEPs ask the Commission to present MEPs with a legislative proposal to include in the EU taxonomy (a classification system) for sustainable activitiesany crypto-asset mining activities that contribute substantially to climate change”.

⁶⁰ Analoghe considerazioni valgono per gli obblighi di *disclosure* previsti dal MiCAR e il Regolamento (UE) 2019/2088 che avrebbe ben potuto essere emendato per contenere anche la disciplina relativa alle cripto-attività. Nella direzione di un

Una tale scelta avrebbe forse consentito di evitare una frammentazione normativa non necessaria e di preservare la coerenza sistemica dell'architettura europea della finanza sostenibile.

Resta tuttavia da verificare, alla prova dell'applicazione concreta, se tale impianto informativo sarà effettivamente in grado di produrre gli effetti auspicati: in particolare, favorire una transizione verso modelli tecnologici più sostenibili e contenere il rischio di *greenwashing* nei mercati cripto.

In tal senso, non può escludersi che, qualora gli effetti reputazionali e comportamentali indotti dalla disclosure si rivelassero insufficienti, si renderà opportuno – o forse necessario – un intervento normativo più penetrante e sistemico, capace non solo di rafforzare l'efficacia delle misure, ma anche di ricomporre quella frattura di coerenza che oggi parzialmente separa la disciplina dei mercati cripto dal più ampio progetto europeo di finanza sostenibile.

necessario raccordo tra le varie normative sembra esprimersi anche ESMA quando sottolinea come le definizioni e i concetti di *disclosure* ambientale in MiCA sono stati volutamente allineati a SFDR e CSRD, per assicurare complementarità ed evitare duplicazioni. Cfr. ESMA, *Draft Technical Standards specifying certain requirements of the Markets in Crypto Assets Regulation (MiCA) – second package*, cit., par. 15, dove si legge: “*the definitions and concepts in the MiCA sustainability disclosure requirements are, to the extent possible, aligned with and inspired by rules included in CSRD and SFDR, to ensure complementarity and consistency with existing sustainability disclosure requirements, notably as some persons drawing up crypto-asset white papers and CASPs may also be subject to these rules*”.