

Corso di laurea in Economia e Management

Cattedra Regolazione Finanziaria e Innovazione

La metamorfosi della moneta:
dalle crypto-attività alle CBDC

Prof.ssa Illa Sabatelli

RELATORE

Carlo Maria Caligiuri

CANDIDATO

INDICE

INTRODUZIONE	5
CAPITOLO 1	9
LA BLOCKCHAIN NELLE VALUTE: CRIPTOVALUTE E STABLECOIN	9
1.1 LA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN: ORIGINI E FUNZIONAMENTO	9
1.1.1 Definizione e architettura DLT	9
1.1.2 I meccanismi di sicurezza e di consenso	9
1.1.3 Gli strumenti fondamentali	11
1.2 LE VALUTE DIGITALI PRIVATE: DALLE CRIPTOVALUTE ALLE STABLECOIN	12
1.2.1 Definizione e origine delle criptovalute: Bitcoin	12
1.2.2 Dalla finanza tradizionale alla DeFi	13
1.2.3 Il problema della volatilità e il possibile antidoto: le stablecoin	14
1.3 NORMATIVA GLOBALE.....	15
1.3.1 Inquadramento generale	15
1.3.2 L'approccio europeo: armonizzazione e prudenza	16
1.3.3 L'approccio americano: frammentazione e mercato	19
1.3.4 L'eterogeneità degli approcci asiatici	21
1.4 DEBOLEZZE STRUTTURALI, RISCHI E SFIDE REGOLATORIE	22
1.4.1 Rischi derivanti da debolezze tecnologiche, operative e strutturali.....	22
CAPITOLO 2	25
LA REAZIONE DELLE ISTITUZIONI: CENTRAL BANK DIGITAL CURRENCIES (CBDC)	25
2.1 CBDC: NASCITA, DEFINIZIONE E TASSONOMIA	25
2.1.1 L'evoluzione della moneta	25
2.1.2 Inquadramento concettuale	25
2.1.3 La tassonomia della moneta: Money Flower	26
2.2 LA RATIO: SORVEGLIANZA, POTESTÀ NORMATIVA, EFFICIENZA E INCLUSIONE	27
2.2.1 La difesa della sovranità monetaria	27
2.2.2 Efficienza e resilienza dei pagamenti.....	28
2.2.3 Inclusione finanziaria.....	28
2.2.4 Un nuovo modo di fare politica monetaria	29
2.3 TIPOLOGIE DI CBDC	30
2.3.1 CBDC Wholesale	30
2.3.2 CBDC Retail	31
2.3.3 Token-based vs Account-based.....	32
2.4 ARCHITETTURA TECNOLOGICA: DLT VS SISTEMI CENTRALIZZATI	33
2.4.1 Il ruolo del registro: centralizzato vs distribuito	34
2.4.2 Una scelta di governance necessaria: DLT Permissioned.....	34
2.5 I MODELLI DI DISTRIBUZIONE E DIVISIONE DEL LAVORO	35
2.5.1 Il modello diretto: un monopolio impraticabile	35
2.5.2 L'architettura a 2 livelli: modello ibrido e modello intermediato	36
CAPITOLO 3	38
I PRINCIPALI PROGETTI DI CBDC INTERNAZIONALI: UE, CINA E USA.....	38

3.1	UNIONE EUROPEA: IL PROGETTO DELL'EURO DIGITALE	38
3.1.1	<i>La proposta legislativa</i>	38
3.1.2	<i>Il focus sulla privacy</i>	39
3.1.3	<i>Il modello di distribuzione europeo</i>	39
3.2	CINA: YUAN DIGITALE.....	40
3.2.1	<i>Il punto sull'e-CNY e la sostituzione di M0</i>	40
3.2.2	<i>L'anonimato gestito</i>	41
3.2.3	<i>Il modello di distribuzione cinese</i>	42
3.3	USA: GRANDE, POTENTE ED ESITANTE	43
3.3.1	<i>Lo scenario americano: tra la difesa del dollaro e la prudenza normativa</i>	43
3.3.2	<i>CBDC retail: la tutela della privacy e il blocco legislativo</i>	44
3.3.3	<i>I progetti alternativi</i>	44
3.4	ANALISI COMPARATA: GEOPOLITICA DELLE CBDC.....	46
3.4.1	<i>L'egemonia del dollaro e la "dedollarizzazione"</i>	46
3.4.2	<i>Oltrepassare lo SWIFT</i>	46
3.4.3	<i>La gestione della privacy e della governance: Il modello stato-centrico, mercato-centrico e regolatorio</i>	47
CAPITOLO 4		49
RISCHI E SFIDE DELLA TRANSIZIONE AL SISTEMA DIGITALE		49
4.1	POLITICA MONETARIA: RISCHI E OPPORTUNITÀ	49
4.1.1	<i>Il meccanismo di trasmissione</i>	49
4.1.2	<i>Oltrepassare lo Zero Lower Bound (ZLB)</i>	51
4.1.3	<i>I potenziali strumenti del futuro</i>	52
4.2	L'IMPATTO SULL'INTERMEDIAZIONE FINANZIARIA E BANCARIA	54
4.2.1	<i>La disintermediazione strutturale e il "Trilemma della CBDC"</i>	54
4.2.2	<i>Il rischio di "digital bank run"</i>	55
4.2.3	<i>Le soluzioni: limiti e scaglionamenti</i>	56
4.2	CYBERSECURITY E RESILIENZA OPERATIVA	57
4.3.1	<i>Il paradosso della centralizzazione</i>	57
4.3.2	<i>Il rischio di cyberattacchi avanzati e il rischio del calcolo quantistico</i>	58
4.3.3	<i>La resilienza operativa passa dai pagamenti offline</i>	61
4.4	IL RAPPORTO TRA CRIPTOVALUTE, STABLECOIN E CBDC: CONVIVENZA EQUILIBRATA O CONFLITTO? ...	63
4.4.1	<i>Il fallimento delle criptovalute nella funzione monetaria</i>	63
4.4.2	<i>Le stablecoin: l'apparente stabilità non elimina il rischio di controparte</i>	64
4.4.3	<i>L'ancora monetaria: la necessità sistemica di emettere la CBDC</i>	66
4.5	LA SFIDA GLOBALE: GOVERNANCE COORDINATA E INTEROPERABILITÀ INTERNAZIONALE	67
4.5.1	<i>I problemi dei pagamenti transfrontalieri</i>	67
4.5.2	<i>I 3 modelli di interoperabilità e connessione</i>	69
4.5.3	<i>Il bisogno di uniformare la governance a livello globale</i>	70
CONCLUSIONE		73
I RISULTATI E LE RISPOSTE ALLE DOMANDE DI RICERCA.....		73
IMPLICAZIONI PER ISTITUZIONI FINANZIARIE E POLICY MAKER		74
BIBLIOGRAFIA.....		76

INTRODUZIONE

In un momento storico come quello odierno in cui la tecnologia sta plasmando in tutto e per tutto lo stile di vita degli esseri umani, concetti tradizionalmente considerati materiali come ricchezza, moneta, proprietà e investimenti stanno assumendo progressivamente forme digitalizzate, non materiali e spesso decentralizzate. I pagamenti avvengono sempre più spesso mediante carte di credito o debito, utilizzate tramite smartphone o tecnologia *contactless*, collegate a conti correnti bancari, anch'essi visualizzabili da applicazioni per smartphone o PC, e sempre meno tramite contanti. Sono sempre maggiori gli investimenti e la creazione di ricchezza tramite asset non tangibili gestiti mediante infrastrutture decentralizzate, come criptovalute e NFT, che gradualmente acquisiscono importanza a svantaggio dei tradizionali strumenti finanziari custoditi in registri centralizzati.

Questi sono solo due degli esempi più significativi riguardanti l'argomento di analisi, ma ce ne sarebbero un'infinità; ormai qualsiasi attività della vita di uomini e donne tende ad essere digitalizzata e resa il più semplice, veloce e connessa possibile.

Le cause principali di questa trasformazione sono la diffusione a macchia d'olio degli strumenti di pagamento elettronico, la nascita e la scalata della tecnologia blockchain con lo sviluppo delle criptovalute prima, e delle stablecoin successivamente, e infine la tokenizzazione degli asset reali.

Tutto ciò ha spinto le principali istituzioni finanziarie pubbliche, le banche centrali, a intraprendere un percorso che permetta a quest'ultime di restare al passo con i tempi, gestire il funzionamento e la regolamentazione di questi nuovi strumenti tecnologici innovativi e non perdere il controllo normativo ed economico nel sistema di circolazione del denaro, degli investimenti, della ricchezza.

L'obiettivo principale è quello di sfruttare l'innovazione per garantire benefici in termini di sicurezza, inclusione, efficienza ed efficacia, cercando di eliminare aree che sfuggono ai controlli in cui si opera principalmente con l'intento di commettere atti illeciti o occultare sospetti movimenti di denaro.

Il fine di questa ricerca è quello di fare ordine e chiarezza sulle CBDC (*Central Bank Digital Currencies*) cercando di inquadrarle a livello teorico, distinguerle e confrontarle rispetto alle criptovalute e alle stablecoin, comprenderne il possibile design e

funzionamento pratico con le conseguenze che derivano da tali scelte, analizzare i vari progetti che i diversi apparati monetari hanno stilato in tutto il mondo, valutare con attenzione il *trade-off* che è necessario trovare tra tutela del diritto alla privacy, sorveglianza fondamentale sui flussi di denaro e trasparenza da parte delle istituzioni finanziarie, e infine esaminare le sfide che inevitabilmente dovranno essere affrontate sul piano economico-monetario, regolatorio, sociale e geopolitico.

Lo sviluppo e l'introduzione da parte delle banche centrali di valute digitali che siano equivalenti alla moneta a corso legale, oltre a essere una sfida tecnologica, è anche una sfida sul piano economico e regolatorio.

Dal punto di vista economico, l'implementazione di un sistema di CBDC disegnato correttamente rappresenta, potenzialmente, la soluzione in grado di incrementare l'efficienza, riducendo i costi di transazione nei sistemi di pagamento nazionali e internazionali, nonché di aumentare l'inclusione finanziaria e rendere più semplice ed efficiente la gestione e la trasmissione della politica monetaria.

Questo ambizioso progetto incontra, però, anche delle incognite riguardanti il ruolo delle banche commerciali nel sistema, l'impatto competitivo che le CBDC avrebbero nel settore delle istituzioni finanziarie e l'effetto sulla stabilità finanziaria dell'intero sistema economico.

Per raggiungere gli effetti desiderati, è necessario ponderare attentamente le scelte di design della valuta, analizzando ogni conseguenza positiva e negativa di tali scelte con i relativi fattori scatenanti, e cercare di uniformare il funzionamento a livello internazionale.

Quindi, è fondamentale che, sul piano regolatorio, il focus sia quello di trovare il giusto bilanciamento tra innovazione, sicurezza e stabilità; eliminare o contenere i maggiori rischi (informatico, tutela del consumatore, riciclaggio, finanziamento del terrorismo); sviluppare un quadro normativo che a livello globale sia il più uniforme, inclusivo e funzionale possibile per quanto riguarda sia le autorità nazionali (autorità di vigilanza e banche centrali) che sovranazionali (BCE, UE).

La presente tesi è articolata in quattro capitoli.

Il primo capitolo presenta il mondo della blockchain soffermando l'attenzione sui sistemi più rilevanti che si basano su di essa nel settore delle valute: le criptovalute e le stablecoin.

La normativa globale in materia sarà oggetto di analisi sia per quanto riguarda l'UE che

USA e Asia, sottolineando anche le lacune e vulnerabilità che sono emerse negli ultimi anni con riferimento a determinati casi, nonché le maggiori sfide normative che ne conseguono.

Il secondo capitolo introduce il tema cardine dell'elaborato: le valute digitali emesse dalle banche centrali. Dopo un primo inquadramento generale, saranno approfonditi i diversi tipi di CBDC in base al destinatario del servizio (*retail* e *wholesale*), all'infrastruttura tecnologica utilizzata (DLT e sistemi centralizzati) e ai diversi modelli che possono essere implementati (diretto, indiretto, ibrido).

Il terzo capitolo propone un'analisi e un confronto dei progetti che nel corso degli anni sono stati elaborati da diversi stati nazionali e istituzioni monetarie.

Il capitolo quarto analizza i rischi e le sfide dell'intero sistema monetario nazionale e globale nell'intraprendere un progetto con conseguenze di rilevanza enorme, cercando di trovare possibili soluzioni e capire come il bilanciamento dei diversi elementi di composizione del design e del funzionamento della valuta può influenzare la politica monetaria, l'equilibrio tra privacy, sicurezza e sorveglianza e il rapporto che lega le CBDC alle sriptovalute e alle stablecoins.

Il tema con cui si conclude la tesi è fondamentale per il buon esito del progetto a livello globale: coordinare la governance e garantire l'interoperabilità internazionale del sistema di valute digitali.

La metodologia di ricerca è principalmente qualitativa e comparativa, comprende: una parte introduttiva al mondo delle valute digitali in generale e descrittiva dei diversi tipi e le diverse normative in materia, con un approfondimento ampio sulle CBDC; un'analisi critica delle varie decisioni e *trade-off* che è necessario intraprendere nello sviluppo del sistema di CBDC; lo studio e l'analisi comparativa dei vari progetti elaborati da UE, USA e Cina; e, infine, la comprensione e l'analisi delle criticità, dei rischi e delle sfide che può comportare lo sviluppo di un sistema di CBDC.

Capitolo 1

La blockchain nelle valute: criptovalute e stablecoin

1.1 La tecnologia blockchain: origini e funzionamento

1.1.1 Definizione e architettura DLT

Con il termine blockchain¹ si intende un particolare tipo di DLT, ovvero un'architettura informatica costruita come un sistema distribuito. Questo sistema è composto da una rete di connessioni elaborative che collaborano per formare un registro condiviso e sincronizzato, il cui stato viene aggiornato grazie agli algoritmi di consenso che definiscono il regolamento e il percorso per attuare tali aggiornamenti senza la necessità di un'autorità centrale che faccia da intermediario per la gestione dei dati e delle informazioni.

Le tipologie² di blockchain si distinguono in: pubblica o privata, a seconda della possibilità o meno di qualsiasi soggetto di accedervi; *permissioned* o *permissionless*, a seconda della necessità o meno di un permesso per farvi parte; centralizzata o decentralizzata, in base alla modalità di gestione e raggruppamento dei dati; federata o consortile, a seconda che sia gestita da un gruppo di entità qualsiasi o da un numero limitato di entità selezionate attentamente.

1.1.2 I meccanismi di sicurezza e di consenso

In particolare, la blockchain consiste in una concatenazione di blocchi legati tra loro tramite crittografia che consente di sviluppare applicazioni basate su un sistema decentralizzato di registrazione e validazione di un numero illimitato di transazioni in modo autonomo tramite l'interazione di tutti i nodi.

¹ Borsa Italiana, (2022, 15 maggio), *Blockchain: cos'è e come funziona*.

Consob, *Criptovalute*, consultato il 17/10/2025

²HUSSEIN Z.; SALAMA MAY A.; EL-RAHMAN SAHAR A. *Evolution of blockchain consensus algorithms: a review on the latest milestone of blockchain consensus algorithms*. *Cybersecurity a. VI*, n.30 (2023). p.4

Questa tecnologia rappresenta attualmente uno strumento digitale che garantisce sicurezza e trasparenza grazie al ruolo centrale svolto dai *Merkle Tree*³ (o *Hash Tree*), che consistono in una struttura dati costruita ad albero binario adoperata in informatica per incrementare l'efficienza nel controllo e nella garanzia dell'integrità e della verificabilità di grandi quantità di dati. Ciò è reso possibile dall'utilizzo di un sistema che prevede che ogni blocco, oltre ai dati, contenga: un *hash* crittografico del blocco precedente, ovvero un algoritmo che genera identificatori univoci e irripetibili che consentono che mittente e destinatario di ciascuna transazione siano identificati in modo certo e rendono impossibile modificare un blocco lasciando invariati tutti gli altri, e una marca temporale, che permette che un insieme di messaggi venga annotato irreversibilmente nel registro condiviso.

Questo sistema rende la catena immutabile, quindi, i blocchi della catena possono essere consultati o aggiunti, ma non possono mai essere modificati o eliminati senza alterare quelli successivi, e la verifica dei singoli dati risulta particolarmente semplice grazie all'*hash* alla radice dell'albero che sintetizza tutti gli *hash* successivi.

Poiché non esiste un ente terzo che possa garantire la validità e l'autorità delle transazioni e, di conseguenza, acquisire la fiducia degli utilizzatori, ciò avviene mediante un meccanismo di consenso intrinseco nella natura della blockchain che consiste in una collettiva approvazione, da parte dei partecipanti a una rete, che garantisca la validità e la sicurezza dei dati e delle informazioni contenute nella stessa.

Ogni piattaforma può scegliere un proprio algoritmo di consenso, quindi, nel corso degli anni sono stati sviluppati diversi meccanismi. I più diffusi meccanismi di selezione del miner (validatore, ovvero chi aggiunge il blocco successivo) sono⁴:

- *Proof of work* (PoW): PoW è il meccanismo utilizzato da Bitcoin e Multichain e, per un periodo, anche da Ethereum. Prevede una prova che richiede ai *miner* di svolgere problemi matematici e crittografati molto complessi, chi lo risolve per primo aggiunge il prossimo blocco. Garantisce molta sicurezza, ma

³ VYAS A.; NADKAR L.; SHAH S., *Critical Connection of Blockchain Development Platforms*, *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, a. VIII, n. 9 S2, luglio 2019, pp. 380-384

⁴ HUSSEIN Z.; SALAMA MAY A.; EL-RAHMAN SAHAR A. *Evolution of blockchain consensus algorithms: a review on the latest milestone of blockchain consensus algorithms*. *Cybersecurity* a. VI, n.30 (2023). pp.8-11

necessita di una grande quantità di energia elettrica per funzionare correttamente.

- *Proof of Stake* (PoS): è un meccanismo, attualmente utilizzato da Ethereum, che rende rischioso e controproducente cercare di attaccare la rete per un individuo partecipante malevolo. Questo perché richiede che i nodi validatori detengano una quota (*stake*) per poter validare un blocco, e più quota si ha, più possibilità si hanno di validare un blocco; nel caso in cui un individuo provi a sabotare la rete, viene privato della quota che possiede.
- *Byzantine Fault Tolerance* (BFT): il concetto alla base dei meccanismi BFT affronta il tema del consenso in maniera diversa, considerando la questione da un altro punto di vista, rifacendosi al “Problema dei Generali Bizantini”: “come garantire che i generali leali collaborino e raggiungano accordo e armonia, se alcuni di questi generali mentono e sono malevoli?”. Un sistema di consenso si definisce *Byzantine Fault Tolerant* se il suo funzionamento non può essere intaccato o ostacolato, nonostante la presenza di nodi malevoli, hackerati o corrotti. Tradizionalmente, nei sistemi BFT ogni nodo è connesso con tutti gli altri, e ogni decisione è deliberata a maggioranza qualificata (almeno 2/3), in modo da garantire l’affidabilità e la sicurezza della rete se i nodi malevoli non eccedono 1/3 dei totali; inoltre, la potenza di calcolo richiesta è notevolmente minore rispetto al PoW. Tuttavia, a causa della necessaria interconnessione di tutti i nodi, questo sistema è più adatto a blockchain private o *permissioned*, in cui il numero di partecipanti (nodi) è determinato e limitato. Sono state sviluppate anche delle varianti dei modelli BFT, in particolare le più rilevanti sono: PBFT (*Practical Byzantine Fault Tolerance*), utilizzato da Hyperledger Fabric, e RBFT (*Redundant Byzantine Fault Tolerance*), BFT in una veste più resiliente e sicura.

1.1.3 Gli strumenti fondamentali

Il funzionamento della blockchain si basa sull’utilizzo di tre strumenti:

- Token: una rappresentazione di un valore, un bene o un diritto che viene resa digitale mediante la stipulazione di uno *smart contract*.

- *Wallet*: uno strumento che permette l'interazione con la rete per gestire le chiavi crittografiche (privata e pubblica) e conservare, ricevere o conferire asset digitali.
- *Smart contract*: il concetto ha trovato origine da un'idea di Nick Szabo nel 1994 che ha definito lo *smart contract* “un insieme di promesse, sviluppate in formato digitale, che include anche i protocolli secondo i quali le promesse devono essere mantenute”. Oggi tale termine definisce dei protocolli informatici predeterminati che, apportando la continuità, l'immutabilità e la trasparenza alla transazione, consentono l'accordo tra le parti senza la necessità di intermediazione, riducendo notevolmente i costi di transazione. I termini del contratto sono composti da codici informatici e implementati automaticamente al ricorrere di determinate condizioni.

In virtù delle caratteristiche di rapidità, sicurezza e trasparenza di questa tecnologia, nonché delle varie configurazioni che la rendono adattabile alle peculiari esigenze degli utilizzatori, le funzioni odierne e potenziali della blockchain sono molteplici e riguardano: asset non tangibili (criptovalute, token fungibili e non, diritti di proprietà intellettuale e certificazioni, e potenzialmente valute digitali emesse e gestite dalle banche centrali), asset tangibili (immobili, beni di lusso, veicoli, opere d'arte che possono essere rappresentati o certificati mediante la blockchain) e altri possibili utilizzi riconducibili all'identità digitale, alla gestione della *supply chain* e della logistica nelle grandi organizzazioni, al settore sanitario, alla pubblica amministrazione e ai sistemi di cloud.

1.2 Le valute digitali private: dalle criptovalute alle stablecoin

1.2.1 Definizione e origine delle criptovalute: Bitcoin

Con il termine criptovalute⁵ si fa riferimento a valute di scambio virtuali (non fisiche) e “criptate”, fondate su registri distribuiti e crittografia. Sono definite virtuali, ovvero che si generano unicamente in via digitale, e di conseguenza, si scambiano per via telematica, e criptate, nel senso che solo conoscendo la chiave di accesso pubblica e privata si può accedere ad esse e utilizzarle.

⁵ Consob, *Criptovalute*, consultato il 17/10/2025 <https://www.consob.it/web/investor-education/criptovalute>

Lo scambio, grazie a quest'ultimo elemento e ai meccanismi di consenso di cui sopra, risulta sicuro e trasparente, e può avvenire anche in modalità *peer-to-peer* a condizione, come per ogni contratto, che sussista il consenso tra le parti alla transazione.

In teoria, quindi, è possibile servirsi di queste valute anche come mezzo di pagamento diretto tra due dispositivi.

Per quanto riguarda il grado di convertibilità rispetto alla valuta a corso legale, la criptovaluta⁵ si definisce chiusa, quando non può essere scambiata con moneta a corso legale ed è utilizzabile solo all'interno di un definito sistema; unidirezionale, nei casi in cui possa essere scambiata ma solo in una direzione; bidirezionale, nel caso in cui possa essere liberamente e facilmente scambiata con moneta a corso legale, come accade con Bitcoin.

Lo sviluppo di questa innovativa forma di rappresentazione della ricchezza è iniziato nel 2009 con la creazione di Bitcoin da parte di Satoshi Nakamoto, e, a seguire, con la nascita di nuove e diverse criptovalute. L'utilizzo di questo sistema di valute si è diffuso con una velocità dirompente, che in pochissimi anni ha condotto la blockchain ad assumere un ruolo sempre più importante nel panorama economico e finanziario mondiale.

Bitcoin, infatti, è nata con l'intento, fondato sull'idea della scuola austriaca e sulla critica che quest'ultima muoveva nei confronti del sistema monetario tradizionale di valute *fiat*, di creare un sistema di circolazione della ricchezza decentralizzato e fuori dal raggio di controllo delle autorità per proteggere la privacy degli individui e limitare il potere governativo e istituzionale sul piano monetario. Per raggiungere tale obiettivo è risultato fondamentale il ruolo assunto dalla blockchain, che si adatta perfettamente ai bisogni di decentralizzazione, sicurezza e trasparenza su cui Bitcoin basa la propria natura.

1.2.2 Dalla finanza tradizionale alla DeFi

Nel mercato cripto sussistono diverse forme di intermediazione. Da una parte, le operazioni possono essere messe in atto tramite un sistema diretto come quello su cui si fonda la finanza tradizionale. Dall'altra parte, in seguito alla nascita e diffusione rapida delle criptovalute, si è sviluppata la più vasta e generale definizione di finanza decentralizzata (DeFi).

La DeFi⁶ consiste in un sistema di applicazioni e protocolli che offrono servizi finanziari, comparabili a quelli bancari, ma che, a differenza di quest'ultimi, basano il loro funzionamento su piattaforme che presuppongono per natura l'assenza di gerarchie o autorità (come la Blockchain), sviluppano gli accordi tramite l'utilizzo dello *smart contract* e utilizzano stablecoin per facilitare il trasferimento della ricchezza. Considerando le caratteristiche di questo nuovo sistema, si percepisce il potenziale che vanta nel servire il mercato finanziario in modo efficiente, decentralizzato e inclusivo, ma l'idea di una completa decentralizzazione che perduri nel tempo si rivela illusoria, poiché, al crescere della dimensione della rete, potrebbe emergere la necessità di un'entità che gestisca la governance del sistema, e i meccanismi di consenso tendono a favorire, per caratteristiche, una concentrazione del potere crescente nelle mani di un individuo con grandi capacità finanziarie e computazionali.

1.2.3 Il problema della volatilità e il possibile antidoto: le stablecoin

Le dinamiche sviluppatesi nel settore delle cripto hanno fatto emergere diversi quesiti riguardo l'elevata volatilità rilevata nel loro valore, la mancanza di regolazione e vigilanza dovuta alla decentralizzazione e, come detto in precedenza, la concentrazione del potere computazionale.

Quindi, per garantire maggiore stabilità e accrescere la fiducia nel sistema sono state implementate le stablecoin, valute che rappresentano un ibrido tra criptovalute classiche e valute *fiat* perché presentano una struttura simile a quella delle prime (DLT, blockchain), ma sono ancorate a una valuta a corso legale (*fiat*) o un altro asset. A riguardo, si distinguono due tipi⁷ di stablecoin:

- *Asset-backed* (collateralizzate): garantite dall'emittente tramite attività di riserva nella relativa valuta *fiat*, titoli risk-free o asset sicuri.
- *Algorithmic* (non collateralizzate): stabilizzate tramite la regolazione dell'offerta in base alla domanda servendosi di meccanismi algoritmici.

Poiché sono nate come evoluzione delle criptovalute con l'obiettivo di contenere la volatilità e adattarsi meglio di quest'ultime a fungere da mezzo di pagamento e di

⁶ ARAMONTE S.; HUANG W.; SCHRIMPF A., *DeFi risks and the decentralization illusion*, BIS Quarterly Review, a. LXIII, n.4 (Dicembre 2021), pp. 21-28

⁷ Bank for International Settlements. *Financial stability risks from cryptoassets in emerging market economies*. BIS Papers a.LXIV n.138 (Agosto 2023) pp. 42-43

scambio, le stablecoin rappresentano la ricerca di un nuovo legame tra criptovalute e valute *fiat*, un passo importante verso il progetto delle CBDC.

Nonostante ciò, come in ogni innovazione, sussistono dei rischi rilevanti legati a diversi fattori.

Il primo è quello di un'eccessiva volatilità, infatti anche le stablecoin *asset-backed* presentano importanti fluttuazioni nel valore rispetto al riferimento, specialmente in momenti di crisi o stress dei mercati per cui il rischio di “stablecoin *run*” in momenti di panico che mettano a dura prova le riserve dell'emittente è rilevante.

Vi è poi il rischio di una cattiva gestione delle riserve, che potrebbe minare la stabilità del sistema, che è reale e non sanzionato.

Infine, i rischi operativi e tecnologici, naturalmente legati a quest'attività, non sono ancora accuratamente gestiti.⁷

Per contenere al meglio i rischi sopraelencati e garantire un sistema stabile, trasparente e affidabile, relativamente sia all'utilizzo delle valute private (criptovalute e stablecoin), sia ai progetti di CBDC che verranno sviluppati e messi in atto in futuro, le istituzioni dovranno affrontare diverse sfide che comprendono questioni sia normative e regolatorie, che relative ad attività di controllo e vigilanza.

Nel paragrafo seguente sarà analizzata la normativa esistente finora, distinguendo, in particolare, i tratti che assume in Europa, negli Stati Uniti e in Asia.

1.3 Normativa globale

1.3.1 Inquadramento generale

Tutti gli argomenti trattati fin qui hanno spinto i legislatori a muovere i primi passi verso una regolamentazione di questo settore.

A livello globale, le fonti più rilevanti sono incentrate sul tema della gestione della stabilità finanziaria e sono rappresentate dal Financial Stability Board (FSB) e dalla Bank for International Settlements (BIS).

Il primo ha pubblicato raccomandazioni⁸ di alto livello generali e flessibili per favorire lo sviluppo di sistemi di regolamentazione, supervisione e vigilanza del mercato delle cripto-attività che siano adatti e si uniformino a determinati principi e standard. Tali raccomandazioni affrontano temi quali: poteri e strumenti regolatori adeguati, cooperazione internazionale necessaria per la buona riuscita del sistema, governance delle emittenti o prestatori di servizi, gestione dei rischi, raccolta e analisi di dati e informazioni, interdipendenze da attenzionare tra il mondo delle cripto-attività e il sistema finanziario tradizionale.

La BIS, invece, fornisce un'analisi dei rischi per la stabilità finanziaria legati all'utilizzo di tali attività (rischio di mercato, di liquidità, di credito, operativo, di disintermediazione bancaria, di flussi di capitale)⁹, individuando anche le specifiche debolezze del settore che possano favorire l'aumento dei rischi sopracitati.

Successivamente si focalizza sulle modalità con cui tali rischi si estendono fino a condizionare anche il sistema finanziario tradizionale tra cui rientrano l'esposizione diretta e l'uso di tali attività come collaterale. Infine, sono analizzati, con riguardo alle economie emergenti, quali fattori amplificano i rischi, e quali principi sono consigliati per la regolamentazione e la supervisione.

Tuttavia, sono diversi gli approcci con cui è stata trattata la tematica nei diversi stati e continenti, ognuno di questi si fonda su determinati principi generali e si serve di una modalità operativa concreta nell'attività di regolamentazione. Questi fattori definiscono obiettivi, modalità e posizionamento che le diverse istituzioni pongono rispetto al settore ormai consolidato delle criptovalute e stablecoin, e a quello emergente delle CBDC.

1.3.2 L'approccio europeo: armonizzazione e prudenza

L'approccio legislativo assunto dall'UE è basato su due principi fondamentali. Il primo riguarda la generale ricerca di armonizzazione, caratteristica su cui si basa l'intero operato dell'UE in tutte le materie. L'altro è rappresentato dalla prudenza che permette di svolgere uno studio approfondito della dinamica e di comprendere le conseguenze delle possibili scelte normative.

⁸ Financial Stability Board. *Assessment of risks to financial stability from crypto-assets. Report to the G20* a.II, n.1 (16 febbraio 2022), pp.1-12

⁹ Bank for International Settlements. *Financial stability risks from cryptoassets in emerging market economies*, *BIS Papers* a.LXIV n.138 (Agosto 2023) pp. 1-22

La principale fonte normativa in materia, emanata dall'UE e rappresentativa dell'approccio definito poc'anzi, è il regolamento UE 2023/1114 MiCA (*Markets in Crypto-Assets Regulation*), entrato in vigore il 30 dicembre 2024 con l'obiettivo, ai sensi dell'art.1 comma 1, di uniformare le norme per gli emittenti di cripto-attività e per i prestatori di servizi relativi a tali cripto-attività, in modo da proteggere gli investitori e i detentori delle stesse, oltre ai più generali obiettivi che promuovono la stabilità e inclusione finanziaria, l'innovazione, la trasparenza e la vigilanza.¹⁰

In particolare, ai sensi dell'art.1 comma 2, il regolamento stabilisce:

- “a)gli obblighi di trasparenza e informativa per l'emissione, l'offerta al pubblico e l'ammissione di cripto-attività alla negoziazione su una piattaforma di negoziazione per cripto-attività («ammissione alla negoziazione»);*
- b)i requisiti per l'autorizzazione e la vigilanza dei prestatori di servizi per le cripto-attività, degli emittenti di token collegati ad attività e degli emittenti di token di moneta elettronica, nonché per il loro funzionamento, la loro organizzazione e la loro governance;*
- c)i requisiti per la tutela dei possessori di cripto-attività nell'emissione, nell'offerta al pubblico e nell'ammissione alla negoziazione di cripto-attività;*
- d)i requisiti per la tutela dei clienti di prestatori di servizi per le cripto-attività;*
- e)le misure volte a prevenire l'abuso di informazioni privilegiate, la comunicazione illecita di informazioni privilegiate e la manipolazione del mercato in relazione alle cripto-attività, al fine di garantire l'integrità dei mercati delle cripto-attività.”¹⁰.*

Inoltre, le cripto-attività vengono distinte tra:

- Token di moneta elettronica: attività ancorate a una moneta ufficiale che favorisce la stabilità del loro valore;
- Token collegati ad attività: attività ancorate a un'altra attività o a un paniere di attività;
- Cripto-attività diverse da quelle sopraindicate¹¹.

¹⁰ Regolamento (UE) 2023/1114 del Parlamento Europeo e del Consiglio Europeo (31 maggio 2023), *Sui mercati dei crypto-asset, e che modifica i Regolamenti (UE) n.1093/2010 e (UE) n.1095/2010 e le direttive 2013/36/UE e (UE) 2019/1937*, Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, 9 giugno 2023, art. 1

¹¹ Regolamento (UE) 2023/1114 del Parlamento Europeo e del Consiglio Europeo (31 maggio 2023), *Sui mercati dei crypto-asset, e che modifica i Regolamenti (UE) n.1093/2010 e (UE) n.1095/2010 e le direttive 2013/36/UE e (UE) 2019/1937*, Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, 9 giugno 2023, art.3

Il regolamento MiCA, però, non si spinge oltre l'introduzione di un quadro più chiaro e uniforme a riguardo, e infatti esclude esplicitamente le valute digitali emesse dalle banche centrali dall'ambito di applicazione dello stesso.

Al fianco del MiCA, operano anche altri regolamenti, che sono rilevanti sia per l'ambito cripto che per quello relativo alle CBDC, tra cui:

- Regolamento UE 2022/2554 (DORA), redatto con l'obiettivo di uniformare e implementare la normativa riguardante la sicurezza dei sistemi digitali e informatici degli enti operanti nel settore finanziario (banche commerciali, banche di investimento, compagnie assicurative). Tale atto normativo ordina agli enti sopracitati la massima resilienza da attacchi, minacce o perturbazioni, e la tempestiva comunicazione di tali incidenti alle istituzioni competenti per favorire il recupero immediato.¹²
- Regolamento 2024/1620, che istituisce AMLA, l'autorità per la lotta al riciclaggio e al finanziamento del terrorismo, e conferisce alla stessa poteri di regolamentazione, vigilanza e controllo degli enti soggetti a tale normativa e delle autorità pubbliche che operano in questo ambito¹³.

L'approccio adottato dall'UE rispecchia le caratteristiche del modello ibrido pubblico-privato. In questo modello il settore pubblico si occupa di regolamentazione, normativa, controllo, vigilanza e infrastrutture, mentre spetta al settore privato l'implementazione e l'innovazione dei servizi.

Tutta la normativa trattata in questo paragrafo, pur non riguardando esplicitamente le CBDC, tratta tematiche e regola fattispecie che hanno un'influenza enorme sui progetti relativi alle CBDC e alle caratteristiche di design che qualificheranno quest'ultime nell'UE.

¹²Regolamento (UE) 2022/2554 del Parlamento Europeo e del Consiglio (14 dicembre 2022), della resilienza operativa digitale per il settore finanziario e che modifica i regolamenti (CE) n.1060/2009, (UE) n. 600/2014, (UE) n. 909/2014 e (UE) 2016/1011, Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea

¹³Regolamento (UE) 2024/1620 del Parlamento Europeo e del Consiglio Europeo (31 maggio 2024), che istituisce l'Autorità per la lotta al riciclaggio e al finanziamento del terrorismo e che modifica i regolamenti (UE) n.1093/2010, (UE) 1094/2010 e (UE) n.1095/2010", Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea

1.3.3 L'approccio americano: frammentazione e mercato

Negli Stati Uniti, il quadro normativo relativo alle crypto-attività delineato finora risulta organizzato in maniera differente rispetto all'UE. Infatti, oltre a essere ancora in una fase di evoluzione, risulta piuttosto frammentato e complesso, anche perché l'approccio adottato dalle istituzioni americane è guidato dal mercato, il che prevede una forte e dominante spinta innovativa da parte delle *Big Tech*, mentre l'intervento dello stato avviene solo in qualità di regolatore.

Non esiste ancora una legge federale che regoli in modo completo e unitario le crypto-attività, ma le fonti normative sono rappresentate da leggi finanziarie e relative a titoli già esistenti, da agenzie federali, tra cui SEC (Securities and Exchange Commission), CFTC (Commodity Futures Trading Commission), OCC (Office of the Comptroller) e Fed (Federal Reserve Bank), e da legislazioni statali. Per quanto concerne le criptovalute, vengono adoperate per lo più le norme già esistenti riguardanti gli asset digitali in generale, perché, ad esempio, alcune di queste sono considerate dalla SEC equivalenti ai titoli *securities* in base al Howey test (verifica che si basa su criteri di investimento, di aspettativa di profitto derivante dagli sforzi altrui e di impresa comune)¹⁴ o, come nel caso di Bitcoin ed Ethereum, equivalenti alle *commodities*¹⁵.

Invece, nell'ambito delle stablecoin, sono stati sviluppati diversi riferimenti normativi. Nel 2021 il CRS pubblica un report che definisce e contestualizza le stablecoin, ne individua e analizza la struttura operativa e il design, sottolineando che le riserve possono includere sia valute *fiat*, sia asset finanziari tradizionali o digitali e mette in guardia riguardo i diversi rischi legati al trattamento di tali valute: integrità e stabilità finanziaria, tutela del consumatore, attività illecite (in particolare riciclaggio di denaro e finanziamento del terrorismo), politica monetaria e ruolo del sistema bancario tradizionale (nel caso in cui le stablecoin diventassero un mezzo di pagamento diffuso e stabile).

Rispetto a questi temi, il report rimarca che nel 2021 molte stablecoin, non essendo trattate da nessun testo normativo, operavano in un contesto normativo indefinito.¹⁶

¹⁴ U.S. Securities and Exchange Commission (SEC), Division of Corporation Finance, *Framework for Investment Contract Analysis of Digital Assets*, 3 aprile 2019

¹⁵ U.S District Court for the Eastern District of New York, "Memorandum and order (CFTC vs McDonnell)", 332 F. Supp. 3d 641 (E.D.N.Y. 2018), 23 agosto 2018, p.8

¹⁶ Congressional Research Service (CRS). *Stablecoin: Background and Policy Issues*, IF11968, 10 novembre 2021

Successivamente, è stata fornita una dichiarazione dalla Divisione di Corporate Finance della SEC il 4 aprile 2025 con l'obiettivo di chiarire le modalità di applicazione delle leggi federali sui titoli nell'ambito delle crypto-attività, e più specificatamente in quello delle stablecoin che presentano determinati requisiti.

In particolare, la dichiarazione definisce le *covered stablecoin*, progettate per essere utilizzate come mezzo di trasferimento del denaro, pagamento e deposito, e la caratteristica che le distingue è la copertura piena mediante riserve liquide verificate da parte dall'emittente che non ha limite all'emissione e al rimborso, e deve garantire la possibilità di tali azioni in qualsiasi momento su base 1:1. Inoltre, viene chiarito che le valute in questione non sono sottoposte a registrazione SEC poiché non vengono considerate *securities*, e sono solamente tenute ad attenersi ai requisiti prudenziali.¹⁷

La normativa è stata recentemente integrata mediante il GENIUS Act (*Guiding and Establishing National Innovation for U.S. Stablecoin Act*), legge federale promulgata il 18 luglio 2025 con l'obiettivo di uniformare e rendere maggiormente organico il quadro normativo federale relativo alle *payment stablecoin*, valute sviluppate come strumento di pagamento, garantite interamente da riserve liquide, rimborsabili su richiesta a un valore fisso e denominate in dollari.

Il testo stabilisce i requisiti principali per le PPSI (*Permitted Payment Stablecoin Issuer*) e per il design delle stablecoin (come, ad esempio, copertura completa delle passività tramite asset separati dal restante patrimonio e molto liquidi, diritto di conversione in qualsiasi momento, pubblicazione mensile dello stato delle riserve, divieto di pagare interessi ai detentori). Successivamente, vengono definiti il modus operandi della normativa, con poteri e limitazioni, le modalità di supervisione e controllo, l'effetto extraterritoriale che caratterizza la normativa nella peculiare fattispecie in cui il trattamento di una *payment stablecoin* coinvolge un soggetto situato negli Stati Uniti e, infine, le pene e le sanzioni che prevedono multe fino a un milione di dollari per violazione e/o reclusione fino a cinque anni.¹⁸

¹⁷ U.S. Securities and Exchange Commission (SEC), Division of Corporation Finance, *Statements on Stablecoin*, 4 aprile 2025,

¹⁸ Public law 119-27: "Guiding and Establishing National Innovation for U.S. Stablecoin Act (GENIUS Act), 119th Congress, 139 Stat. 419 (2025), Sec. 2(22), Sec. 2(23), Sec. 3(e), Sec. 4, Sec. 10.

1.3.4 L'eterogeneità degli approcci asiatici

Nel continente asiatico, fino a poco tempo fa, quasi tutti i paesi mancavano di una normativa chiara riguardo criptovalute e stablecoin, esponendo a rischi rilevanti gli utilizzatori. Negli ultimi anni, si sono sviluppati approcci differenti da parte delle varie legislazioni nei confronti delle valute in questione.

Da una parte, si trovano Singapore, Hong Kong e Giappone che, pur divergendo per quanto concerne le norme specifiche, assumono un atteggiamento simile, volto ad attrarre capitali, aperto alla sperimentazione e all'innovazione, adoperando un modello ibrido basato su norme chiare e che richiede una forte collaborazione tra pubblico e privato.

Il legislatore di questi stati ha emanato norme che definiscono tali valute, ne regolano l'emissione e il trattamento, e dettano i requisiti prudenziali a carico delle emittenti.

Dall'altra, si distinguono Cina e India che mantengono un approccio più graduale, cauto e restrittivo; infatti, la prima ha adottato un sistema stato-centrico che limita quasi totalmente il trattamento di tali valute, cercando di porre maggiore attenzione alla e-CNY (la CBDC cinese), la seconda procede a rilento nello sviluppo di normative specifiche mediante un sistema fondato sul settore in pubblico.

Questa divergenza che si ritrova sia negli approcci adottati (aperto e innovativo o limitante e restrittivo), sia nella normativa effettivamente emanata dai vari legislatori asiatici crea confusione e complessità nell'ambito delle operazioni *cross-border*.¹⁹

Nonostante ciò, la normativa emergente sta abilitando i vari ordinamenti a trattare questi asset per integrarli appieno nel sistema finanziario regolato, ed eliminare o contenere i rischi legati a tale attività.

In conclusione, si può affermare che l'analisi registra una forte eterogeneità di metodo nei diversi approcci dovuta a differenze nelle basi culturali, nei bisogni politici ed economici e nella gestione del rischio. Nonostante ciò, l'implementazione di tali sistemi normativi in materia rappresenta il punto di partenza verso una graduale introduzione di un sistema di valute digitali emesse dalle banche centrali, che possono, potenzialmente, integrare e arricchire il sistema di gestione dei pagamenti attualmente adoperato.

¹⁹ PwC, "Global Crypto Regulation Report 2025: Navigating the Global Landscape, marzo 2025

1.4 Debolezze strutturali, rischi e sfide regolatorie

L'analisi svolta fin qui, come più volte sottolineato, fa emergere diverse problematiche e questioni riguardanti: le debolezze strutturali derivanti da complicazioni di tipo tecnologico e operativo, i rischi economici e finanziari intrinseci nel sistema delle cripto-attività e, infine, le complesse sfide regolatorie e di vigilanza che le istituzioni devono affrontare per gestire tali debolezze e rischi.

Riguardo le debolezze strutturali del sistema in esame, sono diverse le fonti istituzionali che trattano la materia, tra cui BIS, FSB ed ESMA. I report sviluppati da quest'ultime, infatti, ne individuano diversi tipi trattando anche i rischi che ne conseguono.

1.4.1 Rischi derivanti da debolezze tecnologiche, operative e strutturali

Le debolezze tecnologiche, rappresentate dalla fragilità dei meccanismi di consenso (attacchi 51%, concentrazione del potere computazionale, etc.), dalla scalabilità limitata della rete che può generare costi crescenti e ritardi nelle operazioni, e dalla elevata dipendenza dagli *smart contracts* che, a causa della natura autoesecutiva e standardizzata di tali contratti, rendono arduo un intervento correttivo, accrescendo i rischi di sicurezza²⁰. Inoltre, vulnerabilità operative riguardanti la gestione e la sicurezza delle chiavi crittografiche private (poiché la perdita o compromissione delle stesse comporta la perdita dei relativi asset), la possibilità di cyber attacchi, la dubbia resilienza operativa da parte dei prestatori di servizi e la fragilità dei sistemi che svolgono la funzione di “ponte” tra diverse blockchain incrementano ulteriormente la portata e la varietà dei rischi per la sicurezza e la fiducia nel sistema finanziario^{20 21}.

Alcune peculiarità del sistema, le stesse che generano punti di forza, comprendono anche punti di debolezza. Ad esempio, la decentralizzazione, l'anonimato e la conseguente opacità dei dati, sono fattori che complicano notevolmente l'individuazione dei reali livelli di concentrazione della proprietà, la comprensione dell'esposizione reale degli

²⁰ European Securities and Markets Authority (ESMA), *Crypto-assets and their risk for financial stability*, ESMA TRV Risk Analysis, 4 ottobre 2022, pp.7-9

²¹ Bank for International Settlements (BIS), *Annual Economic Report 2022, Chapter III: the future monetary system*, Giugno 2022, pp. 79-82

intermediari e i livelli di leva con cui operano, diminuendo la trasparenza delle operazioni.²⁰

Ulteriori difetti si individuano nella governance, poiché, nonostante il sistema si basi sul concetto di decentralizzazione, BIS e FSB affermano che la realtà evidenzia centralizzazione sostanziale della potenza computazionale, elevata dipendenza dei protocolli *DeFi* da fondatori e team di sviluppo e di gestione, e definizione poco chiara o inesistente di ruoli e responsabilità all'interno delle piattaforme. Inoltre, il modello di riserva delle stablecoin può generare sfiducia riguardo la qualità della composizione di tali riserve e accrescere il rischio di *run*.²²

Tutto ciò genera dei rischi considerevoli, tra cui spiccano rischi intrinseci del settore (volatilità, liquidità, sicurezza operativa e tecnologica), rischi macroeconomici (sostituzione valutaria, flussi di capitale non intermediati e non monitorabili, tutela degli investitori) e il rischio di trasmissione dei rischi al sistema finanziario tradizionale (contagio da interconnessione, stabilità a lungo termine dei mercati).^{20 21 22}

A fronte di rischi e debolezze fin qui trattati, le istituzioni nazionali e sovranazionali competenti sono tenute ad affrontare complesse sfide regolatorie.

Le caratteristiche che generano complessità nelle questioni da trattare riguardano la natura internazionale, tecnologicamente avanzata e dinamica del settore che si desidera regolare.

Di conseguenza, le sfide più rilevanti riguardano: la creazione di standard normativi uniformi a livello internazionale; la chiara definizione della posizione giuridica delle diverse cripto-attività e delle relative emittenti o prestatori di servizi; la vigilanza e il controllo, che risultano maggiormente ardui a causa della complessità tecnica del sistema e dei peculiari elementi su cui si basa il funzionamento (*smart contracts* automatici, protocolli decentralizzati, anonimato, interoperabilità tra diverse blockchain).

Oltre che per la miglior regolazione del settore delle cripto-attività, il buon esito delle sfide appena presentate risulta particolarmente importante per lo sviluppo di un sistema di valute digitali emesse dalle banche centrali (CBDC). Infatti, la regolazione delle valute digitali private rappresenta un'arena di prova per testare design, tecnologie, sistema di riserva e tutti gli altri fattori che possono influenzare la costruzione di un sistema di

²² *Financial Stability Board (FSB), The Financial Stability Risks of Decentralised Finance*, 16 febbraio 2023, pp.17-19

CBDC, nonché per sviluppare un sistema di controllo e vigilanza che sia in linea con gli standard riguardanti la lotta al riciclaggio di denaro, al finanziamento del terrorismo e a ogni altro movimento di denaro per fini illeciti.

Capitolo 2

La reazione delle istituzioni: Central Bank Digital Currencies (CBDC)

2.1 CBDC: nascita, definizione e tassonomia

2.1.1 L'evoluzione della moneta

Nel processo di definizione di cos'è una valuta digitale emessa dalla banca centrale, bisogna partire dal passato.

Fino al 1971, con il sistema Gold Standard, le valute erano ancorate alle riserve di oro, che ne garantivano il valore nel tempo. Questo sistema fu adoperato per decenni, nonostante l'estrazione, lo stoccaggio e il trasporto risultassero particolarmente onerosi. Successivamente, il sistema ha subito delle modifiche che lo hanno reso meno costoso, con l'introduzione della moneta *fiat*, basata sulla fiducia verso l'emittente e gestita con il criterio della c.d. “*target inflation*”, solitamente fissata al 2%.

Tale cambiamento ha modificato anche le spese operative, poiché l'utilizzo della valuta *fiat* (sostituita della moneta merce, quella garantita dall'oro) ha ridotto gli ingenti costi fisici caratteristici del sistema precedente; tuttavia, ha fatto emergere rilevanti costi di stampa e di gestione e un considerevole rischio di furto.

Attualmente, si distinguono due tipi di moneta: pubblica e privata. La prima è rappresentata dal contante ed è definita priva di rischio, la seconda fa riferimento al denaro depositato presso una banca commerciale e diviene maggiormente rischiosa al crescere del rischio di default della banca (salvo considerare l'assicurazione sui depositi, che mitiga notevolmente il rischio)²³.

2.1.2 Inquadramento concettuale

La CBDC, dal punto di vista concettuale, cerca di trovare un equilibrio tra benefici del Gold Standard e quelli della moneta *fiat*. Infatti, il concetto di CBDC cerca di salvare i pregi ed eliminare i difetti di entrambi, con la differenza sostanziale di poter contare sull'innovazione tecnologica come perno del sistema.

²³ BORDO M.D., LEVIN A.T., *Central Bank Digital Currency and the Future of Monetary Policy*, NBER Working Paper No. 23711, 2017, pp. 4-7

La stabilità dei prezzi e del valore, sperimentata nel Gold Standard, potrebbe essere ben conciliata con l'elasticità collaudata recentemente del modello di moneta *fiat*.

Nello stesso modo, i costi operativi caratteristici sia del Gold Standard che del sistema di valute *fiat* si abbatterebbero e, oltre a ciò, il controllo dell'inflazione, tema chiave nel sistema di valute *fiat*, potrebbe essere attuato in maniera più precisa e puntuale mediante una CBDC che paga interessi.

È evidente che, se da una parte diminuiscono i costi di cui sopra, dall'altra sorgono importanti costi di progettazione e infrastruttura; tuttavia, questi ultimi costi sono iniziali e funzionali alla creazione di uno strumento di scambio con un costo prossimo allo zero, che compenserebbe appieno l'investimento²⁴.

2.1.3 La tassonomia della moneta: Money Flower

Per comprendere ancora meglio il posizionamento che assumono le CBDC nel sistema monetario mondiale bisogna partire dalla classificazione della moneta, detta "*Money Flower*".

In base a quest'ultima, infatti, ogni rappresentazione monetaria può essere distinta in base a quattro criteri: l'emittente (es. banca centrale), la forma (fisica o digitale), l'accessibilità (universale o riservata) e la tecnologia con cui avviene il trasferimento (*account-based* o *token-based*).

Dall'intreccio di queste proprietà emergono tre tipi di moneta. Il contante è emesso dalla banca centrale, universale, fisico e *token-based*. Le riserve bancarie sono emesse dalla banca centrale, ma sono in formato digitale, limitate e *account-based*. Le criptovalute sono emesse da un'entità privata, in forma digitale, accessibile a tutti e *token-based*.

In quest'ottica vengono classificate anche le CBDC, che sono emesse dalla banca centrale in formato digitale, e vengono ulteriormente distinte per le restanti due proprietà riguardo l'accessibilità (CBDC *retail* e *wholesale*) e le modalità di trasferimento (CBDC *account-based* e *token-based*)²⁵, approfondite nel prosieguo del capitolo.

²⁴ BORDO M.D., LEVIN A.T., *Central Bank Digital Currency and the Future of Monetary Policy*, NBER Working Paper No. 23711, 2017, p. 7 e pp. 20-22

²⁵ BECH M.L., GARRATT R., *Central Bank Cryptocurrencies*, BIS Quarterly Review, Settembre 2017, pp.57-60

2.2 La ratio: sorveglianza, potestà normativa, efficienza e inclusione

Introduzione

A seguito della trattazione teorica svolta nel paragrafo 2.1, in questa sezione l'analisi si focalizza sulle motivazioni, già accennate, che hanno spinto le principali istituzioni monetarie nazionali e sovranazionali a solcare un sentiero che conduca alla creazione di un sistema di CBDC.

A questo proposito, risulta utile il report sull'euro digitale redatto dalla BCE nel 2020, che nella sezione 2 intitolata *“Ragioni per emettere l'euro digitale”*, introduce diversi fattori che hanno reso necessario l'intervento delle istituzioni in questa materia. La distinzione che, a mio avviso, giova fare è quella tra la motivazione impellente, che concerne la preoccupazione delle istituzioni di non mettere a rischio la propria sovranità monetaria e la resilienza operativa dei sistemi di pagamento, e le motivazioni legate a miglioramenti nel sistema monetario e finanziario (efficientamento dei pagamenti, inclusione finanziaria, semplificazione sostanziale delle modalità di svolgimento della politica monetaria).

2.2.1 La difesa della sovranità monetaria

La prima motivazione è quella che, probabilmente, spinge con maggiore urgenza alla creazione di un sistema di CBDC e fa riferimento alla difesa della sovranità monetaria. Infatti, quest'ultima si trova ad affrontare, sempre in misura maggiore, una moltitudine di minacce. Un esempio lampante riguarda le criptovalute e le stablecoin che hanno cercato di entrare, senza particolare successo finora, nel settore dei pagamenti, già ampiamente servito da altre imprese private.

Nonostante ciò, esse continuano a rappresentare una minaccia per le istituzioni monetarie che non può e non deve essere sottovalutata, poiché continua a crescere la capitalizzazione, l'utilizzo e l'importanza sistematica delle stesse. Inoltre, bisogna

considerare che sono numerose le istituzioni monetarie che hanno in progetto di emettere CBDC disponibili e utilizzabili anche fuori dai confini di competenza. Di conseguenza, se un emittente monetario nazionale o sovranazionale dovesse ritardare o non avere in programma di emettere una propria valuta digitale, affronterebbe un forte rischio di sostituzione della moneta e conseguente perdita della sovranità e del controllo sulla moneta e sui pagamenti²⁶.

2.2.2 Efficienza e resilienza dei pagamenti

Con il declino del contante come mezzo di pagamento e l'ascesa dei sistemi di pagamento digitale gestiti da privati, la scelta di implementare un sistema di CBDC trova ragione anche nella volontà di rendere maggiormente efficiente e resiliente l'intero meccanismo dei pagamenti. Infatti, quest'ultimo attualmente presenta spese nel complesso elevate, tempi relativamente lunghi e una resilienza non sufficientemente solida, anche se grandi passi in avanti, sotto quest'ultimo punto di vista, sono stati affermati dal regolamento DORA, a cui si è già fatto riferimento nel capitolo 1 e da questo si possono derivare due condizioni molto rilevanti che il design delle CBDC è tenuto a rispettare: i costi dell'utilizzatore *retail* devono essere pari a zero, la resilienza del sistema di pagamenti deve essere massima e il rischio di cyberattacchi quasi nullo²⁶.

2.2.3 Inclusione finanziaria

Un ulteriore motivo dietro agli ambiziosi progetti di CBDC, è rappresentato dalla maggiore inclusione finanziaria che questi prevedono di apportare nel sistema finanziario mondiale.

In particolare, i costi di transazione, la documentazione richiesta e i requisiti per poter accedere alle CBDC sarebbero ridotti rispetto a quelli applicati dalle banche commerciali, che evidentemente non sono interessate a servire la fetta di popolazione che non ha una disponibilità economica nella norma perché non ritenuta profittevole per la loro attività. Inoltre, bisogna tener presente che la distanza geografica, che inevitabilmente reca svantaggio a coloro che risiedono in aree rurali, spesso molto lontane da filiali in cui è

²⁶ BCE, *Report on a digital euro*, 2020, pp.9-15

possibile aprire il proprio conto corrente, non rappresenterebbe più un problema irrisolvibile.

In questo modo, l'accesso al sistema monetario-finanziario diventa praticamente universale, includendo una moltitudine di individui che attualmente ne rimangono esclusi. Gran parte di tali individui si trova in aree in via di sviluppo, dove l'impatto inclusivo dell'iniziativa sarebbe ampio, piuttosto che nei paesi sviluppati, in cui il numero di individui ancora esclusi dal sistema è contenuto ma non irrilevante.

Per fare in modo che le CBDC siano realmente inclusive, però, è necessario che tali valute siano disponibili anche tramite dispositivi poco costosi e in modalità offline. Ignorare questa condizione causa l'effetto opposto a quello desiderato, ovvero ulteriore esclusione finanziaria dei soggetti svantaggiati²⁷.

2.2.4 Un nuovo modo di fare politica monetaria

In aggiunta ai temi trattati finora, è necessario puntualizzare che la disponibilità di una CBDC causerebbe un cambiamento notevole nelle modalità di attuazione della politica monetaria, lo strumento principale in materia al servizio delle istituzioni.

In concreto, la trasmissione delle scelte monetarie (alzare o abbassare i tassi di interesse, ridurre o aumentare la quantità di moneta) prese dalla banca centrale risulterebbe molto più diretta, rapida e mirata rispetto al sistema attuale. Infatti, attualmente la velocità di trasmissione e l'efficacia della politica monetaria dipende dalla decisione delle banche commerciali di seguire o meno, e in quale misura, le disposizioni dettate dalla banca centrale²⁸.

Inoltre, la banca centrale gioverebbe della possibilità di poter trattare separatamente la quantità di moneta e il tasso applicato su tale quantità, creando combinazioni differenti e varie di tali elementi che possono condurre più facilmente al raggiungimento degli obiettivi prefissati o desiderabili.

Contestualmente, sono state considerate varie dinamiche monetarie che potrebbero trovare una forte semplificazione ed efficacia nel nuovo sistema monetario. Per esempio, la possibilità tecnica (c.d. *helicopter drops*) di effettuare trasferimenti diretti di moneta dalla banca centrale agli utilizzatori finali potrebbe essere d'aiuto per far fronte a scenari

²⁷ World Bank Group, *Payment Aspect of the Financial Inclusion in the Fintech Era*, 2020, pp. 10-15

di grave recessione o di trappola della liquidità²⁸. E anche, la problematica odierna legata allo *Zero Lower Bound* e alle conseguenti depressioni sarebbe arginata dalla possibilità per la banca centrale di applicare tassi di interesse negativi che forzerebbe i detentori di capitali ingenti e inutilizzati a spenderli o investirli così da stimolare l'economia. Nonché, come già detto in precedenza, risulterebbe più facile mantenere i prezzi, e quindi l'inflazione, in una condizione di prolungata stabilità²⁹.

2.3 Tipologie di CBDC

A seguito della definizione concettuale e generale, le CBDC sono classificate dalle varie istituzioni bancarie centrali, sulla base del criterio di accessibilità e di finalità d'uso, in due categorie: *retail* e *wholesale*.

2.3.1 CBDC Wholesale

La caratteristica principale che distingue la CBDC *wholesale* è l'accessibilità che è limitata a intermediari finanziari regolamentati. Questa, infatti, avrebbe la fondamentale funzione di regolare rapporti interbancari (*settlement*, trasferimenti di denaro e di titoli all'ingrosso) mediante la *tokenizzazione* degli asset e di fungere da riserva di banca centrale in modo più rapido, sicuro ed efficiente.

Ciò è possibile, non solo poiché le CBDC *wholesale* presentano attributi equivalenti alla riserva di banca centrale, ma anche grazie al loro design innovativo che prevede, ad esempio, la funzionalità di programmazione delle attività, particolarmente utile per efficientare operazioni come i pagamenti condizionati.

A riguardo è stato condotto un rilevante esperimento da BIS Innovation Hub, SIX Group AG (ente che gestisce la borsa svizzera) e la Banca Nazionale Svizzera (SNB), il *Project Helvetia*, che ha messo alla prova il sistema finanziario svizzero. Tali enti hanno

²⁸ MEANING J., DYSON B., *Broadering narrow money: monetary policy*, Bank of England Staff Working Paper, n. 724, London, 2018, p.13 e p. 23

²⁹ BORDO M. D., LEVIN A. T., *Central bank digital currency and the future of monetary policy*, NBER Working Paper n. 23711, 2017, p. 15 e p. 7

implementato il progetto con l'obiettivo di testare la fattibilità di un sistema di regolamento (*settlement*) di asset digitali utilizzando la moneta emessa dalla banca centrale.

Gli approcci analizzati sono due e riguardano rispettivamente l'emissione di una CBDC *wholesale* per effettuare transazioni su SDX, piattaforma di scambio digitale, e il collegamento RTGS (*Real-Time Gross Settlement*), che consiste in un collegamento tecnologico (*bridge*) tra il sistema di pagamento tradizionale svizzero (SIC) e la piattaforma SDX senza prevedere l'emissione di una valuta apposita.

Il risultato emerso non favorisce uno dei due modelli, ma conferma il funzionamento, l'efficacia e la robustezza di entrambi.

Nonostante i due approcci, presentando caratteristiche divergenti, pongano sfide differenti e apportino vantaggi altrettanto diversi, l'esperimento evidenzia che potrebbe essere sufficiente valorizzare, efficientare e modernizzare i sistemi attuali, senza che sia necessario emettere una CBDC apposita³⁰.

In conclusione, l'utilizzo di CBDC *Wholesale* per gestire rapporti tra enti regolamentati può certamente apportare un miglioramento al sistema, specialmente per quanto riguarda velocità, sicurezza ed efficienza.

Tuttavia, esistono anche altre opzioni che possono garantire benefici simili e che richiedono uno sforzo economico, tecnologico e innovativo molto più contenuto. Tali alternative (ad esempio, il collegamento RTGS), inoltre, tendono ad essere maggiormente assimilabili dal sistema finanziario, non essendo previste modifiche rilevanti dal punto di vista infrastrutturale, né l'emissione di una nuova valuta.

2.3.2 CBDC Retail

La CBDC *retail* (es. euro digitale) rappresenta la parte del progetto più importante e rivoluzionaria poiché tocca direttamente il tema politico e sociale.

Si tratta di una valuta digitale di banca centrale che opera al fianco della moneta contante, accessibile a tutti, individui e imprese, e si definisce come un credito diretto nei confronti della banca centrale.

³⁰ Bank for International Settlement, *CBDCs: an opportunity for the monetary system*, Annual Economic Report 2021, pp.68-71

Il fine ultimo di questa categoria di CBDC trova fondamento nei temi molto rilevanti, e già trattati in precedenza, che esprimono il cuore pulsante di tutto questo insieme di progetti: l'inclusione finanziaria e la sovranità monetaria.

L'implementazione di un sistema di valute digitali *retail* emesse e garantite dallo Stato apporterebbe un reale cambiamento, poiché significherebbe eliminare il rischio arrecato dalle attività delle banche commerciali, senza rinunciare al contributo essenziale che quest'ultime svolgono come intermediari e gestori del servizio.

Il design necessario al fine di far funzionare correttamente la CBDC *retail* deve prevedere una moneta priva di rischio (*risk-free*, garantita dallo stato), accessibile a tutti, offline e mediante dispositivi poco costosi e facili da usare.

La BCE, inoltre, ha affermato che l'euro digitale non prevederà un sistema *token-based*, troppo rischioso per la sicurezza e la legalità, ma piuttosto funzionerà mediante un sistema ibrido o *account-based* (si vedrà il significato di tali termini nel paragrafo che segue).

Queste peculiarità nascono dal bisogno di trovare un *trade-off* tra i diversi attributi del denaro contante (*risk-free*, universalmente accessibile, offline) e dei depositi bancari (sicurezza fisica, utilizzabilità in formato digitale, *account-based*)³¹.

Al fine di comprendere a fondo il posizionamento delle CBDC *retail* nel sistema si può fare appello alla classificazione della moneta *Money Flower*, già trattata all'inizio del presente capitolo. In questa raffigurazione la CBDC *retail* è definita una moneta digitale di banca centrale, accessibile a tutti e disponibile per scambi *peer-to-peer*. Inoltre, anche visivamente, le valute in questione si collocano nel fulcro del "fiore", a indicare la centralità che le stesse assumerebbero nel progetto monetario.

2.3.3 Token-based vs Account-based

Si rende altresì necessaria una distinzione introdotta nel 2009 da Kahn e Roberds che si fonda sulla diversità riguardante il meccanismo di verifica delle transazioni, piuttosto che sulla tecnologia.

Tale meccanismo, infatti può seguire due processi differenti, uno basato sui conti (*account*) e sull'identificazione del titolare, l'altro sul gettone (*token*) e sulla capacità del

³¹ BCE, Report on a digital euro, 2020

possessore (la cui identità non è rilevante) di verificarne la validità mediante una chiave crittografica o una password³².

I modelli sono relativamente funzionali e validi entrambi, non c'è un modello giusto e uno sbagliato, se non che le peculiarità dell'uno e dell'altro li rendono adatti o meno a servire determinate esigenze.

I sistemi *account-based* (ad esempio, il conto corrente bancario), consentendo l'accesso solamente tramite identificazione personale, escludono l'anonimato e, quindi, limitano la privacy; ma, così facendo, favoriscono la lotta contro le attività illecite come il riciclaggio di denaro. Peraltro, i costi legati alla tenuta dei registri sono molto elevati, ma rendono altamente improbabile la sussistenza di furti. Pertanto, questa è l'opzione preferita dalle istituzioni per la CBDC.

Al contrario, i sistemi *token-based*, fondandosi unicamente sulla conoscenza di un elemento che consente l'accesso (chiave crittografica), garantiscono teoricamente il completo anonimato e il pieno rispetto della privacy, in modo equivalente al contante. Tuttavia, è evidente che un sistema interamente *token-based* renderebbe estremamente semplice trasferire denaro ed eludere i controlli nell'ambito di attività illecite³³.

2.4 Architettura tecnologica: DLT vs sistemi centralizzati

A questo punto, dopo aver definito in linea teorica la natura e le diverse accezioni in cui è possibile declinare le CBDC, lo step successivo è l'analisi delle possibili architetture tecnologiche trattate dalle istituzioni con l'obiettivo di identificarne o crearne una che potrebbe adattarsi alle peculiari esigenze che emergono in questo ambito.

A riguardo, il registro rappresenta lo strumento che deve essere modellato in modo da soddisfare le necessità.

³² KAHN C. M., ROBERDS W., "Why pay? An introduction to payments economics", *Journal of Financial Intermediation*, vol. 18, n.1, Gennaio 2009

³³ Bank for International Settlement, CBDCs: an opportunity for the monetary system, Annual Economic Report 2021, pp. 71, 79-80

2.4.1 Il ruolo del registro: centralizzato vs distribuito

Il registro (*ledger*) è definito la “memoria” di tutte le transazioni effettuate in un sistema monetario. Nell’economia odierna, i sistemi di pagamento maggiormente utilizzati operano per mezzo di un registro che prevede un modello centralizzato gestito da una sola entità, generalmente la banca centrale. Tale modello risulta già notevolmente efficiente, rapido e consistente nel trattamento di ingenti quantità di transazioni. Inoltre, il sistema centralizzato riesce a garantire una buona dose di sicurezza nel suo funzionamento.

Tuttavia, il registro distribuito (DLT), introdotto nel Capitolo 1, svolge attualmente funzioni analoghe a quelle del registro centralizzato, nell’ambito delle valute private (ad esempio, Bitcoin), e rappresenta una possibilità che non è passata inosservata alle banche centrali nella progettazione della propria CBDC.

L’interesse per questo tipo di registro da parte delle istituzioni (in particolar modo BIS e banche centrali) è suscitato dalla resilienza operativa e informatica che è in grado di garantire e dalla possibilità di programmare e automatizzare il funzionamento della moneta tramite *smart contracts*, elementi che potrebbero risultare cruciali nella scelta dell’infrastruttura da utilizzare.

Il discorso a riguardo è ancora aperto ed è guidato dal principio di neutralità tecnologica. L’attenzione è focalizzata principalmente su due possibilità divergenti rappresentate l’una dal miglioramento e dall’implementazione dei sistemi centralizzati esistenti, che complessivamente operano in conformità con le aspettative realistiche e potrebbero risultare anche più veloci ed efficienti rispetto all’alternativa; l’altra, dalla creazione di un’infrastruttura basata su un registro distribuito (DLT) di cui si tratta nel paragrafo a seguire.

2.4.2 Una scelta di governance necessaria: DLT *Permissioned*

Nel processo di valutazione del design necessario per una DLT affinché rispetti le esigenze emerse, le banche centrali hanno mostrato subito forte contrarietà rispetto alla possibilità che sia consentito accesso all’infrastruttura DLT senza un permesso (*permissionless*), come accade nel caso di Bitcoin.

Il motivo dell’esclusione preventiva di questa possibilità si rintraccia, principalmente, nel fatto che le norme che contrastano il riciclaggio di denaro e il finanziamento del terrorismo (AML/CFT) richiedono l’identificazione degli utenti che effettuano

transazioni. Di conseguenza, abilitare i sistemi di CBDC a funzionare senza previa identificazione degli utenti da una parte fungerebbe indubbiamente da garante di elevatissima privacy nel sistema dei pagamenti, ma, dall'altra, favorirebbe attività illecite come quelle sopracitate. In aggiunta, i meccanismi di consenso (ad esempio, *PoW* e *PoS*) utilizzati attualmente nell'ambito delle DLT *permissionless* sono molto dispendiosi dal punto di vista energetico, e quelli che richiedono una quantità contenuta, o quantomeno ragionevole, di energia non sono adatti a trattare volumi infinitamente grandi di dati e transazioni in maniera sufficientemente resiliente, efficiente ed efficace.

Alla luce di tali considerazioni, è chiaro che le istituzioni, nel prototipare la CBDC, valutano, tra i modelli decentralizzati, solo la DLT di tipo *permissioned*: questo prevede che il registro sia distribuito, ma che l'accesso alla DLT sia riservato a soggetti muniti di un permesso idoneo. Inoltre, l'azione di validazione è consentita solo ai c.d. *vetted* o *permissioned validators* (entità attentamente selezionate, come banche centrali e commerciali)³⁴.

2.5 I modelli di distribuzione e divisione del lavoro

Attualmente, il sistema finanziario e monetario funziona su due livelli: al primo la banca centrale, al secondo le banche commerciali. La divisione del lavoro è netta e chiara.

La banca centrale si occupa dell'emissione di moneta, del controllo sulla stabilità monetaria, della gestione della politica monetaria, della vigilanza in alcuni ambiti del sistema finanziario (gli altri ambiti, sono soggetti al controllo delle autorità di vigilanza competenti), della gestione dei pagamenti all'ingrosso (*settlement finality*).

Le banche commerciali, invece, hanno funzione di intermediazione creditizia, di gestione del rapporto con i clienti, delle interfacce utente e del sistema dei pagamenti *retail*. Nel processo di analisi di questo tema, in materia di CBDC, i modelli di distribuzione considerati sono tre (ma come si vedrà, è più corretto affermare che sono due) e prevedono differenti criteri di divisione del lavoro³⁵.

2.5.1 Il modello diretto: un monopolio impraticabile

Il modello diretto presenta solo un livello (*one-tier*), la banca centrale.

³⁴Bank for International Settlement, CBDCs: an opportunity for the monetary system, Annual Economic Report 2021, pp. 67 e 79
Bank for International Settlement, CBDCs: an opportunity for the monetary system, Annual Economic Report 2021, pp. 66, 77

Concettualmente, il funzionamento di una CBDC potrebbe essere interamente sorretto dalla banca centrale, responsabile per tutte le funzioni operative e amministrative di competenza. Il modello in questione, infatti, prevede che quest'ultima, oltre a svolgere le funzioni conferitele attualmente, sia tenuta a curare l'apertura e la gestione di tutti i conti (*onboarding*), l'assistenza clienti e l'esecuzione di tutti i pagamenti, sia al dettaglio (*retail*) che all'ingrosso (*wholesale*).

È tuttavia evidente l'improbabilità e l'illogicità di questa opzione, come fatto dalla BIS e dalle banche centrali, che non hanno assolutamente in progetto di implementare un modello di questo tipo: il numero dei dipendenti della banca centrale sarebbe elevatissimo, così come i costi operativi che ricadrebbero sulle casse della stessa.

Peraltro, questa si troverebbe a svolgere un ruolo improprio, entrando in competizione diretta con le banche commerciali, che con buona probabilità fallirebbero generando una disintermediazione totale. Oltre a questo, bisogna considerare che tutto il potere, e il crescente rischio reputazionale che ne consegue, sarebbero riuniti in capo alla stessa banca centrale, che rappresenterebbe il solo e unico fulcro del sistema monetario e bancario in una posizione potente, ma verosimilmente assai instabile e pericolosa³⁵.

2.5.2 L'architettura a 2 livelli: modello ibrido e modello intermediato

Alla luce dei numerosi dubbi emersi riguardo il modello diretto *one-tier*, l'analisi e i progetti sono stati focalizzati su modelli che presentano un'architettura a due livelli (*two-tier*): la banca centrale al primo, gli intermediari al secondo.

Contestualmente, sono emerse due possibili soluzioni: il modello ibrido e il modello intermediato.

Il primo (*Hybrid CBDC*) è il modello che si avvicina maggiormente ai progetti di euro digitale e dell'e-CNY (CBDC cinese). Questo sistema prevede che la banca centrale classicamente si occupi di emettere la moneta, ma consente anche alla stessa di tenere un registro unico di tutte le transazioni e di tutti i saldi, peculiarità esclusiva di questo modello. Le altre funzioni vengono svolte dagli intermediari privati, banche commerciali e PSP (*Payments Service Provider*), e comprendono la gestione del rapporto con il cliente, la procedura di *onboarding*, l'esecuzione dei controlli antiriciclaggio e la fornitura dei servizi di pagamento.

Attualmente, il modello ibrido risulta la soluzione preferita, in particolar modo dalla BIS, perché la tenuta del registro unico garantisce elevatissima resilienza e consente alla banca

centrale di intervenire nell'ipotesi in cui un intermediario privato fallisca o affronti gravi problematiche tecniche o infrastrutturali che potrebbero compromettere la stabilità del sistema.

Il secondo modello considerato (*Intermediated CBDC*) funziona in maniera molto simile al modello ibrido, ma presenta una sostanziale differenza riguardante le modalità di gestione e trattamento dei dati. Infatti, nel modello intermediato non è consentito alla banca centrale tenere un registro dei saldi e delle transazioni dei singoli cittadini, ma solo i saldi e le transazioni riguardanti le banche. Il registro dettagliato è tenuto singolarmente dagli intermediari.

Questo sistema, naturalmente, garantirebbe elevata privacy, in quanto alle istituzioni pubbliche non sarebbe permesso conoscere in tempo reale saldi e transazioni di tutti gli individui senza motivi legali specifici di controllo e vigilanza. Tuttavia, genererebbe notevoli rischi, mettendo a dura prova la resilienza del sistema, che sarebbe affidata unicamente alle infrastrutture di tenuta dei registri del settore privato, rendendo più complicato contrastare le attività illecite e lo spostamento di denaro per tali fini. Tutto ciò farebbe emergere la necessità di una vigilanza assai più stringente sulla resilienza delle infrastrutture private e sui movimenti sospetti di denaro.

Alla luce di questa analisi, è chiaro che il sistema effettivo sarà costruito sulla falsa riga di questi due modelli *two-tier*, ma il tema che preme trattare nell'ambito della discussione è quello di trovare il *trade-off* tra il modello ibrido, che favorisce il controllo ed è preferito dalle istituzioni, e quello intermediato, garante di elevatissima privacy e preferito probabilmente da tutti quei cittadini (quasi tutti) che sono interessati a tutelare al massimo il proprio diritto alla privacy³⁶.

³⁶Bank for International Settlement, CBDCs: an opportunity for the monetary system, Annual Economic Report 2021, p.78

Capitolo 3

I principali progetti di CBDC internazionali: UE, Cina e USA

INTRODUZIONE

Dopo aver definito, nel precedente capitolo, cosa sono le CBDC e come potrebbe svolgersi il funzionamento delle stesse, si passa a esaminare l'aspetto empirico delle CBDC: i progetti. Quindi, il focus si sposta sulle diverse modalità con cui i tre attori più importanti dal punto di vista monetario, UE, Cina e USA, affrontano il tema e delineano la propria direzione progettuale.

3.1 Unione Europea: il progetto dell'Euro Digitale

3.1.1 La proposta legislativa

Per quanto concerne l'Unione Europea, la fonte principale da consultare per comprendere il quadro legale che si sta costruendo intorno al progetto dell'Euro Digitale è la Proposta di Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio sull'istituzione dell'euro digitale pubblicata dalla Commissione Europea il 28 giugno 2023. I punti salienti di tale proposta sono diversi e riguardano diversi temi.

Il primo tratta la definizione giuridica della valuta, sancendo che l'euro digitale dovrà avere corso legale (deve essere obbligatoriamente accettato come mezzo di pagamento), rappresenterà una passività diretta della banca centrale (non delle banche commerciali) e sarà convertibile sempre alla pari 1:1 con la moneta contante e i depositi bancari.

Poi, viene confermata l'architettura *two-tier*, descritta nel paragrafo 2.5.2, che prevede la BCE a guidare l'emissione e l'infrastruttura di base, mentre al settore privato è assegnato il compito di gestire la relazione con il cliente e le relative funzioni che ne conseguono. Successivamente, la proposta stabilisce che, per evitare la disintermediazione totale, la BCE potrà fissare una soglia massima alla quantità di euro digitali detenute da un singolo individuo (per ora si ipotizza tremila euro) e stabilire che, se un movimento di denaro fa superare il limite consentito, l'eccedenza viene accreditata in via automatica sul conto corrente bancario.

Infine, l'euro digitale non pagherà interessi (in quanto uno strumento di pagamento, non di risparmio o di investimento) e i servizi di base legati all'utilizzo dello stesso devono essere gratuiti per le persone fisiche³⁷.

3.1.2 Il focus sulla privacy

La parte più pionieristica del progetto dell'euro digitale, però, riguarda la privacy e prevede un modello basato su tre livelli: livello base (*online standard*), livello avanzato (*selective privacy*) e livello massimo (*offline*).

La modalità di pagamento online funziona come nel sistema attuale: dati e informazioni vengono trattate dai PSP, che devono contribuire ai controlli antiriciclaggio, ma la Banca Centrale Europea non può e non vuole trattare i dati personali degli individui, ma può farlo solo in modo anonimo.

La modalità intermedia, invece, prevede controlli semplificati per i pagamenti online di importi bassi, che non rappresentano una minaccia rilevante per la legalità.

Infine, la modalità offline, che rappresenta la grande novità, è assimilabile all'uso del contante fisico, assicurando un grado di anonimato in linea con la tutela dei diritti civili nell'epoca digitale. Infatti, è previsto che per le transazioni di valore basso o contenuto ed effettuate tra dispositivi nelle vicinanze (*device-to-device*) non siano registrati dati o informazioni né dagli intermediari, né tanto meno dalla BCE, ma solamente dai dispositivi degli utenti^{37 38}.

3.1.3 Il modello di distribuzione europeo

La proposta di legge di cui stiamo parlando stabilisce le modalità di distribuzione *two-tier*.

La prima regola di distribuzione dispone che questa è compito riservato ai PSP, mentre la BCE non può distribuire la moneta ai cittadini, e quindi esclude la possibilità di *helicopter drops* accennata nel Capitolo 2. In particolare, i PSP sono tenuti a gestire l'apertura dei conti, fornire l'interfaccia utente e svolgere la vigilanza antiriciclaggio³⁷. La BCE precisa che la fonte operativa principale sarà un regolamento unico, sulla falsa riga del

³⁷ Commissione Europea, Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio relativo all'istituzione dell'euro digitale, Artt. 7, 13, 14, 16, 17, 22, 34-37

³⁸ BCE, Digital euro privacy options, 2022

regolamento in vigore per i bonifici SEPA, consentendo agli intermediari di operare in maniera uniforme e armonizzata.

Lo schema di pagamento presenta al vertice tale regolamento unico, ma lascia al settore privato il compito di sviluppare diverse soluzioni di pagamento e competere sulla qualità del servizio, rispettando appieno il principio di neutralità tecnologica³⁹.

L'analisi economica svolta dalla Commissione affronta diversi quesiti fondamentali.

Il primo considera come guadagnerebbero gli intermediari, considerato che le persone fisiche sono esenti da ogni costo per i servizi legati all'euro digitale. La soluzione esaminata è quella di porre delle commissioni, che, per evitare abusi da parte degli intermediari, saranno soggette a un limite massimo, a carico dei commercianti per il servizio di accettazione dei pagamenti.

Successivamente, l'analisi sposta il focus su chi si farà carico dei costi di infrastruttura e conclude che il settore pubblico è tenuto a finanziare i costi di creazione e gestione dell'infrastruttura, del sistema di regolamento e del corretto funzionamento dello schema.

Il settore privato, invece, dovrà sostenere le spese relative all'adattamento delle proprie soluzioni di pagamento (interfaccia, app, *wallet*) seguendo le linee guida fornite dal settore pubblico.

Questi ultimi costi accollati al settore privato sono stimati, per l'adattamento dell'intero sistema europeo, tra i 2,5 e i 5 miliardi.

Infine, è puntualizzato che l'adesione al modello di distribuzione è naturalmente obbligatoria, perché altrimenti le banche commerciali, con buona probabilità, sceglierebbero di non distribuire l'euro digitale per proteggere i propri interessi.

3.2 Cina: Yuan digitale

3.2.1 Il punto sull'e-CNY e la sostituzione di M0

Passando al continente asiatico, la CBDC della maggiore potenza, la Cina, è la prima ad essere stata sperimentata su larga scala e si trova attualmente in una fase pilota avanzata

³⁹ BCE, *A stocktake on the digital euro – Summary report on the investigation phase*, 18 ottobre 2023, pp.6-7

in cui sono stati aperti in oltre 20 città (17 province diverse)⁴⁰ oltre 260 milioni di *wallet* personali e le transazioni hanno superato i 7000 miliardi di Yuan (circa 950 miliardi di euro) (dati del 2024). Questi numeri supportano la tesi in base alla quale l'infrastruttura adoperata può tecnicamente sorreggere l'enorme carico di lavoro. In aggiunta, l'e-CNY è già stato utilizzato in casi reali, come il versamento di stipendi, ed è anche stato integrato all'interno di piattaforme private come Alipay o WeChat Pay⁴¹. Attualmente, è in fase di sperimentazione anche la "*SIM card wallet*" e le tessere fisiche in grado di funzionare offline⁴².

Per quanto riguarda la parte teorica, l'e-CNY è definito come una passività della banca centrale che va a sostituire la base monetaria (M0).

Il sistema utilizzato per la gestione di transazioni, saldi, altri dati e la conseguente verifica è ibrido. Questo prevede un sistema centralizzato per la tenuta del registro e la DLT solo per la fase di verifica e controllo.

Il motivo principale che ha spinto la Cina a intervenire con urgenza e a sperimentare subito è ben spiegato dal governatore della PBoC, Pan Gongsheng, che ha affermato: "*sviluppare un sistema monetario internazionale multipolare aiuterà a rafforzare i vincoli di politica sui paesi a valuta sovrana, migliorare la resilienza del sistema e salvaguardare meglio la stabilità finanziaria globale*"⁴³.

3.2.2 L'anonimato gestito

Il principio cardine che guida il trattamento dei dati personali e della privacy nell'ambito dell'e-CNY è quello dell'anonimato gestito (*Managed Anonymity*): per i piccoli importi vige l'anonimato, per i grandi importi il tracciamento. Nella pratica, per i *wallet* utilizzati per importi bassi e poco rilevanti è sufficiente un valido numero di telefono per la registrazione, mentre, nel caso di volumi superiori e transazioni di importi più elevati, il

⁴⁰ MINISTRY OF COMMERCE (PRC), "*Notice on the expansion of the digital yuan pilot program*", Pechino, 2023.

⁴¹ Atlantic Council, *Central Bank Digital Currency (CBDC) Tracker*, GeoEconomics Center, Washington D.C.

⁴² China Daily, *Digital yuan SIM card hard wallet launched*, Pechino, 12 Luglio 2023

⁴³ REUTERS, *China's central bank says to promote digital yuan, multi-polar currency system*, Shanghai, 18 Giugno 2025

documento d'identità è obbligatorio al fine dell'identificazione del cliente e dei controlli antiriciclaggio⁴⁴.

3.2.3 Il modello di distribuzione cinese

L'architettura operativa dell'e-CNY adotta il modello *two-tier*. Nello specifico il modello è ibrido e stabilisce che il vertice sia rappresentato dalla PBoC (People's Bank of China), che emette la valuta digitale agli intermediari autorizzati, ne gestisce il registro centrale e ne garantisce la stabilità del valore nel tempo.

Al secondo livello, operano le banche commerciali e fornitori di sistemi di pagamento che sono responsabili della distribuzione *retail*, della gestione dei portafogli e della relazione con il cliente.

La situazione a riguardo è stata chiarita da Mu Changchun (Direttore Generale dell'istituto di valute digitali della PBoC), che ha affermato di voler collaborare con le infrastrutture private (Alipay e WeChat pay), considerandoli con funzione di normali portafogli, e di ritenere l'e-CNY equivalente alla banconota che si mette in tasca.

Queste dichiarazioni sono importanti perché chiariscono la volontà dell'istituzione monetaria cinese di non creare un sistema interamente pubblico, distruggendo i fornitori privati di servizi di pagamento, ma di creare un sistema in cui sia il pubblico con il privato, che i privati tra di loro, contribuiscano con il solo obiettivo di far funzionare il sistema correttamente, e non per quello di sabotarsi a vicenda per prevalere l'uno sull'altro. Infatti, il fine ultimo è quello evidenziato poc'anzi dalla dichiarazione di Pan Gongsheng⁴⁵.

⁴⁴ People's Bank of China (PBoC), *Progress of Research & Development of E-CNY in China*, Working Group on E-CNY, Pechino, Luglio 2021, Sezione 3.3

⁴⁵ *South China Morning Post*, *China's digital currency will not compete with mobile payment apps WeChat and Alipay, says central bank official*, Hong Kong, 25 Ottobre 2020

3.3 USA: Grande, potente ed esitante

3.3.1 Lo scenario americano: tra la difesa del dollaro e la prudenza normativa

L'approccio statunitense riguardo l'emissione di una CBDC rappresentativa del dollaro è risultato, nel corso degli anni, molto prudente e analitico. Già a gennaio 2022, la Fed ha dichiarato esplicitamente di non aver ancora preso la decisione riguardo l'implementazione di un progetto di valuta digitale della banca centrale degli Stati Uniti. Questo perché non ha intenzione di procedere alla stesura di un progetto concreto senza un supporto chiaro e formale da parte del potere esecutivo e legislativo (ad esempio, una legge di autorizzazione). Inoltre, ha stabilito quattro criteri chiari che, se rispettati, giustificerebbero l'evoluzione del progetto verso fasi più avanzate.

La prima condizione afferma che la privacy dei consumatori deve essere tutelata sempre e al massimo. Poi, il modello di distribuzione non deve essere diretto, ma piuttosto intermediato, con il contributo delle banche private. La valuta deve risultare interoperabile. E infine, è necessaria l'identificazione degli utenti in conformità con le norme antiriciclaggio⁴⁶.

Lo scenario, successivamente, è cambiato a marzo 2022, quando, per la prima volta, sotto il governo Biden, la Casa Bianca ha sollecitato tutte le agenzie federali, con un ordine esecutivo (*Executive Order 14067*), a impegnarsi per coordinarsi sul tema delle cripto-attività in generale, e più in particolare, per avviare un processo di ricerca e sviluppo verso una potenziale CBDC statunitense. È altresì sottolineata l'urgenza e l'importanza di trovare una direzione da seguire in materia, considerata non più una questione unicamente finanziaria, ma un tema che riguarda strettamente la sicurezza nazionale, poiché i progetti degli altri attori (specialmente la Cina) minacciano realisticamente l'egemonia del dollaro sulle altre valute internazionali⁴⁷.

⁴⁶ BOARD OF GOVERNORS OF THE FEDERAL RESERVE SYSTEM, *Money and Payments: The U.S. Dollar in the Age of Digital Transformation*, Washington D.C., Gennaio 2022

⁴⁷ THE WHITE HOUSE, *Executive Order 14067 on Ensuring Responsible Development of Digital Assets*, in «Federal Register», Vol. 87, No. 49, Washington D.C., 9 Marzo 2022

3.3.2 CBDC retail: la tutela della privacy e il blocco legislativo

Nel 2023 il potere legislativo ha avviato l'iter per ratificare il *CBDC Anti-Surveillance State Act*, proposto dal deputato Tom Emmer e dai suoi sostenitori, e che momentaneamente è un disegno di legge trasmesso al senato, poi deferito alla commissione competente in materia bancaria.

Lo scopo primario del disegno è quello di modificare il *Federal Reserve Act* per ostacolare il percorso iniziato da Biden verso la ricerca e lo sviluppo di una CBDC statunitense. Infatti, il testo normativo stabilisce chiaramente che è fatto divieto per la Federal Reserve di emettere, senza il permesso del Congresso, una valuta digitale che operi al dettaglio (*retail*), sia mediante il modello diretto (Fed-cittadini) che mediante il modello indiretto (Fed-banche commerciali-cittadini). Per di più, il disegno pone anche il divieto (che si potrebbe definire poco utile visti i divieti di emissione sopracitati) di utilizzare la CBDC come strumento di politica monetaria per monitorare tassi, inflazione e quantità di moneta in circolazione.

La *ratio legis* può evincersi facilmente da come Emmer e i suoi sostenitori hanno intitolato la proposta. Il tema principale è il contrasto della sorveglianza, inteso come tutela della privacy e della libertà dei cittadini, considerate prioritarie rispetto alla modernizzazione monetaria dello stato.

Una CBDC, infatti, viene considerata un potenziale strumento di sorveglianza finanziaria, poiché permetterebbe al governo di accedere al controllo di tutti i saldi e tutte le transazioni, e di controllo sociale, poiché, se il denaro fosse programmabile, sarebbe teoricamente possibile impedire l'acquisto di determinati beni o bloccare il denaro di determinati individui senza una motivazione legale (ad esempio, per il semplice fatto di essere oppositori politici)⁴⁸.

3.3.3 I progetti alternativi

Alla luce del blocco legislativo analizzato nel paragrafo precedente per quanto concerne la CBDC *retail*, la Fed tenta di preservare a tutti i costi il sistema a due livelli e difendere la posizione attuale del dollaro come valuta primaria di scambio a livello internazionale

⁴⁸ U.S. CONGRESS, H.R. 5403 - *CBDC Anti-Surveillance State Act*, 118th Congress (2023-2024), Washington D.C.

e *wholesale*. Contestualmente, la volontà è anche quella di sfruttare la tecnologia a registro distribuito con le sue caratteristiche molto funzionali per determinati compiti. Con questo fine, sono stati svolti due esperimenti da parte della New York Fed.

Il primo è il *Regulated Liability Network (RLN) Proof of Concept*. Questo è stato svolto in collaborazione con alcune tra le banche private più importanti e verte su un nuovo modo di intendere il registro distribuito. L'idea pionieristica da cui sorge è creare una piattaforma unica basata su una DLT che fornisca il c.d. “registro condiviso” (*shared ledger*), e testare tale DLT per provare la programmazione dei pagamenti 24/7. Nel registro condiviso coesistono il denaro della banca centrale (*wholesale CBDC*) e il denaro delle banche commerciali (*tokenized deposit*). In questo modo si può consentire l'utilizzo di un registro più compatto, resiliente ed efficiente, senza accentrare tutto il funzionamento e la gestione, ma piuttosto, sfruttando le infrastrutture fornite dalle banche commerciali, che si troverebbero ancora di più al centro del meccanismo⁴⁹.

Il secondo si chiama *Project Cedar Phase II* e riguarda solamente lo scambio di valute tra nazioni. È stato condotto congiuntamente dalla NY Fed e dall'Autorità Monetaria di Singapore (MAS), e ha l'obiettivo di mantenere il dollaro al passo con le innovazioni straniere in materia, almeno in ambito *wholesale*. Il progetto consiste nel provare la funzionalità della DLT nell'effettuare i c.d. *atomic settlement*. Con questo termine, in questo ambito, si fa riferimento al processo in base al quale una serie di operazioni (2 o più) vengono compattate in un'unica operazione indivisibile che preclude stati intermedi. Quindi, il sistema prevede due opzioni: l'operazione “composta” avviene completamente (tutte le operazioni avvengono simultaneamente) o non avviene affatto (nessuna operazione, di quelle che compongono l'operazione “composta”, avviene). Nel contesto di questo esperimento, l'*atomic settlement* viene adoperato, tramite *smart contracts* su una DLT, nell'ambito di pagamenti reciproci e transfrontalieri di valute diverse, poiché l'istantaneità, la simultaneità e la definitività di questo meccanismo consentono di azzerare il rischio di controparte, cioè il rischio di insolvenza di una delle due parti⁵⁰.

⁴⁹ FEDERAL RESERVE BANK OF NEW YORK, *Facilitating Wholesale Digital Asset Settlement. Regulated Liability Network U.S. Proof of Concept Results*, New York Innovation Center

⁵⁰ FEDERAL RESERVE BANK OF NEW YORK & MONETARY AUTHORITY OF SINGAPORE, *Project Cedar Phase II x Ubin+: Improving Wholesale Cross-Border Payments*, New York, Maggio 2023

3.4 Analisi comparata: geopolitica delle CBDC

In questa ultima sezione del capitolo 3, dopo aver analizzato i vari progetti, l'intenzione è quella di fare un sunto e comprendere le conseguenze dell'operato e dei programmi delle tre potenze monetarie più importanti al mondo.

3.4.1 L'egemonia del dollaro e la “dedollarizzazione”

Il tema statunitense è molto probabilmente il più rilevante, poiché attualmente il dollaro rappresenta la moneta più utilizzata e richiesta al mondo a causa dell'esclusività e dell'unicità che vanta nell'ambito degli scambi all'ingrosso e delle riserve di valore a livello globale. Per questo motivo, gli Stati Uniti, disponendo del potere strategico delle c.d. sanzioni, possono escludere qualunque stato o regione dal mercato globale. Di conseguenza, la valuta statunitense è considerata un'arma geopolitica, tanto quanto economica, di notevole efficacia, oltre a mettere il principale stato d'Oltreoceano in una posizione di supremazia indiscussa.

Tale visione è certamente condivisa dalle istituzioni cinesi, che considerano la posizione degli Stati Uniti eccessivamente potente, e, con il progetto dell'e-CNY, mirano a creare un blocco afroasiatico, lungo la c.d. “Nuova Via della Seta”, in cui sia lo Yuan, e non il dollaro, la valuta utilizzata per gli scambi internazionali all'ingrosso. Il progetto cinese, dal canto suo, può contare sul vantaggio del pioniere, possedendo, al contrario degli Stati Uniti, un'infrastruttura, come visto in precedenza, già pienamente funzionante⁵¹.

3.4.2 Oltrepassare lo SWIFT

Nella pratica, il sistema attuale (SWIFT) prevede che banche commerciali di nazioni diverse siano vincolate a seguire un processo che consiste nel far passare i fondi in una catena di banche corrispondenti (*correspondent bank*), che in quasi tutti i casi adoperano il dollaro come valuta ponte, accrescendone strutturalmente l'importanza e il potere. Tuttavia, per eliminare tale vincolo, le banche centrali di Cina, Hong Kong, Thailandia

⁵¹ Atlantic Council GeoEconomics Center, *Dollar Dominance and the Rise of Digital Currencies*, Washington, D.C., 2023

ed Emirati Arabi Uniti, insieme alla BIS hanno condotto il progetto pilota mBridge. MBridge è una piattaforma basata su una DLT che permette alle banche private di nazioni diverse di scambiarsi valuta (sotto forma di CBDC) senza passare per intermediari (come, ad esempio, le banche statunitensi).

Il report di mBridge dimostra che l'esperimento è andato a buon fine, e le CBDC possono rappresentare una leva strategica per eliminare la centralità dello SWIFT e favorire un sistema multipolare, in cui nessuno stato o istituzione monetaria può prevalere sugli altri imponendo unilateralmente sanzioni ad altri stati⁵².

L'implementazione di un sistema del genere a livello continentale o globale condurrebbe a due conseguenze geopolitiche molto rilevanti e non particolarmente incoraggianti per gli Stati Uniti: il dollaro perderebbe lo status di valuta chiave a livello internazionale e, per questa ragione, le sanzioni degli Stati Uniti diventerebbero inefficaci⁵³.

3.4.3 La gestione della privacy e della governance: Il modello stato-centrico, mercato-centrico e regolatorio

Per concludere l'analisi, è essenziale affrontare un ultimo problema in questo capitolo. Finora si è trattato del design delle CBDC, dei modelli strutturali tramite cui potrebbero operare, dei vari progetti, e sono emersi diversi approcci ognuno particolare e motivato a modo proprio.

Tuttavia, il quesito che spicca a questo punto è ben definito da un report dell'Atlantic Council: in un sistema globale in cui ogni transazione viene tracciata, o comunque può essere tracciata, chi tiene il conto e il registro di tutte queste tracce, ma soprattutto, chi afferma il proprio standard di gestione dei dati?

La risposta attualmente non esiste, ma conviene trovare una soluzione, poiché se non venissero creati degli standard comuni di gestione della privacy, un modello potrebbe prevalere sugli altri che sarebbero tenuti ad adeguarsi agli standard di altri modelli.

In particolare, è possibile ipotizzare diversi scenari in base ai differenti modelli presentati da Cina, Europa e Stati Uniti.

⁵² BIS Innovation Hub, *Project mBridge: Connecting economies through CBDC*, Bank for International Settlements, 2022

⁵³ LIPSKY, J., *mBridge is not just a platform, it is a geopolitical signal*, Atlantic Council GeoEconomics Center, 2023

Nel modello cinese, basato sul concetto di anonimato gestito, la privacy è considerata solo orizzontalmente, cioè tra gli utenti e le loro controparti. Infatti, lo Stato può accedere a qualsiasi dato su qualsiasi individuo. Per cui, nel caso in cui fossero le istituzioni cinesi a esportare lo standard di sorveglianza del proprio modello, sarebbe difficile per i paesi d'Occidente mantenere la privacy - diritto fondamentale sia per l'UE che per gli Stati Uniti - a un livello accettabile.

Se il modello, al contrario, venisse imposto dall'UE, si baserebbe sui principi regolatori definiti dal GDPR (*General Data Protection Regulation*), e quindi tutelare la privacy degli utenti sarebbe una priorità nella scelta delle modalità di trattamento dei dati. Tuttavia, le istituzioni europee sono anche particolarmente interessate ad evitare che norme istituite per la protezione dei dati possano involontariamente delegittimare ogni tipo di controllo sulle transazioni e sull'identità degli individui coinvolti, favorendo traffici di denaro poco trasparenti.

Alla luce di quest'ultima considerazione, il modello regolatorio (così viene definito il modello europeo) prevede la protezione completa dei dati per legge nei confronti della controparte, ma anche dello Stato fino a un determinato limite, che viene ritenuto il limite di irrilevanza del flusso di denaro nella lotta al riciclaggio e al finanziamento del terrorismo.

Infine, il modello americano, orientato al mercato, presenta grandi vantaggi e grandi limiti. In particolare, da una parte vanta un settore privato denso e forte composto da banche grandi e forti, e *Big Tech* innovative e molto capitalizzate; dall'altra il settore pubblico è in forte ritardo mancando di una legge federale coesa e soffrendo la polarizzazione politica (evidenziata dal CBDC *Anti-Surveillance Act*).

In definitiva, considerato che il progetto del modello cinese, in questo momento, è in uno stadio assai più avanzato rispetto ai progetti dell'Occidente, tanto che questo vantaggio potrebbe risultare cruciale, urge per l'Unione Europea e per gli Stati Uniti trovare standard di privacy comuni e cercare di farli prevalere sugli standard cinesi, che, altrimenti, preannunciano un sistema di sorveglianza globale a cui sarà assai difficoltoso sottrarsi⁵⁴.

⁵⁴ FANTI G., POCHER N., *Privacy in cross-border digital currency: A transatlantic approach*, Atlantic Council GeoEconomics Center, Washington D.C., Settembre 2022

Capitolo 4

Rischi e sfide della transizione al sistema digitale

INTRODUZIONE

L'implementazione di un sistema di CBDC a livello globale non rappresenta solamente una transizione tecnologica innovativa, ma implica una vera e propria riforma dell'infrastruttura monetaria e finanziaria globale. Infatti, il carattere innovativo e la portata globale di questi progetti comportano rischi inediti che, se non venissero contenuti in modo efficace, potrebbero rendere vano, o addirittura controproducente, l'impegno delle istituzioni nel concretizzare gli obiettivi prefissati.

In questa sezione conclusiva dell'elaborato verranno esaminati i punti cruciali del potenziale passaggio al sistema digitale, forti della consapevolezza teorica (Capitolo 1 e 2) e pratica (Capitolo 3) di come si stanno muovendo le istituzioni in relazione a questo ambizioso programma.

In particolare, gli argomenti di analisi spazieranno dall'attuazione della politica monetaria, al ruolo dell'intermediazione bancaria e finanziaria; dalla sicurezza informatica e operativa al rapporto tra CBDC e valute digitali private, fino ad arrivare al tema di primaria importanza, per quanto ancora molto incerto, riguardante il funzionamento operativo e di governance del sistema sul piano intercontinentale.

4.1 Politica monetaria: rischi e opportunità

4.1.1 Il meccanismo di trasmissione

La CBDC, come già stabilito in precedenza, è definita come una nuova passività della banca centrale che assume forma digitale, è priva di rischio e opera al fianco del contante e dei depositi bancari. Uno dei più rilevanti obiettivi, in base allo "Scenario 4" del report sull'euro digitale, è quello di migliorare la trasmissione della politica monetaria, sia in termini di rapidità, che di efficacia.

Nel sistema odierno la propagazione delle scelte di politica monetaria (*pass-through*) dalla banca centrale al sistema di banche commerciali, e da queste ai cittadini, avviene in modo non sufficientemente veloce ed efficace.

Di conseguenza, le banche centrali, in particolare la BCE, considerano la possibilità di influenzare, tramite un canale diretto, le scelte di allocazione delle risorse del settore non finanziario verso il consumo o l'investimento, servendosi di strumenti come la remunerazione del capitale denominato in CBDC e il relativo aggiustamento dei tassi di interesse (ammettendo, con la dovuta cautela, anche il superamento dello ZLB, come si vedrà nel paragrafo seguente)⁵⁵⁵⁶.

Nonostante i potenziali benefici di questo programma di trasmissione della politica monetaria, il canale diretto in questione rappresenta uno strumento operativamente ambiguo e potenzialmente dirompente per la stabilità sistemica.

Il principale ostacolo è posto dal rischio di contrazione dei fondi detenuti presso le banche commerciali da famiglie e imprese. Effettivamente, nella circostanza in cui l'adozione operativa della CBDC sia elevata, i detentori di depositi presso le banche, probabilmente, li convertirebbero in CBDC conducendo alla suddetta contrazione, e costringendo le banche commerciali a cercare fonti di liquidità alternative per continuare ad operare.

Quale sarà, nella realtà, lo scenario futuro lo rivelerà solo il tempo, ma gli studiosi hanno individuato tre possibili sistemi, che con buona probabilità si susseguiranno poiché sono differenziati a seconda di quanto sia ampia l'adozione della CBDC.

Il primo, attualmente vigente e c.d. *Floor System*, opererà finché l'utilizzo di CBDC risulterà nullo o poco rilevante. La caratteristica distintiva è rappresentata dalla liquidità in abbondanza e dalle riserve in eccesso. Quindi, in questo sistema, i tassi di mercato sono ancorati al tasso che la banca centrale paga alle banche, c.d. *floor*.

Lo step successivo, che si verifica in condizioni di adozione media, è quello intermedio, c.d. *Corridor System*. Con l'utilizzo della CBDC che aumenta sensibilmente, i depositi e le riserve, precedentemente abbondanti, cominciano a esaurirsi, le banche iniziano ad aver bisogno di liquidità, e cercano di soddisfare tale necessità tramite operazioni interbancarie. In questo modo, a causa della carenza di capitale liquido tra gli istituti di credito, i tassi, dal "pavimento" (*floor*) del *Floor System*, crescono verso il "corridoio" (*corridor*).

L'ultimo scenario analizzato è quello che presuppone un'elevata adozione della CBDC, a svantaggio dei depositi bancari, ed è definito *Ceiling System*. In questa fase, liquidità e

⁵⁵ BCE, Report on a digital euro, 2020

⁵⁶ DAVLATOV E., SÁGI J., *The transmission Mechanism of Monetary Policy and Central Bank Digital Currency: A New Monetary Order?*, Journal of Central Bank Theory and Practice, pp.96-98

riserve in eccesso sono un lontano ricordo per le banche, i depositi scarseggiano e risultano certamente insufficienti rispetto al fabbisogno delle stesse, che si troverebbero costrette a sviluppare un meccanismo di prestito (*lending facility*) per ricevere denaro in prestito direttamente dalla banca centrale. Così, i tassi di interesse crescerebbero ulteriormente raggiungendo il “soffitto” (*ceiling*), ovvero il tasso più elevato (tasso di rifinanziamento marginale).

La fattispecie appena descritta crea un problema fondamentale. Infatti, se la previsione è corretta, e quindi all'aumentare dell'adozione della CBDC crescono anche i tassi di interesse (dal “pavimento” al “soffitto”), le banche commerciali dovrebbero sopportare un costo di provvista assai più elevato per finanziarsi e svolgere le proprie attività. Pertanto, le banche vedrebbero i profitti calare, così come calerebbe conseguenzialmente il capitale bancario e l'importo e la quantità dei prestiti erogati dalle stesse e, il verificarsi di tali condizioni, determinerebbe una conseguenza macroeconomica diretta e cruciale: l'economia reale (PIL e investimenti) rallenterebbe in maniera notevole⁵⁷.

4.1.2 Oltrepassare lo Zero Lower Bound (ZLB)

Nel corso degli anni, la politica monetaria si è rivelata poco efficace nei momenti di forte crisi, anche a causa del funzionamento attuale del sistema e della mancanza di strumenti che in situazioni critiche possano consentire un ampio margine di manovra.

Per esempio, attualmente non è possibile attuare una politica che comprenda l'abbassamento dei tassi di interesse sotto lo zero per stimolare l'economia. Infatti, se la banca centrale dovesse oltrepassare lo ZLB, portando i tassi a livelli negativi per far fronte a recessione, rallentamento e crisi, i cittadini sarebbero spinti a prelevare il contante, che rende lo 0%, e tenerlo da parte, peggiorando ulteriormente la situazione.

Nonostante questo, è indubbio che, se esistesse una valuta digitale e si riuscisse a limitare il meccanismo di arbitraggio che si verrebbe a creare tra valuta digitale e valuta contante quando i tassi sono negativi, tale possibilità (di oltrepassare lo ZLB) potrebbe risultare particolarmente utile per stimolare l'economia in momenti di profonda recessione⁵⁸.

⁵⁷ ABAD J., NUNO G., THOMAS C., *CBDC and the operational framework of monetary policy*, BIS Working Papers No. 1126, 2023

⁵⁸ DAVLATOV E., SÁGI J., *The transmission Mechanism of Monetary Policy and Central Bank Digital Currency: A New Monetary Order?*, Journal of Central Bank Theory and Practice, p.106

A questo proposito, sono state considerate due misure che possono rendere fattibile l'implementazione di una politica del genere.

La prima consiste in un sistema che prevede l'applicazione di commissioni che crescono gradualmente sui prelievi, rendendo sfavorevole detenere grandi quantità di denaro liquido e fermo⁵⁹.

La seconda prevede un tasso di cambio variabile, nell'ambito del cambio tra contante e CBDC, che si concretizzerebbe in un lieve deprezzamento del contante, consentendo così di eliminare opportunità di arbitraggio favorite dalla situazione di tassi negativi⁶⁰.

Tuttavia, fino a questo momento, l'attenzione politica e regolatoria è stata rivolta principalmente al primo obiettivo in lista, ovvero fornire uno strumento di pagamento digitale, sicuro e complementare al contante. Infatti, tra gli altri, il report della BCE, pur considerando, a livello teorico, la CBDC nell'ambito della politica monetaria (Scenario 4), ribadisce l'intento prioritario del progetto ed esclude, almeno momentaneamente, politiche di tassi negativi⁶¹.

4.1.3 I potenziali strumenti del futuro

Le istituzioni e gli studiosi, in fase di discussione, hanno considerato diverse opportunità che emergono da questi progetti, e in particolare dalla tecnologia a registro distribuito (DLT), per apportare un miglioramento alle dinamiche del sistema di politica fiscale e monetaria.

In primo luogo, la possibilità di effettuare trasferimenti di denaro diretti dalla banca centrale ai cittadini (c.d. *Helicopter Money*), scavalcando l'intermediazione delle banche commerciali, è teoricamente reale. Durante i periodi di crisi, tale strumento potrebbe rivelarsi molto utile per annullare i ritardi caratteristici del sistema attuale e immettere istantaneamente liquidità nell'economia reale, risolvendo uno dei problemi più rilevanti del sistema di trasmissione delle scelte di politica economica⁶².

Nonostante questo, è evidente che, nella pratica, questa possibilità è stata momentaneamente accantonata con il preventivo respingimento dell'idea di un modello

⁵⁹ BORDO M. D., LEVIN A. T., *Central bank digital currency and the future of monetary policy*, NBER Working Paper n. 23711, 2017, p. 11

⁶⁰ AGARWAL R., KIMBALL M. S., *Enabling Deep Negative Rates to Fight Recessions: A Guide*, IMF Working Paper No.19/84, p.5

⁶¹ BCE, Report on a digital euro, 2020

⁶² DAVLATOV E., SÁGI J., *The transmission Mechanism of Monetary Policy and Central Bank Digital Currency: A New Monetary Order?*, Journal of Central Bank Theory and Practice, p. 105

diretto, e una forte propensione delle istituzioni verso uno dei modelli *two-tier*, che attribuiscono un ruolo fondamentale alle banche commerciali.

Un'ulteriore frontiera interessante riguarda la programmabilità della moneta. A riguardo, una definizione tecnica di moneta programmabile è stata fornita dallo studioso Alexander Lee, che la definisce come un prodotto composto da due elementi, che mediante *smart contracts* divengono uniti, coerenti e inseparabili: la riserva di valore (cioè la qualifica di denaro) e la programmabilità di tale denaro. Quest'ultimo elemento rappresenta le regole temporali in base alle quali il primo elemento, il denaro, può essere utilizzato.

Il carattere fondamentale di questo strumento si ritrova nel concetto di “garanzia di coerenza”, meccanismo che garantisce l'inseparabilità e il contemporaneo funzionamento delle due componenti di valore e di programmabilità e che secondo Lee deve guidare il funzionamento della moneta programmabile. Ciò significa che le regole di utilizzo sono incorporate nel denaro stesso ed è obbligatorio rispettarle per poter utilizzare tale denaro. Idealmente, l'introduzione di questa innovazione potrebbe, in linea teorica, funzionare per sostenere l'economia reale in momenti di recessione⁶³.

Tuttavia, in realtà, almeno per quanto riguarda l'Europa, la prudenza nel considerare e progettare tali strumenti è massima. La BCE, infatti, muove una critica assai giustificata verso la moneta programmabile: non si possono imporre vincoli sulla moneta, altrimenti verrebbe meno la fungibilità della stessa. Un euro deve essere sempre uguale a un euro. Invece, ammettendo la programmabilità, la moneta vincolata temporalmente avrebbe, a causa delle restrizioni che gravano su di essa, un valore inferiore alla moneta che ne è esente.

Alla luce di ciò, la BCE esclude tale possibilità poiché si creerebbe una nuova valuta con un valore variabile a seconda delle regole da rispettare, e ciò è contrario al principio di convertibilità alla pari, considerato fondamentale nel progetto dell'euro digitale⁶⁴.

⁶³LEE A., et al., *What is programmable money?*, FEDS Notes, Board of Governors of the Federal Reserve System, 2021 5

⁶⁴BCE, Report on a digital euro, 2020

4.2 L'impatto sull'intermediazione finanziaria e bancaria

4.2.1 La disintermediazione strutturale e il "Trilemma della CBDC"

Per come sono modellati i progetti di CBDC più avanzati, e a condizione che l'infrastruttura operi come previsto, la CBDC può realmente aumentare l'efficienza del sistema monetario e finanziario. Nonostante ciò, come preannunciato diverse volte, sussistono diversi elementi che potrebbero mettere a rischio la stabilità finanziaria dell'intero sistema.

Uno di questi è rappresentato dal forte rischio di disintermediazione bancaria e conseguente fallimento degli istituti di credito, che emergerebbe come naturale risposta alla struttura e al design della CBDC efficiente.

Nonostante le istituzioni competenti siano assolutamente propense ad adoperare un modello di funzionamento a due livelli e abbiano ritagliato per le banche commerciali un ruolo di fondamentale importanza, la disintermediazione è insita nel funzionamento di una CBDC in un contesto in cui regna la logica del mercato. Questo in ragione del fatto che una CBDC remunerata, e ovviamente priva di rischio di controparte, farebbe concorrenza diretta e forte ai depositi bancari; e, come dimostrato in linea teorica da Fernández-Villaverde, monopolizzerebbe i depositi.

Questo fenomeno accadrebbe perché, se la CBDC dovesse risultare troppo attraente per i portafogli dei cittadini (per motivi di rendimento e sicurezza), la più importante fonte di finanziamento a basso costo delle banche (i depositi) calerebbe drasticamente.

Di conseguenza, quest'ultime sarebbero costrette a ridurre i prestiti e alzare i tassi su quei pochi che concedono (contrazione del credito), causando un inevitabile rallentamento dell'economia reale.

Fernández-Villaverde et al. hanno formalizzato la dinamica evidenziando un trilemma che descrive bene la situazione.

Una banca centrale emette una CBDC con tre obiettivi principali: efficienza sociale, stabilità finanziaria e stabilità dei prezzi. Il trilemma consiste nel rinunciare a uno di questi tre, poiché è impossibile raggiungerli contemporaneamente e la spiegazione è la seguente. Se la CBDC è efficiente, l'obiettivo di efficienza sociale è raggiunto, ma, come appena detto, emergerebbe una forte instabilità finanziaria con particolare riguardo alle banche commerciali. Per risolvere questo problema, e quindi salvare le banche dal fallimento e raggiungere l'obiettivo di stabilità finanziaria, la banca centrale dovrebbe espandere la

base monetaria e immettere liquidità nelle stesse banche, perdendo così il controllo dell'inflazione e mancando l'obiettivo di stabilità dei prezzi⁶⁵.

4.2.2 Il rischio di “digital bank run”

Durante periodi di forte crisi e instabilità, in cui è facile che avvenga una corsa agli sportelli (*bank run*), a causa del fenomeno di disintermediazione causato dalla CBDC potrebbero rapidamente delinearsi conseguenze molto più gravi per il sistema finanziario, e in generale per l'ordine pubblico.

La dinamica è ben spiegata da Bindseil, che inizialmente classifica tecnicamente tre tipi di fughe di capitali, causate da instabilità, incertezza e mancanza di fiducia:

- R1 (*Run to other banks*): fuga di capitale da una banca debole a una forte;
- R2 (*Run to banknotes*): il classico *bank run* fisico per prelevare soldi contanti;
- R3 (*Run to Central Bank*): fuga di capitale verso la banca centrale.

Con la CBDC, il trasferimento di capitali verso la banca centrale (R3), che è una possibilità attualmente riservata solo alle banche commerciali e ad alcune infrastrutture finanziarie, verrebbe estesa a famiglie e imprese, che, specialmente in tempi di crisi, trasferirebbero senza indugio i propri depositi presso la banca centrale, peraltro in maniera molto rapida e senza palesarsi fisicamente in filiale, causando il c.d. “*Digital Bank Run*”.

In aggiunta, Bindseil dimostra empiricamente che la “corsa agli sportelli” in via digitale e verso la banca centrale (R3) mediante la CBDC avverrebbe su scala molto più vasta, e in maniera molto più veloce e deleteria per il sistema rispetto al classico *bank run*, un fenomeno che è già abbastanza problematico. Egli guarda al passato, più precisamente alla crisi del 2008, ed evidenzia che in periodi del genere tutti cercano un rifugio che si ritrova nella passività della banca centrale. Quest'ultima è rappresentata per i cittadini dalle banconote, e per le banche dalle riserve elettroniche presso la banca centrale.

In Europa nel 2008, il volume della corsa alle banconote da parte dei cittadini ha raggiunto i 35 miliardi di euro (un aumento del 13%), mentre quello della corsa alle riserve elettroniche della BCE quasi 200 miliardi di euro (un aumento del 3675%).

⁶⁵ FERNÁNDEZ-VILLAYERDE J., et al., *Central bank digital currency: Central banking for all?*, *Review of Economic Dynamics*, vol. 41, pp. 227 e 235

Il motivo di questa marcata divergenza, secondo Bindseil, è la tecnologia: spostare denaro elettronicamente è semplice, veloce e sicuro, mentre farlo fisicamente è molto più lento, costoso e rischioso⁶⁶.

4.2.3 Le soluzioni: limiti e scaglionamenti

Le considerazioni svolte finora erano già state osservate dalla BCE, che, infatti, ha inserito tra i requisiti fondamentali dell'euro digitale, che la sua funzione è di essere mezzo di pagamento, e non riserva di valore o investimento (*Requirement R8*).

Al fine di raggiungere tale obiettivo, sono state prese in considerazione principalmente due misure di contenimento: i limiti quantitativi e la remunerazione a scaglioni.

Il primo strumento dovrebbe funzionare come tetto massimo di euro digitali che ogni individuo potrebbe possedere. L'ipotesi è una cifra di 3000 euro, la cui eccedenza (causata, ad esempio, da un pagamento in entrata di 3100 euro) dovrebbe essere trasferita in maniera automatica sul conto bancario dell'individuo (meccanismo *Waterfall*). Questo sistema garantirebbe che la CBDC venga utilizzata principalmente come mezzo di pagamento e la liquidità in eccesso continui ad alimentare il settore delle banche commerciali.

Il secondo strumento, lo scaglionamento, opererebbe con una filosofia differente: non vietare la detenzione di grandi capitali denominati in CBDC, ma renderla sconveniente. In particolare, per somme al di sotto della soglia, tipiche dell'uso quotidiano, il tasso sarebbe conveniente oppure pari a zero (equivalente al contante); per somme che eccedono la soglia, il tasso applicato sarebbe penalizzante⁶⁷.

L'operatività di questi strumenti di contenimento è stata testata matematicamente da Assenmacher et al. in un paper per la BIS. Secondo gli autori, giova distinguere disintermediazione lenta (*slow disintermediation*) da disintermediazione veloce (*fast disintermediation*) per comprendere le conseguenze e l'efficacia operativa di tali strumenti.

La prima (*slow*) accadrebbe in tempi normali, poiché, dal momento che la CBDC efficiente sarebbe più attraente dei depositi bancari, li eroderebbe lentamente anche in una situazione di prolungata stabilità.

⁶⁶ BINDSEIL U., *Tiered CBDC and the financial system*, ECB Working Paper Series No. 2351, 2020, pp. 14-15

⁶⁷ BCE, Report on a digital euro, 2020, pp. 17, 18, 28, 32

La seconda (*fast*) avviene in tempi di crisi, in momenti di panico, poiché la CBDC rappresenterebbe un “porto sicuro” istantaneo e senza limiti fisici (come quelli delle banconote).

Assenmacher et al. concludono che l'introduzione di una soglia limite alla quantità di CBDC detenibile potrebbe teoricamente apportare i vantaggi desiderati, bloccando la disintermediazione veloce (nociva per il sistema) in momenti di crisi e panico, ma sfruttando i benefici della disintermediazione lenta (maggiore efficienza nei pagamenti ordinari).

Essi hanno anche stimato, mediante dei test calibrati sull'Eurozona, una soglia ottimale che consentirebbe alla CBDC di essere il mezzo di pagamento più diffuso senza privare le banche commerciali di una quota di depositi sufficiente a farle operare in un regime di normalità.

Infine, hanno chiarito definitivamente che la CBDC migliorerebbe realmente l'economia solo se venissero imposti i limiti di detenzione adatti, altrimenti aumenterebbe l'instabilità e la gravità delle conseguenze di tale instabilità⁶⁸.

4.2 Cybersecurity e resilienza operativa

4.3.1 Il paradosso della centralizzazione

Nell'ambito dell'analisi dell'infrastruttura e dell'architettura adatte a far funzionare la CBDC, emergono diverse sfide progettuali complesse che non ammettono soluzioni univoche.

Dunque, considerando il modello diretto, già analizzato e scartato in precedenza per motivi logistici, in cui tutte le attività concernenti la CBDC sono di responsabilità della banca centrale (centralizzazione totale), Auer e Böhme, in un'analisi condotta per la rivista della BIS, hanno constatato che tale modello è problematico anche dal punto di vista infrastrutturale. Infatti, quest'ultimo concentrerebbe tutto il rischio infrastrutturale in un solo “punto” (*Single Point of Failure*), che, se dovesse essere attaccato con successo o subire un guasto, fermerebbe l'intera economia.

Per mitigare tale rischio sistemico, i due autori sopracitati propongono un modello ibrido, come quello analizzato nei capitoli precedenti, in cui le banche private gestiscono

⁶⁸ ASSENMACHER K., et al., *CBDC and banks: Disintermediating fast and slow*, BIS Working Papers No. 1166, 2024, pp. 25-32

l'infrastruttura di pagamento (come avviene attualmente), e la banca centrale mantiene una copia dei registri di tutte le banche private in caso di fallimento o blocco informatico ai danni di quest'ultime.

Inoltre, lo studio sottolinea che non è obbligatorio utilizzare la blockchain, o comunque una tecnologia a registro distribuito. Questo perché, se da una parte, la DLT assicura un elevato livello di resilienza rispetto all'infrastruttura centralizzata, dall'altra, non garantisce notevoli prestazioni, né un adeguato livello di protezione della privacy⁶⁹.

Tale limite è stato confermato dalla Riksbank, che da anni conduce il progetto e-krona, e fornisce le prove empiriche delle conclusioni raggiunte sul campo⁷⁰.

Quindi, la scelta tecnologico-infrastrutturale in questione rappresenta un *trade-off* tra le prestazioni (ottimali) dei sistemi centralizzati, e la resilienza tipica della DLT.

4.3.2 Il rischio di cyberattacchi avanzati e il rischio del calcolo quantistico

A questo punto, è necessario trattare il critico tema dell'effettiva resilienza operativa dell'intero sistema CBDC con particolare riguardo alla protezione dell'infrastruttura dai cyberattacchi. Su questo argomento, la BIS si è espressa nell'ambito del Project Polaris con presupposti piuttosto allarmanti.

I sistemi di pagamento attuali funzionano su varie infrastrutture a circuito chiuso che risultano complesse da attaccare in modo massiccio ed efficace.

Al contrario, la CBDC opererebbe in un ecosistema inevitabilmente aperto che dovrebbe comprendere un'enorme quantità di connessioni tra l'infrastruttura centrale, i dispositivi degli utenti, i sistemi di pagamento e di cloud gestiti da terze parti, e i dispositivi IoT (*Internet of Things*).

Tale iper-connessione, che sarebbe caratteristica della struttura della CBDC, provocherebbe una grande espansione della superficie d'attacco, rendendo il perimetro esterno della rete non controllabile e aumentando esponenzialmente i punti critici dai quali gli hacker possono accedere al sistema e colpirlo dall'interno.

Quindi, per rendere il controllo e la protezione efficaci, il modello deve operare con una filosofia c.d. "*Zero Trust*" ("nessuna fiducia"), che si fonda sulla disamina di ogni

⁶⁹ AUER R., BÖHME R., *The technology of retail central bank digital currency*, BIS Quarterly Review, 2020, pp. 88-90

⁷⁰ Sveriges Riksbank, E-krona pilot Phase 1 report, 2021, p.12

operazione interna ed esterna, presupponendo l'ostilità di ognuna di queste e la possibilità che il sistema sia stato manomesso in precedenza.

Tuttavia, la sicurezza assoluta, specialmente in ambiti tanto complessi e delicati, non esiste; perciò, le banche centrali, nel creare l'infrastruttura, devono focalizzarsi sull'obiettivo di resilienza operativa. Un sistema resiliente deve essere in grado di continuare ad operare normalmente anche nel mezzo di un cyberattacco⁷¹.

Nel tentativo di raggiungere l'obiettivo di resilienza, le istituzioni dovrebbero oltrepassare l'analisi delle vulnerabilità (*vulnerability assessment*), seguendo i principi fondamentali stabiliti nel 2018 dal G7 per testare la resilienza del sistema a fronte di minacce di penetrazione reali, avanzate e malevole (c.d. *Threat-Led Penetration Testing*)⁷².

Quindi, dopo aver istituito il sistema di TLPT per le infrastrutture critiche, recepito dall'UE con l'adozione del framework TIBER-EU⁷³, lo stesso G7 nel 2021 determina che anche la rete infrastrutturale della CBDC, in quanto critica per la sicurezza, deve essere sottoposta sistematicamente a tale test⁷⁴, mediante simulazioni di attacchi, crisi e minacce, una vera e propria esercitazione di guerra cibernetica; e le simulazioni in questione dovrebbero essere guidate da hacker che operano eticamente, ma con le tecniche e competenze assimilabili a quelle dei potenziali hacker malintenzionati, in modo da poter verificare, con la maggiore accuratezza possibile, la resilienza rispetto ai pericoli reali⁷³. Fino a questo punto l'analisi è stata rivolta ai classici attacchi hacker e malware che minano la cybersecurity, ma purtroppo esistono minacce potenzialmente molto maggiori. Il Project Leap ha studiato la minaccia e ipotizzato le soluzioni nelle due fasi concluse finora.

La radice del problema è da ritrovarsi nel concetto "*Harvest Now, Decrypt Later*" ("Raccogli Ora, Decifra Dopo"), motto che definisce l'operato di alcuni hacker che stanno intercettando i dati criptati delle banche centrali, anche se non sono attualmente in grado

⁷¹ BIS Innovation Hub, Project Polaris: Security and resilience framework for CBDC system, 2023, pp. 7, 8, 12 e 15

⁷² G7 Cyber Expert Group, *G7 Fundamental Elements for Threat-Led Penetration Testing*, 2018

⁷³ BCE, *TIBER-EU Framework: How to implement the European framework for Threat Intelligence-based Ethical Red Teaming*

⁷⁴ G7 Finance Ministers and Central Bank Governors, *Public Policy Principles for Retail Central Bank Digital Currencies*, 2021

di decifrarli, riservandoli al tempo in cui potranno disporre di computer quantistici capaci di farlo (si stimano 10/15 anni).

Nel sistema odierno dei pagamenti, la sicurezza è basata sulla chiave crittografica pubblica, che per un classico computer risulta impossibile da decifrare poiché consiste nella fattorizzazione di numeri enormi.

L'elemento minaccioso è l'algoritmo quantistico (Algoritmo di Shor), che permetterà la falsificazione delle firme digitali, potenzialmente anche di quella della banca centrale, consentendo in linea teorica la creazione di CBDC “abusive” equivalenti a quelle statali. Nonostante il pensiero di computer quantistico conduce la nostra immaginazione verso un futuro che non riusciamo a considerare prossimo, la minaccia è reale e la soluzione richiede la massima urgenza.

Il motivo di tale urgenza, spiegato nel report della Fase 1, è basato sul Teorema di Mosca (tempo di migrazione + tempo di segretezza > tempo del collasso). In particolare, se la stima di 10/15 anni per l'operatività dei computer quantistici è esatta (tempo del collasso) e, ipotizzando un tempo di migrazione dei dati (adattamento di tutto il sistema alla CBDC) di 10 anni, e un tempo di segretezza dei dati (in cui i dati devono restare segreti) di altri 10 anni, le istituzioni hanno già accumulato ritardo sulla tabella di marcia, poiché le ipotesi di cui sopra prevedono che il tempo del collasso precederà il tempo di migrazione e quello di segretezza sommati⁷⁵.

Alla luce di ciò, nella Fase 2, la BIS ha avviato la sperimentazione di soluzioni pratiche, in collaborazione con la Banca di Francia e la Bundesbank che hanno fornito i loro server operativi.

Le possibilità di difesa analizzate sono due: *Post-Quantum Cryptography* (PQC) e *Quantum Key Distribution* (QKD).

Il metodo PQC, la soluzione più probabile, consiste nel generare nuovi algoritmi che mettano in seria difficoltà le capacità computazionali dei computer quantistici.

Invece, il QKD consiste in uno scambio di chiavi, basato sulle leggi della fisica, che nella pratica avviene con la trasmissione di fotoni attraverso specifici canali in fibra ottica. È senz'altro un sistema resiliente, in quanto la fisica ne garantisce l'inviolabilità teorica; tuttavia, sarebbe difficile da installare su tutti i dispositivi.

⁷⁵ BIS Innovation Hub & Eurosystem, *Project Leap: Quantum-proofing the financial system*, 2023

In ogni caso, la soluzione deve avere in sé il concetto di “agilità crittografica”, che, in questo ambito, significa separare logicamente due livelli: lo strato crittografico e lo strato applicativo. In questo modo, anche se lo strato crittografico (meccanismo algoritmico di protezione) viene compromesso o minacciato, l’infrastruttura può continuare a funzionare grazie alla rapida sostituzione modulare degli stessi algoritmi di protezione senza che lo strato applicativo-operativo ne risenta.

L’agilità crittografica così delineata rappresenta un elemento che non può venir meno, perché altrimenti un attacco quantistico ben riuscito costringerebbe la banca centrale a ritirare la moneta paralizzando il sistema⁷⁶.

4.3.3 La resilienza operativa passa dai pagamenti offline

Per concludere il tema della sicurezza e comprendere appieno come raggiungere un elevato livello di resilienza operativa, secondo Kahn et al., occorre richiamare la distinzione tra sistema *account-based* (basato sull’identità) e *token-based* (basato sulla validità dell’oggetto).

Tali autori, infatti, evidenziano che solo il secondo approccio (token) permette transazioni decentralizzate, garantendo la resilienza anche in modalità *Peer-to-Peer* e offline, allo stesso modo del contante⁷⁷.

Tuttavia, la realizzazione pratica di tale modello teorico porta con sé diverse conseguenze e impone la complessa scelta di *trade-off* strutturali, analizzati nell’ambito del Project Polaris.

Ad esempio, nel sistema offline non sussiste un’entità centrale che verifica lo stato dell’infrastruttura e delle transazioni in tempo reale. Ciò garantisce indubbiamente un elevato livello di privacy (garanzia di anonimato), ma espone a un alto rischio di frode, in particolare di *double spending* (fattispecie in cui lo stesso euro viene speso più volte). Per mitigare tale rischio e mantenere la privacy a livelli desiderabili, è necessario che la quantità di CBDC offline sia limitata a livello individuale e che sia stabilito un obbligo di riconnessione online periodica da parte dell’utente per poter utilizzare i propri fondi.

⁷⁶ BIS Innovation Hub & Eurosystem, *Project Leap Phase 2: Quantum-proofing the financial system*, 2024

⁷⁷ KAHN C.M., RIVADENEYRA F., WONG T., *Should the Central Bank issue e-money?*, *Journal of Financial Market Infrastructures*, 2019, pp. 3-5

In aggiunta, per eliminare la possibilità del *double spending*, la sicurezza non può essere limitata al software, ma deve essere affidata anche a componenti hardware isolati da integrare nei dispositivi degli utenti. Questi ultimi elementi, generalmente detti *Hardware Tamper-Resistant*, sono specificatamente definiti *Secure Elements* (SE) o *Trusted Execution Environment* (TEE), e servono a garantire sicurezza nei saldi e nelle transazioni anche offline.

Tuttavia, la modalità offline in questo sistema deve essere concepita come uno stato intermittente, cioè deve consentire le transazioni e la verifica dei saldi senza connessione, ma è quando il dispositivo torna online che le transazioni si ricollegano con il registro centrale per aggiornare lo stato dei conti e verificarne la correttezza. Pertanto, la periodica riconnessione entro un predeterminato arco temporale diviene un requisito essenziale per assicurare la continuità e la sincronizzazione operativa del sistema⁷⁸.

Lo stato attuale del progetto dell'euro digitale evidenzia come la BCE abbia deciso di intraprendere la strada più difficile, ma anche la più sicura: introdurre i *Secure Elements* di cui sopra e, su questi, basare il funzionamento della moneta.

A tal fine, la BCE si è già adoperata per raggiungere il massimo livello di sicurezza e di privacy (*cash-like*) offline, basando tali caratteristiche sull'hardware, oltre che sul software. Peraltro, ha già iniziato a trattare con le aziende produttrici di smartphone per avere accesso ai componenti necessari all'interno dei dispositivi, e a calcolare esattamente i limiti di detenzione ottimali per ben conciliare l'obiettivo di diffusione della CBDC come strumento di pagamento con quello di stabilità finanziaria⁷⁹.

Infine, è il Fondo Monetario Internazionale a confermare la tesi fin qui descritta, espandendo l'analisi alla dimensione sociale e approfondendo quella infrastrutturale.

Il Fintech Note 2025/005, emesso dal FMI e redatto da Tourpe et al., offre una prospettiva più corretta e precisa sulla dinamica riguardante la connessione, evidenziando che nella realtà non esiste una divisione netta tra online e offline, ma, piuttosto, sussistono diversi scenari di connettività limitata (ad esempio, segnale debole o intermittente, server saturi di utenti).

⁷⁸ BIS Innovation Hub, Project Polaris: A high-level design guide for offline payment with CBDC, 2023 pp. 14 e 18

⁷⁹ BCE, *Progress on the preparation phase of a digital euro – Second progress report*, 2024, pp. 10, 11 e 16

Ciò comporta che la definizione di resilienza operativa sia assicurare il funzionamento del sistema dei pagamenti in qualsiasi situazione, indipendentemente dalla presenza o meno di segnale e dalla qualità di quest'ultimo.

In aggiunta, gli autori fanno notare che per risultare realmente resiliente, inclusiva e funzionale, l'architettura di una CBDC non può essere basata sullo smartphone come unico strumento operativo. Perciò risulta necessaria una diversificazione degli strumenti fisici di pagamento, includendo, ad esempio, carte fisiche *hardware-based (Stored-Value Cards)* simili a quelle bancarie, che non necessitano di alimentazione interna e consentono l'utilizzo della valuta anche a chi non possiede dispositivi costosi (ad esempio, individui di bassa fascia reddituale dei paesi emergenti o poveri).

Infine, Troupe et al. rafforzano ulteriormente la loro visione sottolineando che tali caratteristiche (modalità offline e diversificazione degli strumenti utente) non rappresentano un opzionale valore aggiunto, ma un'indispensabile misura che, oltre ai benefici già acclarati, consente di preservare l'operatività del sistema anche in caso di guerre, disastri ambientali, catastrofi o guasti totali delle reti internet⁸⁰.

4.4 Il rapporto tra criptovalute, stablecoin e CBDC: convivenza equilibrata o conflitto?

L'analisi ora si sposta sulle dinamiche di convivenza tra CBDC e valute digitali private. A partire dalle criptovalute che, come vedremo, per diversi motivi non sono considerate in competizione con le valute digitali pubbliche, l'attenzione si focalizzerà sulle stablecoin, per giungere, infine, a confermare la necessità sistemica di una CBDC.

4.4.1 Il fallimento delle criptovalute nella funzione monetaria

Nello scenario odierno, l'analisi delle caratteristiche delle criptovalute, ad esempio Bitcoin, evidenzia chiaramente l'inadeguatezza di queste a svolgere la funzione monetaria.

Nello specifico, le forti oscillazioni che contraddistinguono il valore delle criptovalute le rendono non funzionali all'utilizzo come unità di conto o riserva di valore perché ne compromettono l'elemento distintivo della moneta: la stabilità. Perciò la BIS ha declassato le criptovalute ad asset speculativi (al pari di beni come i diamanti).

⁸⁰ TOURPE H., et al., *Technology Solutions to Support Central Bank Digital Currency with Limited Connectivity*, IMF Fintech Note 2025/005, 2025, pp. 5, 12 e 13

Peraltro, il meccanismo di consenso su cui tali valute sono basate (solitamente PoW) non garantisce la certezza legale del pagamento, la conferma è solo probabilistica, non definitiva come quando si utilizzano contanti o carte di credito, e teoricamente la blockchain potrebbe annullare l'operazione.

La conferma definitiva e la certezza legale del pagamento è garantita solo dalla banca centrale, e perciò su questa deve basarsi il sistema monetario, anche nel caso in cui diventi digitale.

La BIS, inoltre, sottolinea che la moneta deve essere un bene pubblico, ed è proprio l'esperienza delle criptovalute che lo dimostra, poiché ognuna di queste rappresenta un tentativo di privatizzare la moneta che crea i c.d. “*walled gardens*” (giardini chiusi), che generano frammentazione dell'economia, aumento dei costi di transazione, alterazione della certezza e della stabilità del sistema⁸¹.

Ulteriori chiarimenti che confermano il posizionamento delle valute in questione sono stati forniti da Brunnermeier et al. che, oltre a condividere la critica verso i “giardini chiusi” considerati la potenziale causa di inefficienze e confusione nell'economia reale, individuano il c.d. “Trilemma della Scalabilità”. In base a quest'ultimo, è impossibile concentrare in una blockchain le caratteristiche di decentralizzazione (assenza di autorità centrale), sicurezza (resilienza e privacy) e scalabilità (velocità ed efficienza su larga scala). È necessario sacrificare una di queste tre.

L'esempio emblematico è rappresentato da Bitcoin, il quale ha sacrificato la scalabilità a vantaggio di decentralizzazione e sicurezza e, alla luce di ciò, risulta tecnicamente inidoneo a trattare ingenti volumi di transazioni senza prevedere un sistema di intermediari centralizzato⁸².

4.4.2 Le stablecoin: l'apparente stabilità non elimina il rischio di controparte

A differenza delle criptovalute, le stablecoin, come definito nel Capitolo 1, riescono a mitigare il problema della volatilità poiché il loro valore è ancorato a quello di valute *fiat* o altri asset mediamente stabili. Ciò rende una possibile ascesa delle stablecoin più probabile e pericolosa, rispetto alle criptovalute, a livello di competizione con la CBDC.

⁸¹ Bank for International Settlement, CBDCs: an opportunity for the monetary system, Annual Economic Report 2021, pp. 68 e 82

⁸² BRUNNERMEIER M.K., et al., *The Digitalization of Money*, NBER Working Paper No, 26300, 2019, p.6

Tuttavia, anche tali valute digitali private presentano numerosi limiti che rendono del tutto inadeguata l'adozione delle stesse come strumento di pagamento quotidiano. Come evidenziato da Gorton e Zhang, infatti, la moneta pubblica (si pensi all'euro o al dollaro) è *Information-Insensitive*, cioè il valore è insensibile alle informazioni poiché si ritiene indubbia la solidità di emittenti come la BCE o la Fed. Al contrario, le stablecoin sono *Information-Sensitive*, cioè il loro valore è influenzato dalle notizie diffuse riguardo le aziende private che le emettono, fattore che ne riduce notevolmente l'adattabilità a strumento di pagamento.

Gorton e Zhang, con l'intento di chiarire la dinamica, paragonano le stablecoin al fenomeno delle banconote private americane del *Free Banking Era*, tra il 1837 e il 1863, periodo in cui le banche private emettevano pseudo-dollari che solitamente venivano scambiati a sconto (ad esempio, un dollaro "privato" per 95 centesimi pubblici) in base alla fiducia dei cittadini nelle riserve di tali banche.

Il rischio che le stablecoin, se emergono come strumento di pagamento diffuso, possano replicare le instabilità del XIX secolo degli Stati Uniti è considerato rilevante e reale. Ciò è evidenziato chiaramente nel paragone sviluppato dai due autori, nonostante il distacco temporale di quasi 200 anni di storia che hanno determinato mutamenti radicali e reiterati del sistema economico, finanziario e sociale del pianeta⁸³.

Un'ulteriore minaccia, probabilmente anche più pericolosa, è stata menzionata da Panetta e riguarda la geopolitica monetaria. Il rischio in questione è rappresentato dalla perdita della sovranità monetaria a vantaggio delle *Big Tech*. Infatti, se quest'ultime dovessero iniziare a emettere stablecoin con successo, considerando anche l'attività che già svolgono come fornitori di servizi di pagamento, e-commerce e social network, diventerebbero colossi privati ancor più potenti e influenti di quanto già non lo siano.

Alla luce di ciò, Panetta sottolinea che la regolamentazione, nello specifico il MiCA, pur essendo necessaria, si è rivelata tutt'altro che sufficiente. Perciò, per concludere, è obbligatorio per le istituzioni fornire un'alternativa pubblica che renda sconveniente l'uso delle valute digitali private come strumento di pagamento, prevenendo diverse

⁸³ GORTON G. B., ZHANG J., *Taming Wildcat Stablecoins*, University of Chicago Law Review, Vol. 88, 2021 pp. 219-223 e 230

conseguenze gravi, tra cui la perdita della sovranità monetaria a vantaggio del potere privato⁸⁴.

4.4.3 L'ancora monetaria: la necessità sistemica di emettere la CBDC

La soluzione che consente di mitigare i rischi apportati dalle valute private, salvaguardando la sovranità monetaria e l'integrità sistemica è l'emissione di una CBDC ideata come "ancora monetaria".

Nel sistema attuale, dominato da pagamenti elettronici bancari, la fiducia che abilita tali strumenti privati ad operare ed essere ritenuti sicuri è fondata sulla certezza per i cittadini di poter convertire la moneta privata, in qualsiasi momento e alla pari, in moneta pubblica *risk-free* (prelevare contanti in banca).

Tuttavia, come affermato da Piero Cipollone, in un sistema economico rapido, cangiante e in progressiva digitalizzazione, in cui l'uso del contante è in costante riduzione, il meccanismo di convertibilità (depositi-contanti), interpretato come perno fiduciario tra cittadini e banche private, rischia di assumere nel tempo valenza puramente teorica.

Alla luce di ciò, diviene imperativo per le istituzioni monetarie dotare il sistema di una valuta digitale equivalente al contante, ovvero la CBDC, per preservare la c.d. "unicità della moneta" (*singleness of money*). Quest'ultima comprende la garanzia di convertibilità di cui sopra, ma in particolare fa riferimento alla sicurezza che la valuta depositata presso una banca privata abbia lo stesso valore di quella depositata presso un'altra banca o emessa dalla banca centrale⁸⁵.

Quindi questo sistema, insieme ai limiti di detenzione, consente alla CBDC di essere lo strumento che abilita le banche a svolgere la propria attività forti della fiducia dei cittadini.

Quest'ultimo punto è molto importante perché la CBDC non nasce con l'intenzione di monopolizzare il sistema economico-bancario, ma piuttosto con l'obiettivo di proteggerlo, e per farlo è fondamentale la collaborazione degli istituti privati.

⁸⁴ PANETTA F., *The struggle to reshape the international monetary system: Slow- and fast-moving processes*, Whitaker Lecture, 9 Dicembre 2025, pp. 7-9

⁸⁵ CIPOLLONE P., *Shifting payment landscape: what a digital euro will bring*, Keynote speech at Banka Slovenije, 10 luglio 2025, pp. 2 e 3

In questa direzione si muove anche l'opinione della BIS che evidenzia l'inefficienza del sistema di registrazione attuale, un meccanismo frammentato che richiede tempo per la sincronizzazione dei numerosi registri coinvolti nelle varie transazioni.

L'innovazione infrastrutturale sviluppata per migliorare l'efficienza è il "registro unico" (*Unified Ledger*), un'infrastruttura condivisa tra le varie entità, intesa come uno spazio digitale in cui la CBDC è il fulcro e coesiste con i depositi bancari e gli asset finanziari (azioni, obbligazioni, etc.) che sarebbero rappresentati sotto forma di token.

Il ruolo centrale della CBDC sarebbe quello di assolvere la funzione di asset di regolamento finale (*ultimate settlement asset*) e operare istantaneamente (c.d. *atomic settlement*) eliminando il rischio di controparte.

Inoltre, la BIS sostiene che la tecnologia tipica delle valute digitali private, che include potenzialità come la tokenizzazione e la programmabilità tramite *smart contracts*, offre funzionalità più performanti rispetto a quella tradizionale.

Tuttavia, è necessario integrare tali innovazioni in un contesto regolato. A tal proposito, a differenza di quanto accade per criptovalute e stablecoins che operano in sistemi chiusi e rappresentano asset di dubbia affidabilità, la CBDC prevede un'infrastruttura aperta e pubblica, in cui vengono trattati moneta a corso legale e asset reali (azioni, obbligazioni, proprietà immobiliari)⁸⁶.

4.5 La sfida globale: governance coordinata e interoperabilità internazionale

Per concludere l'analisi dell'elaborato occorre osservare la dinamica dal punto di vista globale, sia per quanto riguarda il sistema dei pagamenti transfrontalieri che la governance secondo cui le varie CBDC opereranno.

4.5.1 I problemi dei pagamenti transfrontalieri

Nel sistema odierno, per spostare denaro da un luogo a un altro del pianeta non esiste un sistema rapido e diretto. I pagamenti tra paesi molto lontani, infatti, avvengono mediante il meccanismo c.d. *Correspondent Banking*, delineato precisamente dal CPMI nel 2016. Tale modello prevede una catena di banche intermediarie che fungono da "ponte" per transazioni intercontinentali e hanno conti aperti tra di loro specificatamente per svolgere

⁸⁶ Bank for International Settlement, Annual Economic Report 2023, Capitolo 3: Blueprint for the future of monetary system, 2023, pp. 86-92

questa funzione. Ciò rende la trasmissione di capitali troppo lenta e rischiosa poiché il denaro transita nei bilanci di più banche.

Peraltro, le banche che svolgono tale attività sono costrette a immobilizzare risorse sui conti delle banche estere (*correspondent banks*) per assicurarsi che le transazioni siano effettuate con successo, riducendo notevolmente la produttività dei capitali e sacrificando notevolmente l'efficienza⁸⁷.

Per questo motivo sta emergendo il fenomeno del *de-risking*: le grandi banche stanno progressivamente perdendo interesse ad intessere rapporti con le banche di paesi piccoli o poveri, che in tal caso finirebbero per essere esclusi dal sistema finanziario globale.

Questo poiché i proventi derivanti da tali aree geografiche non sono ritenuti abbastanza sostanziosi da giustificare i costi del mantenimento di tali relazioni, considerando anche i numerosi controlli contro antiriciclaggio che devono essere svolti per ogni transazione, specialmente quando riguardano giurisdizioni ad alto rischio⁸⁸.

Successivamente, nel 2020 il G20 ha individuato le c.d. “quattro frizioni” che rendono insostenibile il sistema sopra descritto.

Il primo problema è rappresentato dai costi di transazione elevati che si creano poiché ogni banca che prende parte al meccanismo di trasferimento trattiene una commissione di servizio, nonché dai costi di cambio valuta che spesso risultano poco trasparenti.

Poi, sussiste la questione della lentezza con cui avvengono le transazioni a causa dei diversi fusi orari delle sedi bancarie e dei conseguenti disallineamenti temporali tra i diversi istituti che non consentono al sistema di operare ininterrottamente.

Ulteriore problematica risiede nella difficoltà che incontrano imprese o individui operanti in paesi emergenti, piccoli o poveri ad accedere a banche di paesi sviluppati per validare le loro transazioni.

Infine, la quarta frizione è legata al basso livello di trasparenza che caratterizza il percorso del denaro tra le varie banche sparse per il pianeta, nonché l'effettivo importo che giungerà a destinazione al netto delle commissioni bancarie.

⁸⁷ Committee on Payments and Market Infrastructures (CPMI), Correspondent banking, Bank for International Settlements, Luglio 2016, pp. 9-11 e 15-18

⁸⁸ RICE T., VON PETER G., BOAR C., On the global retreat of correspondent banks, BIS Quarterly Review, 2020, pp. 37 e 46

Con l'intento di superare questi quattro ostacoli, l'interoperabilità tra le diverse CBDC sarà alla base dello schema di funzionamento globale dell'ecosistema delle valute digitali emesse dalle banche centrali⁸⁹.

4.5.2 I 3 modelli di interoperabilità e connessione

Acclarato che, per superare la frammentazione sistemica, non basta emettere CBDC nazionali o continentali, ma serve implementare uno schema di interoperabilità, nel 2022 il G20 ha determinato tre modelli principali che potrebbero abilitare i diversi sistemi di pagamento locali ad allinearsi e collaborare per creare un sistema uniforme ed efficiente a livello globale.

Lo schema basato sulla compatibilità (*compatibility*) prevede la creazione di standard comuni che normalizzino il linguaggio di trasmissione dei dati facilitandone la condivisione. È un sistema facile da applicare ma debole, poiché non risolve alla radice il problema della catena di intermediari che aumentano costi e tempi.

Il modello di interconnessione (*interlinking*) si basa su un collegamento tecnico o un *gateway* (un dispositivo che collega due reti diverse) che faccia da “ponte” tra i sistemi nazionali o sovranazionali che sono separati ma connessi tra di loro. Se da una parte, l'interconnessione rappresenta una soluzione valida perché consente l'automatizzazione delle transazioni globali, risolvendo così il problema dei numerosi intermediari, dall'altra presenta ancora limiti strutturali, poiché la transazione non è istantanea (atomica) e i registri sono separati.

Il modello più evoluto è il Sistema Unico (*Single System* o mCBDC), il cui progetto è quello di collaborare tra banche centrali costruendo un'unica infrastruttura condivisa, che non prevede collegamenti o connessioni perché semplicemente racchiude tutte le transazioni. Offrendo tale uniformità sistemica naturale, questo è certamente il modello che, se dovesse essere sviluppato, avrebbe più probabilità di risolvere le varie problematiche in materia poiché elimina ogni necessità di riconciliazione tra i diversi istituti bancari. Tuttavia, è evidente che questa opzione rappresenta una sfida molto

⁸⁹ Committee on Payments and Market Infrastructures (CPMI), Enhancing cross-border payments: building blocks of a global roadmap, Bank for International Settlements, Ottobre 2020, pp. 1-2

ambiziosa per le istituzioni monetarie di tutto il mondo, sia sul lato tecnico-infrastrutturale che su quello di collaborazione geopolitica e finanziaria⁹⁰.

Quest'ultimo modello teorico ha avuto applicazione pratica nell'ambito del Project mBridge, già considerato nel Capitolo 3, che ha visto Hong Kong, Thailandia, Cina ed Emirati Arabi Uniti creare una blockchain *permissioned* per accedere, emettere e scambiare direttamente CBDC diverse mediante il meccanismo PvP (*Payment versus Payment*) che assicura la simultaneità dei pagamenti.

I risultati del test sono stati eccellenti: i tempi sono minimi, i costi ridotti significativamente dall'assenza delle commissioni delle banche corrispondenti e la liquidità è gestita in modo produttivo⁹¹.

4.5.3 Il bisogno di uniformare la governance a livello globale

Per concludere, è di fondamentale importanza focalizzarsi sulle modalità di convivenza e coordinamento tra le diverse CBDC. Il tema è ben definito da Prasad nel suo libro "*The Future of Money*", in cui analizza come le valute digitali potrebbero spostare gli equilibri mondiali.

Egli sostiene che il predominio del dollaro potrebbe subire un ridimensionamento significativo a vantaggio di una CBDC transfrontaliera efficiente, presumibilmente lo Yuan digitale, il cui progetto è già in fase avanzata di sperimentazione pratica e continua ad acquisire vantaggio sul dollaro digitale, attualmente in fase di stallo.

Questa dinamica potrebbe inasprire ulteriormente i rapporti geopolitici tra occidente e oriente, e rischia di spaccare il mondo in due blocchi digitali contrapposti: da una parte Europa e Stati Uniti, dall'altra i paesi asiatici guidati dalla Cina.

Inoltre, Prasad evidenzia che, se una CBDC è efficiente, facile da usare e accessibile all'estero, emerge un notevole rischio per la sovranità monetaria dei paesi più deboli. Questo perché i cittadini delle economie povere o emergenti potrebbero iniziare a preferire tale CBDC estera rispetto alla moneta locale, solitamente debole e instabile, dando vita al fenomeno della "Dollarizzazione digitale" (o *Currency Substitution*)⁹².

⁹⁰ Committee on Payments and Market Infrastructures (CPMI), Options for access to and interoperability of CBDCs for cross-border payments: Report to the G20, Bank for International Settlements, Luglio 2022, pp.14-15

⁹¹ BIS Innovation Hub, *Project mBridge: Connecting economies through CBDC*, Bank for International Settlements, 2022, pp. 6, 8, 23, 24

⁹² PRASAD S. E., *The Future of Money: How the Digital Revolution Is Transforming Currencies and Finance*, The Belknap Press of Harvard University Press, 2021, pp. 245-250

Al fine di coordinare l'attività globale per mitigare i rischi evidenziati da Prasad, Adrian et al., per conto del FMI, hanno proposto di creare Piattaforme Transfrontaliere di Pagamento e Contrattazione (*Cross-Border Payment and Contracting Platforms* o *XC Platforms*).

In questo modo intendono evitare il collegamento bilaterale tra le singole banche centrali, considerato lento e complesso, a favore di un'unica interfaccia globale comune più rapida. Il sistema sarebbe gestito da un'istituzione internazionale neutrale o un consorzio di banche centrali e dovrebbe imporre regole uniformi e uguali per tutti per contrastare il riciclaggio, adeguare la compliance e affermare l'identità digitale.

In conclusione, è evidente che per raggiungere l'obiettivo di centralità della CBDC nel sistema economico digitale che si è sviluppato, non basta implementare un'architettura tecnologica adatta. È necessario che, nelle diverse dimensioni considerate, siano fatte scelte strategiche per individuare il *trade-off* tra sovranità nazionale ed efficienza globale che sia funzionale a posizionare la CBDC come pilastro monetario⁹³.

⁹³ ADRIAN T. et al., *The Rise of Payment and Contracting Platforms*, Fintech Note 2023/005, International Monetary Fund (IMF), Giugno 2023, pp. 6-9

Conclusione

I risultati e le risposte alle domande di ricerca

Il presente elaborato aveva come obiettivo principale l'analisi del progressivo mutamento della rappresentazione della ricchezza verso una forma digitalizzata, soffermando l'attenzione sul tassello mancante che permetterebbe alle istituzioni monetarie di prendere il controllo di tale cambiamento: le *Central Bank Digital Currencies* (CBDC).

Le CBDC si sviluppano come presa di posizione istituzionale nei confronti di diversi fenomeni collegati. In particolare, la diffusione di valute digitali private, considerate una grande innovazione tecnologico-infrastrutturale ma anche una minaccia per la stabilità sistemica, e la digitalizzazione dei pagamenti, che favorisce l'efficienza e potenzialmente potrebbe garantire un alto livello di sicurezza, hanno spinto le istituzioni ad agire in questo ambito.

L'analisi svolta evidenzia in primis i problemi intrinseci di criptovalute e stablecoin, rivelatesi pericolose per la stabilità finanziaria e la sovranità monetaria, e ritenute inadatte a fungere da strumento di pagamento per diversi motivi: la volatilità, le limitazioni strutturali, la difficile operatività su larghissima scala e la gestione privata di tali valute. Tuttavia, la spinta innovativa portata dall'infrastruttura decentralizzata caratteristica delle valute private ha suscitato l'interesse e fornito ispirazione al settore pubblico.

Successivamente, focalizzando l'attenzione sull'aspetto teorico delle valute digitali pubbliche, la ricerca ha mostrato che quest'ultime si stanno sviluppando in maniera distinta rispetto a quelle private e come una necessità sistemica imminente.

Lo schema di funzionamento pratico, come visto, è ancora parzialmente in via di costruzione, ma, con ragionevole probabilità, in particolar modo per l'euro digitale, il modello intermediato o ibrido rappresenta il riferimento per lo schema definitivo. Questo perché la presenza delle banche commerciali è strettamente necessaria per evitare il sovraccarico operativo in capo alle banche centrali e sfruttare la base distributiva intermediata già operante. Tuttavia, sussistono ancora incertezze sul grado di centralizzazione dell'infrastruttura, anche se vari esperimenti hanno confermato la adattabilità di diverse opzioni alle necessità emerse.

A questo proposito un miglioramento proposto dalla BIS consiste nell'*Unified Ledger*, piattaforma in cui conviverebbero moneta pubblica, depositi bancari e asset privati, con la prima che fungerebbe da strumento di regolamento al pari della moneta fisica.

Per quanto riguarda l'equilibrio privacy-trasparenza, dall'analisi risulta evidente l'impossibilità, dovuta al rispetto delle norme antiriciclaggio, di operare in completo anonimato (*cash-like*) per transazioni di qualsiasi importo. Tuttavia, viene violato il diritto alla privacy se tutte le operazioni avvengono in modo pienamente trasparente e tracciato per le autorità. Il compromesso ottimale tra trasparenza e riservatezza prevede l'anonimato per i piccoli importi, il tracciamento per quelli grandi, ed è definito *privacy by design* o selettiva.

Infine, sebbene sistema in costruzione vanti una chiara solidità progettuale e un notevole impegno da parte delle istituzioni, è di fondamentale importanza precisare che ci sono diverse sfide pratiche complesse che verranno affrontate con il tempo, anche una volta implementato il sistema, e che sono cruciali, in una certa misura anche più delle sfide teoriche di progettazione e design.

I temi, infatti, più incerti e determinanti riguardano: la garanzia di sicurezza e resilienza nel lungo periodo (con particolare riferimento alla minaccia della tecnologia quantistica), la convivenza tra CBDC e valute digitali private, ma soprattutto la creazione di uno schema coordinato e interoperabile a livello globale tra le diverse CBDC nazionali e sovranazionali.

Implicazioni per istituzioni finanziarie e policy maker

Per concludere l'elaborato, ora è necessario comprendere cosa emerge dalla ricerca svolta con riguardo ai prossimi passi da fare e agli stimoli con cui devono operare i vari attori pubblici e privati per portare a termine questo ambizioso progetto con successo.

Per quanto concerne le banche centrali, l'imperativo è operare in stretta collaborazione con le banche private e sfruttare i vantaggi che queste possono apportare in termini di decentralizzazione del rischio, efficienza e rapidità operativa, concorrenza nel mercato creditizio e conoscenza della clientela. A tal proposito, le banche centrali devono garantire il rispetto delle dinamiche concorrenziali in ambito bancario, includendo il settore privato

nel progetto e affidando loro un ruolo operativo importante, come quello che ricoprono nel sistema odierno.

Allo stesso tempo, le stesse banche commerciali devono innovare, guidate e accompagnate dalle istituzioni monetarie, per raggiungere gli obiettivi di quest'ultime, e cogliere la preziosa opportunità di migliorare la loro attività, oltre ad innescare un progresso sociale virtuoso che ne migliorerebbe la reputazione collettiva.

Il funzionamento di questo meccanismo dipende in particolar modo dal potere legislativo, che deve legittimare questi progetti e stabilire dal primo momento un quadro regolatorio chiaro ed efficace, invece di attendere passivamente l'insorgere dei problemi e iniziare a cercare soluzioni quando si sono già manifestati i primi segnali concreti di rischio.

Al di là di tali prescrizioni che gravano sulle istituzioni pubbliche e private, ciò che potrebbe avere un forte impatto in materia è la situazione geopolitica. A riguardo emergono diversi quesiti a cui solo il tempo darà una risposta, e con i quali si intende chiudere la presente ricerca.

Sarà una CBDC, e quindi un potere nazionale, a prevalere sulle altre e a imporre i propri standard oppure il sistema sarà più equo e inclusivo, e ci saranno diverse CBDC che coesistono senza una decisiva supremazia?

Le *Big Tech* avranno un ruolo? Se sì, come influenzerebbero le dinamiche nello scacchiere di gestione delle CBDC?

Riusciranno le CBDC a servire anche i mercati emergenti e sottosviluppati, come Asia e Africa, in modo efficace e inclusivo?

E, infine, cosa sarebbero disposte a fare le due grandi potenze (USA e Cina) per far prevalere il proprio modello? Lo scenario geopolitico si inasprirà ulteriormente a causa di questa contesa? Si va verso ulteriori scenari di guerra o si cercherà di trovare una soluzione meno drastica?

BIBLIOGRAFIA

Abad J., Nuno G., Thomas C., *CBDC and the operational framework of monetary policy*, BIS Working Papers No. 1126, 2023.

Adrian T. et al., *The Rise of Payment and Contracting Platforms*, Fintech Note 2023/005, International Monetary Fund (IMF), Giugno 2023, pp. 6-9.

Agarwal R., Kimball M. S., *Enabling Deep Negative Rates to Fight Recessions: A Guide*, IMF Working Paper No.19/84.

Aramonte S., Huang W., Schrimpf A., *DeFi risks and the decentralization illusion*, BIS Quarterly Review, a. LXIII, n.4 (Dicembre 2021), pp. 21-28.

Assenmacher K. et al., *CBDC and banks: Disintermediating fast and slow*, BIS Working Papers No.1166, 2024, pp. 25-32.

Atlantic Council, *Central Bank Digital Currency (CBDC) Tracker*, GeoEconomics Center, Washington D.C.

Atlantic Council GeoEconomics Center, *Dollar Dominance and the Rise of Digital Currencies*, Washington, D.C, 2023.

Auer R., Böhme R., *The technology of retail central bank digital currency*, BIS Quarterly Review, 2020, pp. 88-90.

Bank for International Settlements (BIS), *Annual Economic Report 2021*, capitolo "CBDCs: an opportunity for the monetary system", 2021.

Bank for International Settlements (BIS), *Annual Economic Report 2022*, Chapter III: "The future monetary system", Giugno 2022, pp. 79-82.

Bank for International Settlements (BIS), *Annual Economic Report 2023*, Capitolo 3: "Blueprint for the future of monetary system", 2023, pp. 86-92.

Bank for International Settlements (BIS), *Financial stability risks from cryptoassets in emerging market economies*, BIS Papers a.LXIV n.138 (Agosto 2023).

BCE, *A stocktake on the digital euro – Summary report on the investigation phase*, 18 ottobre 2023, pp. 6-7.

BCE, *Digital euro privacy options*, 2022.

BCE, *Progress on the preparation phase of a digital euro – Second progress report*, 2024, pp. 10, 11 e 16.

BCE, *Report on a digital euro*, 2020.

BCE, *TIBER-EU Framework: How to implement the European framework for Threat Intelligence-based Ethical Red Teaming*.

Bech M.L., Garratt R., *Central Bank Cryptocurrencies*, BIS Quarterly Review, Settembre 2017, pp. 57-60.

Bindseil U., *Tiered CBDC and the financial system*, ECB Working Paper Series No. 2351, 2020, pp. 14-15.

BIS Innovation Hub, *Project mBridge: Connecting economies through CBDC*, Bank for International Settlements, 2022.

BIS Innovation Hub, *Project Polaris: A high-level design guide for offline payment with CBDC*, 2023, pp. 14 e 18.

BIS Innovation Hub, *Project Polaris: Security and resilience framework for CBDC system*, 2023, pp. 7, 8, 12 e 15.

BIS Innovation Hub & Eurosystem, *Project Leap: Quantum-proofing the financial system*, 2023.

BIS Innovation Hub & Eurosystem, *Project Leap Phase 2: Quantum-proofing the financial system*, 2024.

Board of Governors of the Federal Reserve System, *Money and Payments: The U.S. Dollar in the Age of Digital Transformation*, Washington D.C., Gennaio 2022.

Bordo M.D., Levin A.T., *Central Bank Digital Currency and the Future of Monetary Policy*, NBER Working Paper No. 23711, 2017.

Borsa Italiana, *Blockchain: cos'è e come funziona*, 15 maggio 2022.

Brunnermeier M.K. et al., *The Digitalization of Money*, NBER Working Paper No. 26300, 2019, p. 6.

China Daily, *Digital yuan SIM card hard wallet launched*, Pechino, 12 Luglio 2023.

Cipollone P., *Shifting payment landscape: what a digital euro will bring*, Keynote speech at Banka Slovenije, 10 luglio 2025, pp. 2 e 3.

Commissione Europea, *Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio relativo all'istituzione dell'euro digitale*, Artt. 7, 13, 14, 16, 17, 22, 34-37.

Committee on Payments and Market Infrastructures (CPMI), *Correspondent banking*, Bank for International Settlements, Luglio 2016, pp. 9-11 e 15-18.

Committee on Payments and Market Infrastructures (CPMI), *Enhancing cross-border payments: building blocks of a global roadmap*, Bank for International Settlements, Ottobre 2020, pp. 1-2.

Committee on Payments and Market Infrastructures (CPMI), *Options for access to and interoperability of CBDCs for cross-border payments: Report to the G20*, Bank for International Settlements, Luglio 2022, pp. 14-15.

Congressional Research Service (CRS), *Stablecoin: Background and Policy Issues*, IF11968, 10 novembre 2021.

Consob, *Criptovalute*, consultato il 17/10/2025. Disponibile su: <https://www.consob.it/web/investor-education/criptovalute>

Davlatov E., Sági J., *The transmission Mechanism of Monetary Policy and Central Bank Digital Currency: A New Monetary Order?*, Journal of Central Bank Theory and Practice.

European Securities and Markets Authority (ESMA), *Crypto-assets and their risk for financial stability*, ESMA TRV Risk Analysis, 4 ottobre 2022, pp. 7-9.

Fanti G., Pocher N., *Privacy in cross-border digital currency: A transatlantic approach*, Atlantic Council GeoEconomics Center, Washington D.C., Settembre 2022.

Federal Reserve Bank of New York, *Facilitating Wholesale Digital Asset Settlement. Regulated Liability Network U.S. Proof of Concept Results*, New York Innovation Center.

Federal Reserve Bank of New York & Monetary Authority of Singapore, *Project Cedar Phase II x Ubin+: Improving Wholesale Cross-Border Payments*, New York, Maggio 2023.

Fernández-Villaverde J. et al., *Central bank digital currency: Central banking for all?*, Review of Economic Dynamics, vol. 41.

Financial Stability Board (FSB), *Assessment of risks to financial stability from crypto-assets*, Report to the G20 a.II, n.1 (16 febbraio 2022), pp. 1-12.

Financial Stability Board (FSB), *The Financial Stability Risks of Decentralised Finance*, 16 febbraio 2023, pp. 17-19.

G7 Cyber Expert Group, *G7 Fundamental Elements for Threat-Led Penetration Testing*, 2018.

G7 Finance Ministers and Central Bank Governors, *Public Policy Principles for Retail Central Bank Digital Currencies*, 2021.

Gorton G. B., Zhang J., *Taming Wildcat Stablecoins*, University of Chicago Law Review, Vol. 88, 2021, pp. 219-223 e 230.

Hussein Z., Salama May A., El-Rahman Sahar A., *Evolution of blockchain consensus algorithms: a review on the latest milestone of blockchain consensus algorithms*, Cybersecurity a. VI, n.30 (2023).

Kahn C. M., Roberds W., *Why pay? An introduction to payments economics*, Journal of Financial Intermediation, vol. 18, n.1, Gennaio 2009.

Kahn C.M., Rivadeneyra F., Wong T., *Should the Central Bank issue e-money?*, Journal of Financial Market Infrastructures, 2019, pp. 3-5.

Lee A. et al., *What is programmable money?*, FEDS Notes, Board of Governors of the Federal Reserve System, 2021.

Lipsky J., *mBridge is not just a platform, it is a geopolitical signal*, Atlantic Council GeoEconomics Center, 2023.

Meaning J., Dyson B., *Broadening narrow money: monetary policy*, Bank of England Staff Working Paper, n. 724, London, 2018, p. 13 e p. 23.

Ministry of Commerce (PRC), *Notice on the expansion of the digital yuan pilot program*, Pechino, 2023.

Panetta F., *The struggle to reshape the international monetary system: Slow- and fast-moving processes*, Whitaker Lecture, 9 Dicembre 2025, pp. 7-9.

People's Bank of China (PBoC), *Progress of Research & Development of E-CNY in China*, Working Group on E-CNY, Pechino, Luglio 2021, Sezione 3.3.

Prasad S. E., *The Future of Money: How the Digital Revolution Is Transforming Currencies and Finance*, The Belknap Press of Harvard University Press, 2021, pp. 245-250.

Public law 119-27, *Guiding and Establishing National Innovation for U.S. Stablecoin Act (GENIUS Act)*, 119th Congress, 139 Stat. 419 (2025).

PwC, *Global Crypto Regulation Report 2025: Navigating the Global Landscape*, marzo 2025.

Regolamento (UE) 2022/2554 del Parlamento Europeo e del Consiglio (14 dicembre 2022), *della resilienza operativa digitale per il settore finanziario*, Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea.

Regolamento (UE) 2023/1114 del Parlamento Europeo e del Consiglio Europeo (31 maggio 2023), *Sui mercati dei crypto-asset*, Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, 9 giugno 2023.

Regolamento (UE) 2024/1620 del Parlamento Europeo e del Consiglio Europeo (31 maggio 2024), *che istituisce l'Autorità per la lotta al riciclaggio e al finanziamento del terrorismo*, Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea.

REUTERS, *China's central bank says to promote digital yuan, multi-polar currency system*, Shanghai, 18 Giugno 2025.

Rice T., Von Peter G., Boar C., *On the global retreat of correspondent banks*, BIS Quarterly Review, 2020, pp. 37 e 46.

South China Morning Post, *China's digital currency will not compete with mobile payment apps WeChat and Alipay, says central bank official*, Hong Kong, 25 Ottobre 2020.

Sveriges Riksbank, *E-krona pilot Phase 1 report*, 2021, p. 12.

The White House, *Executive Order 14067 on Ensuring Responsible Development of Digital Assets*, in «Federal Register», Vol. 87, No. 49, Washington D.C., 9 Marzo 2022.

Tourpe H. et al., *Technology Solutions to Support Central Bank Digital Currency with Limited Connectivity*, IMF Fintech Note 2025/005, 2025, pp. 5, 12 e 13.

U.S. Congress, *H.R. 5403 - CBDC Anti-Surveillance State Act*, 118th Congress (2023-2024), Washington D.C.

U.S. District Court for the Eastern District of New York, *Memorandum and order (CFTC vs McDonnell)*, 332 F. Supp. 3d 641 (E.D.N.Y. 2018), 23 agosto 2018, p. 8.

U.S. Securities and Exchange Commission (SEC), Division of Corporation Finance, *Framework for Investment Contract Analysis of Digital Assets*, 3 aprile 2019.

U.S. Securities and Exchange Commission (SEC), Division of Corporation Finance, *Statements on Stablecoin*, 4 aprile 2025.

Vyas A., Nadkar L., Shah S., *Critical Connection of Blockchain Development Platforms*, International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE), a. VIII, n. 9 S2, luglio 2019, pp. 380-384.

World Bank Group, *Payment Aspect of the Financial Inclusion in the Fintech Era*, 2020, pp. 10-15.

SITOGRAFIA

ABAD J., NUNO G., THOMAS C., CBDC and the operational framework of monetary policy, 2023, al sito <https://www.bis.org/publ/work1126.htm>.

ADRIAN T. ET AL., The Rise of Payment and Contracting Platforms, 2023, al sito <https://www.imf.org/en/Publications/fintech-notes/Issues/2023/06/07/The-Rise-of-Payment-and-Contracting-Platforms-533470>.

AGARWAL R., KIMBALL M. S., Enabling Deep Negative Rates to Fight Recessions: A Guide, 2019, al sito <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2019/04/29/Enabling-Deep-Negative-Rates-to-Fight-Recessions-A-Guide-46637>.

ARAMONTE S., HUANG W., SCHRIMPF A., DeFi risks and the decentralization illusion, 2021, al sito https://www.bis.org/publ/qtrpdf/r_qt2112b.htm.

ASSENMACHER K. ET AL., CBDC and banks: Disintermediating fast and slow, 2024, al sito <https://www.bis.org/publ/work1166.htm>.

ATLANTIC COUNCIL, Central Bank Digital Currency (CBDC) Tracker, al sito <https://www.atlanticcouncil.org/cbdctracker/>.

ATLANTIC COUNCIL GEOECONOMICS CENTER, Dollar Dominance and the Rise of Digital Currencies, 2023, al sito <https://www.atlanticcouncil.org/in-depth-research-reports/report/dollar-dominance-and-the-rise-of-digital-currencies/>.

AUER R., BÖHME R., The technology of retail central bank digital currency, 2020, al sito https://www.bis.org/publ/qtrpdf/r_qt2003j.htm.

BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS (BIS), Annual Economic Report 2021, capitolo "CBDCs: an opportunity for the monetary system", 2021, al sito <https://www.bis.org/publ/arpdf/ar2021e3.htm>.

BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS (BIS), Annual Economic Report 2022, Chapter III: "The future monetary system", 2022, al sito <https://www.bis.org/publ/arpdf/ar2022e3.htm>.

BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS (BIS), Annual Economic Report 2023, Capitolo 3: "Blueprint for the future of monetary system", 2023, al sito <https://www.bis.org/publ/arpdf/ar2023e3.htm>.

BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS (BIS), Financial stability risks from cryptoassets in emerging market economies, 2023, al sito <https://www.bis.org/publ/bppdf/bispap138.htm>.

BCE, A stocktake on the digital euro – Summary report on the investigation phase, 2023, al sito https://www.ecb.europa.eu/paym/digital_euro/investigation/profuse/shared/files/dedocs/ecb.dedocs231018.en.pdf.

BCE, Digital euro privacy options, 2022, al sito https://www.ecb.europa.eu/paym/digital_euro/shared/pdf/TEG_Privacy_options.pdf.

BCE, Progress on the preparation phase of a digital euro – Second progress report, 2024, al sito https://www.ecb.europa.eu/paym/digital_euro/preparation/shared/pdf/ecb.dedocs240624_progress_report_en.pdf.

BCE, Report on a digital euro, 2020, al sito https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/Report_on_a_digital_euro~4d7268b458.en.pdf.

BCE, TIBER-EU Framework: How to implement the European framework for Threat Intelligence-based Ethical Red Teaming, 2018, al sito <https://www.ecb.europa.eu/paym/cyber-resilience/tiber-eu/html/index.en.html>.

BECH M.L., GARRATT R., Central Bank Cryptocurrencies, BIS Quarterly Review, Settembre 2017, al sito https://www.bis.org/publ/qtrpdf/r_qt1709f.htm.

BINDSEIL U., Tiered CBDC and the financial system, ECB Working Paper Series No. 2351, 2020, al sito <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecb.wp2351~c8c18bbd60.en.pdf>.

BIS INNOVATION HUB, Project mBridge: Connecting economies through CBDC, 2022, al sito <https://www.bis.org/publ/othp59.htm>.

BIS INNOVATION HUB, Project Polaris: A high-level design guide for offline payment with CBDC, 2023, al sito <https://www.bis.org/publ/othp64.htm>.

BIS INNOVATION HUB, Project Polaris: Security and resilience framework for CBDC system, 2023, al sito <https://www.bis.org/publ/othp69.htm>.

BIS INNOVATION HUB & EUROSISTEM, Project Leap: Quantum-proofing the financial system, 2023, al sito <https://www.bis.org/publ/othp67.htm>.

BIS INNOVATION HUB & EUROSISTEM, Project Leap Phase 2: Quantum-proofing the financial system, 2024, al sito <https://www.bis.org/publ/othp85.htm>.

BOARD OF GOVERNORS OF THE FEDERAL RESERVE SYSTEM, Money and Payments: The U.S. Dollar in the Age of Digital Transformation, Gennaio 2022, al sito <https://www.federalreserve.gov/publications/files/money-and-payments-20220120.pdf>.

BORDO M.D., LEVIN A.T., Central Bank Digital Currency and the Future of Monetary Policy, NBER Working Paper No. 23711, 2017, al sito <https://www.nber.org/papers/w23711>.

BORSA ITALIANA, Blockchain: cos'è e come funziona, 15 maggio 2022, al sito <https://www.borsaitaliana.it/notizie/sotto-la-lente/blockchain.htm>.

BRUNNERMEIER M.K. ET AL., The Digitalization of Money, NBER Working Paper No. 26300, 2019, al sito <https://www.nber.org/papers/w26300>.

CHINA DAILY, Digital yuan SIM card hard wallet launched, 12 Luglio 2023, al sito <https://www.chinadaily.com.cn/a/202307/12/WS64ae348fa31035260b815f9f.html>.

CIPOLLONE P., Shifting payment landscape: what a digital euro will bring, Keynote speech at Banka Slovenije, 10 luglio 2025, al sito <https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2025/html/index.en.html>.

COMMISSIONE EUROPEA, Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio relativo all'istituzione dell'euro digitale, al sito <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A52023PC0369>.

COMMITTEE ON PAYMENTS AND MARKET INFRASTRUCTURES (CPMI), Correspondent banking, Luglio 2016, al sito <https://www.bis.org/cpmi/publ/d147.htm>.

COMMITTEE ON PAYMENTS AND MARKET INFRASTRUCTURES (CPMI), Enhancing cross-border payments: building blocks of a global roadmap, Ottobre 2020, al sito <https://www.bis.org/cpmi/publ/d193.htm>.

COMMITTEE ON PAYMENTS AND MARKET INFRASTRUCTURES (CPMI), Options for access to and interoperability of CBDCs for cross-border payments: Report to the G20, Luglio 2022, al sito <https://www.bis.org/publ/othp52.htm>.

CONGRESSIONAL RESEARCH SERVICE (CRS), Stablecoin: Background and Policy Issues, IF11968, 10 novembre 2021, al sito <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11968>.

CONSOB, Criptovalute, consultato il 17/10/2025, al sito <https://www.consob.it/web/investor-education/criptoalute>.

DAVLATOV E., SÁGI J., The transmission Mechanism of Monetary Policy and Central Bank Digital Currency: A New Monetary Order?, Journal of Central Bank Theory and Practice, al sito <https://sciendo.com/journal/JCBT>.

EUROPEAN SECURITIES AND MARKETS AUTHORITY (ESMA), Crypto-assets and their risk for financial stability, ESMA TRV Risk Analysis, 4 ottobre 2022, al sito https://www.esma.europa.eu/sites/default/files/library/esma50-165-2251_crypto_assets_and_financial_stability.pdf.

FANTI G., POCHER N., Privacy in cross-border digital currency: A transatlantic approach, Settembre 2022, al sito <https://www.atlanticcouncil.org/in-depth-research-reports/issue-brief/privacy-in-cross-border-digital-currency-a-transatlantic-approach/>.

FEDERAL RESERVE BANK OF NEW YORK, Facilitating Wholesale Digital Asset Settlement. Regulated Liability Network U.S. Proof of Concept Results, al sito <https://www.newyorkfed.org/medialibrary/media/nyic/RLN-US-POC-Report>.

FEDERAL RESERVE BANK OF NEW YORK & MONETARY AUTHORITY OF SINGAPORE, Project Cedar Phase II x Ubin+: Improving Wholesale Cross-Border Payments, Maggio 2023, al sito <https://www.newyorkfed.org/medialibrary/media/nyic/project-cedar-phase-two-ubin-plus-report.pdf>.

FERNÁNDEZ-VILLAYERDE J. ET AL., Central bank digital currency: Central banking for all?, Review of Economic Dynamics, al sito <https://www.sciencedirect.com/journal/review-of-economic-dynamics>.

FINANCIAL STABILITY BOARD (FSB), Assessment of risks to financial stability from crypto-assets, 16 febbraio 2022, al sito <https://www.fsb.org/2022/02/assessment-of-risks-to-financial-stability-from-crypto-assets/>.

FINANCIAL STABILITY BOARD (FSB), The Financial Stability Risks of Decentralised Finance, 16 febbraio 2023, al sito <https://www.fsb.org/2023/02/the-financial-stability-risks-of-decentralised-finance/>.

G7 CYBER EXPERT GROUP, G7 Fundamental Elements for Threat-Led Penetration Testing, 2018, al sito <https://www.bankofengland.co.uk/-/media/boe/files/financial-stability/financial-sector-continuity/g7-fundamental-elements-for-threat-led-penetration-testing.pdf>.

G7 FINANCE MINISTERS AND CENTRAL BANK GOVERNORS, Public Policy Principles for Retail Central Bank Digital Currencies, 2021, al sito https://www.mof.go.jp/english/policy/international_policy/convention/g7/g7_20211013_2.pdf.

GORTON G. B., ZHANG J., Taming Wildcat Stablecoins, University of Chicago Law Review, Vol. 88, 2021, al sito <https://lawreview.uchicago.edu/print-archive/taming-wildcat-stablecoins>.

HUSSEIN Z., SALAMA MAY A., EL-RAHMAN SAHAR A., Evolution of blockchain consensus algorithms: a review on the latest milestone of blockchain consensus algorithms, Cybersecurity, 2023, al sito <https://cybersecurity.springeropen.com/articles/10.1186/s42400-023-00163-y>.

KAHN C. M., ROBERDS W., Why pay? An introduction to payments economics, Journal of Financial Intermediation, Gennaio 2009, al sito <https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-financial-intermediation>.

KAHN C.M., RIVADENEYRA F., WONG T., Should the Central Bank issue e-money?, Journal of Financial Market Infrastructures, 2019, al sito <https://www.risk.net/journal-of-financial-market-infrastructure>.

LEE A. ET AL., What is programmable money?, FEDS Notes, 2021, al sito <https://www.federalreserve.gov/econres/notes/feds-notes/what-is-programmable-money-20210623.html>.

LIPSKY J., mBridge is not just a platform, it is a geopolitical signal, Atlantic Council GeoEconomics Center, 2023, al sito <https://www.atlanticcouncil.org/blogs/new-atlanticist/mbridge-is-not-just-a-platform-it-is-a-geopolitical-signal/>.

MEANING J., DYSON B., Broadening narrow money: monetary policy, Bank of England Staff Working Paper, n. 724, 2018, al sito <https://www.bankofengland.co.uk/working-paper/2018/broadening-narrow-money-monetary-policy-with-a-central-bank-digital-currency>.

MINISTRY OF COMMERCE (PRC), Notice on the expansion of the digital yuan pilot program, Pechino, 2023, al sito <http://english.mofcom.gov.cn/>.

PANETTA F., The struggle to reshape the international monetary system: Slow- and fast-moving processes, Whitaker Lecture, 9 Dicembre 2025, al sito <https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2025/html/index.en.html>.

PEOPLE'S BANK OF CHINA (PBOC), Progress of Research & Development of E-CNY in China, Luglio 2021, al sito <http://www.pbc.gov.cn/en/3688110/3688172/4157443/4293696/2021071614584691871.pdf>.

PRASAD S. E., The Future of Money: How the Digital Revolution Is Transforming Currencies and Finance, The Belknap Press of Harvard University Press, 2021, al sito <https://www.hup.harvard.edu/catalog.php?isbn=9780674258440>.

PUBLIC LAW 119-27, Guiding and Establishing National Innovation for U.S. Stablecoin Act (GENIUS Act), 2025, al sito <https://www.congress.gov/>.

PWC, Global Crypto Regulation Report 2025: Navigating the Global Landscape, Marzo 2025, al sito <https://www.pwc.com/gx/en/industries/financial-services/fintech-crypto.html>.

REGOLAMENTO (UE) 2022/2554 del Parlamento Europeo e del Consiglio (14 dicembre 2022), della resilienza operativa digitale per il settore finanziario, al sito <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A32022R2554>.

REGOLAMENTO (UE) 2023/1114 del Parlamento Europeo e del Consiglio Europeo (31 maggio 2023), Sui mercati dei crypto-asset, al sito <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A32023R1114>.

REGOLAMENTO (UE) 2024/1620 del Parlamento Europeo e del Consiglio Europeo (31 maggio 2024), che istituisce l'Autorità per la lotta al riciclaggio e al finanziamento del terrorismo, al sito https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=OJ:L_202401620.

REUTERS, China's central bank says to promote digital yuan, multi-polar currency system, 18 Giugno 2025, al sito <https://www.reuters.com/>.

RICE T., VON PETER G., BOAR C., On the global retreat of correspondent banks, BIS Quarterly Review, 2020, al sito https://www.bis.org/publ/qtrpdf/r_qt2003g.htm.

SOUTH CHINA MORNING POST, China's digital currency will not compete with mobile payment apps WeChat and Alipay, says central bank official, 25 Ottobre 2020, al sito <https://www.scmp.com/economy/china-economy/article/3107026/chinas-digital-currency-will-not-compete-mobile-payment-apps>.

SVERIGES RIKSBANK, E-krona pilot Phase 1 report, 2021, al sito <https://www.riksbank.se/globalassets/media/rapporter/e-krona/2021/e-krona-pilot-phase-1-report.pdf>.

THE WHITE HOUSE, Executive Order 14067 on Ensuring Responsible Development of Digital Assets, 9 Marzo 2022, al sito <https://www.federalregister.gov/documents/2022/03/14/2022-05471/ensuring-responsible-development-of-digital-assets>.

TOURPE H. ET AL., Technology Solutions to Support Central Bank Digital Currency with Limited Connectivity, IMF Fintech Note 2025/005, 2025, al sito <https://www.imf.org/en/Publications/fintech-notes>.

U.S. CONGRESS, H.R. 5403 - CBDC Anti-Surveillance State Act, 118th Congress (2023-2024), al sito <https://www.congress.gov/bill/118th-congress/house-bill/5403>.

U.S. DISTRICT COURT FOR THE EASTERN DISTRICT OF NEW YORK, Memorandum and order (CFTC vs McDonnell), 23 agosto 2018, al sito <https://www.cftc.gov/sites/default/files/IDC/Agencies/7.0.2/FileContent/79261-1c5c62.pdf>.

U.S. SECURITIES AND EXCHANGE COMMISSION (SEC), Division of Corporation Finance, Framework for Investment Contract Analysis of Digital Assets, 3 aprile 2019, al sito <https://www.sec.gov/corpfin/framework-investment-contract-analysis-digital-assets>.

U.S. SECURITIES AND EXCHANGE COMMISSION (SEC), Division of Corporation Finance, Statements on Stablecoin, 4 aprile 2025, al sito <https://www.sec.gov/>.

VYAS A., NADKAR L., SHAH S., Critical Connection of Blockchain Development Platforms, International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE), Luglio 2019, al sito <https://www.ijitee.org/portfolio-item/i8687078919/>.

WORLD BANK GROUP, Payment Aspect of the Financial Inclusion in the Fintech Era, 2020, al sito <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/33580>.