
Informativa ambientale ai sensi dell'art. 66 (5) del Regolamento MiCAR

Le informazioni sugli impatti climatici ed energetici qui di seguito riportate sono state elaborate da Crypto Risk Metrics in data 25/12/2025. Tali informazioni, così come il documento allegato, sono redatti esclusivamente in lingua inglese, ovvero la lingua comunemente utilizzata negli ambienti della finanza internazionale, in ottemperanza a quanto previsto dall'art. 3.3 del Regolamento delegato (UE) 2025/422: "Le informazioni di cui al paragrafo 1 sono messe a disposizione in almeno una delle lingue ufficiali dello Stato membro d'origine del prestatore di servizi per le cripto-attività oppure in una lingua comunemente utilizzata negli ambienti della finanza internazionale."

Informazioni sul Crypto Asset Service Provider (CASP)

Nome del CASP: Conio SRL
Street and number: Via A. Bertani 6, MI
Città: MILANO
Paese: Italia
LEI: 8945000EH59XYZHK0B92

Informazioni sul Report

La presente informativa costituisce prova della conformità ai requisiti normativi di cui all'articolo 66, paragrafo 5, del MiCAR. Tale disposizione impone ai fornitori di servizi per le cripto-attività di divulgare i principali fattori negativi che incidono sul clima e sull'ambiente. In particolare, la presente informativa è redatta in conformità ai requisiti previsti dal "Regolamento della Commissione (UE) 2025/422 del 17 dicembre 2024, che integra il regolamento (UE) 2023/1114 del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda le norme tecniche di regolamentazione che specificano il contenuto, le metodologie e la presentazione delle informazioni relative agli indicatori di sostenibilità connessi agli impatti climatici e ad altri impatti ambientali". Le informazioni facoltative previste dall'articolo 6, paragrafo 8, lettere da a) a d), del Regolamento delegato 2025/422 non sono incluse.

La presente relazione è valida fino a quando non intervengano modifiche sostanziali nei dati, che comporteranno un immediato aggiornamento della stessa.

Panoramica

Si tratta di una panoramica dell'indicatore chiave relativo al consumo energetico, ma non costituisce la rendicontazione prevista dal MiCAR 66 (5). Di seguito è riportata l'informativa completa.

| Nome Crypto-Asset | Crypto-Asset FFG | Consumo energetico (kWh per anno) |
|------------------------|------------------|-----------------------------------|
| Algorand | K8S6W74KS | 420,961.80 |
| Aptos Coin | C4CQCGLH2 | 262,800.00 |
| Arbitrum | 44TP35HF9 | 647.33 |
| Avalanche AVAX | S6JCBF70N | 807,963.73 |
| Bitcoin | V15WLZJMF | 139,547,581,185.99 |
| Cardano ADA | 76QS7QCXB | 773,946.00 |
| Celestia | M7NN4STH9 | 80,791.98 |
| ChainLink Token | 3R3J70FDR | 4,111.67 |
| Cosmos ATOM | 6C7F2WVZH | 186,480.26 |
| Dogecoin | 35PLJP6J7 | 4,810,266,754.26 |
| Ethereum Classic Ether | DGMQMFZD4 | 546,678,609.37 |
| Ethereum Eth | D5RG2FHH0 | 2,159,953.20 |
| Graph Token | VMQPVH41W | 389.52 |
| Injective | 92M9B0DZ7 | 242,120.62 |
| Litecoin | D74JZ1VRD | 710,975,266.87 |
| NEAR Protocol | MXXM59Z0T | 919,928.07 |
| Optimism | 9NRMM2RC4 | 982.15 |
| Polkadot DOT | SGD9NLTRG | 630,720.00 |
| Polygon POL | GB8DQ8DWN | 96,111.82 |
| Ripple XRP | 42PHJB2BS | 456,268.33 |
| SKY Governance Token | G4GDNF84C | 681.75 |
| Solana SOL | 6QZ1LNC12 | 6,843,750.00 |
| Stacks | PQTGLSGRG | 6,279,641.15 |
| Uniswap | XMB84LZBZ | 2,048.92 |

| | | |
|------|-----------|------------|
| USDC | TJWK5QTRK | 473,793.20 |
|------|-----------|------------|

Algorand

Informazioni quantitative

| Campo | Valore | Unità |
|---|----------------------|--------|
| S.1 Nome | Conio SRL | / |
| S.2 Identificatore legale rilevante | 8945000EH59XYZHK0B92 | / |
| S.3 Nome del cripto-asset | Algorand | / |
| S.6 Inizio del periodo di riferimento della comunicazione | 2024-05-28 | / |
| S.7 Fine del periodo di riferimento della comunicazione | 2025-05-28 | / |
| S.8 Consumo energetico | 420961.80000 | kWh/ a |

Informazioni qualitative

S.4 Meccanismo di consenso

La blockchain di Algorand utilizza un meccanismo di consenso denominato *Pure Proof-of-Stake* (PPoS).

Il consenso, in questo contesto, descrive il metodo attraverso il quale i blocchi vengono selezionati e aggiunti alla blockchain.

Algorand impiega una *verifiable random function* (VRF, funzione casuale verificabile) per selezionare i leader che propongono i blocchi a ogni turno.

Dopo la proposta di un blocco, viene selezionato in modo pseudocasuale un comitato di votanti incaricato di valutarne la validità. Se la maggioranza qualificata di questi voti proviene da partecipanti onesti, il blocco viene certificato.

Ciò che rende questo algoritmo un *Pure Proof-of-Stake* è il fatto che gli utenti vengono scelti per far parte dei comitati in base al numero di token ALGO presenti nei loro conti.

Questo sistema sfrutta la selezione casuale dei comitati per mantenere elevate prestazioni e inclusività all'interno della rete.

Il processo di consenso si articola in tre fasi:

1. Proposta: un leader propone un nuovo blocco.

2. Voto preliminare (Soft Vote): un comitato di votanti valuta il blocco proposto.
3. Voto di certificazione (Certify Vote): un altro comitato certifica il blocco se soddisfa la soglia di onestà richiesta.

S.5 Meccanismi di incentivo e commissioni applicabili

Il meccanismo di consenso di Algorand, *Pure Proof-of-Stake (PPoS)*, si basa sulla partecipazione dei detentori di token (*stakers*) per garantire la sicurezza e l'integrità della rete.

1. Ricompense di partecipazione:
 - Ricompense di staking: gli utenti che partecipano al protocollo di consenso mettendo in staking i propri token ALGO ricevono ricompense periodiche proporzionali alla quantità di ALGO messa in staking. Ciò incentiva gli utenti a detenere e bloccare i propri token, contribuendo alla sicurezza e alla stabilità della rete.
 - Ricompense per i nodi partecipanti: i validatori, noti anche come *nodi di partecipazione*, sono responsabili della proposta e della votazione dei blocchi. Questi nodi ricevono ricompense aggiuntive per il loro ruolo attivo nel mantenimento della rete.
2. Commissioni di transazione:
 - Modello a tariffa fissa: Algorand adotta un modello di commissione fissa per le transazioni, garantendo semplicità e prevedibilità. La commissione standard per transazione sulla rete Algorand è molto bassa (circa 0,001 ALGO per transazione). Queste commissioni vengono pagate dagli utenti per far elaborare e includere le loro transazioni in un blocco.
 - Redistribuzione delle commissioni: le commissioni di transazione raccolte vengono redistribuite ai partecipanti della rete, inclusi *stakers* e validatori, incentivando ulteriormente la loro partecipazione e assicurando il funzionamento continuo del network.
3. Sicurezza economica:
 - Blocco dei token: per partecipare al meccanismo di consenso, gli utenti devono bloccare i propri token ALGO. Questa posta economica funge da deposito di sicurezza che può essere *slashed* (confiscato) in caso di comportamento malevolo. La potenziale perdita dei token messi in staking scoraggia i comportamenti disonesti e contribuisce a mantenere l'integrità della rete.

Commissioni sulla blockchain di Algorand

1. Commissioni di transazione: Algorand utilizza un modello a commissione fissa. La commissione standard attuale è di 0,001 ALGO per transazione. Tale importo è minimo rispetto ad altre reti blockchain, garantendo accessibilità e convenienza.
2. Commissioni per l'esecuzione di smart contract: le commissioni per l'esecuzione degli *smart contract* su Algorand sono anch'esse progettate per essere basse. Esse si basano sulle risorse computazionali effettivamente utilizzate per eseguire il contratto, assicurando che gli utenti paghino solo per le risorse effettivamente consumate.

- Commissioni per la creazione di asset: la creazione di nuovi asset (token) sulla blockchain di Algorand comporta una piccola commissione. Tale commissione serve a prevenire lo *spam* e a garantire che vengano creati e mantenuti sulla rete solo asset autentici e di valore reale.

S.9 Fonti e metodologie per il calcolo del consumo energetico

Per il calcolo del consumo energetico viene utilizzato il cosiddetto approccio *bottom-up*. I nodi vengono considerati il fattore centrale del consumo energetico della rete.

Le ipotesi si basano su risultati empirici ottenuti tramite fonti di informazione pubbliche, *crawler* open-source e strumenti sviluppati internamente. I principali parametri per stimare l'hardware utilizzato all'interno della rete derivano dai requisiti necessari per l'esecuzione del software client. Il consumo energetico dei dispositivi hardware è stato misurato in laboratori di prova certificati. Nel calcolo del consumo energetico è stato utilizzato – ove disponibile – il *Functionally Fungible Group Digital Token Identifier* (FFG DTI) per individuare tutte le implementazioni dell'asset in esame. Le mappature vengono aggiornate regolarmente sulla base dei dati della *Digital Token Identifier Foundation*. Le informazioni relative all'hardware impiegato e al numero di partecipanti nella rete si basano su assunzioni verificate con il massimo impegno possibile mediante dati empirici. In generale, si presume che i partecipanti agiscano in modo ampiamente razionale dal punto di vista economico. Come principio di precauzione, in caso di incertezza, vengono adottate ipotesi conservative, ossia stime più elevate per gli impatti negativi potenziali.

Aptos

Informazioni quantitative

| Campo | Valore | Unità |
|---|----------------------|--------|
| S.1 Nome | Conio SRL | / |
| S.2 Identificatore legale rilevante | 8945000EH59XYZHK0B92 | / |
| S.3 Nome del cripto-asset | Aptos Coin | / |
| S.6 Inizio del periodo di riferimento della comunicazione | 2024-05-28 | / |
| S.7 Fine del periodo di riferimento della comunicazione | 2025-05-28 | / |
| S.8 Consumo energetico | 262800.00000 | kWh/ a |

Informazioni qualitative

S.4 Meccanismo di consenso

Aptos utilizza un approccio Proof-of-Stake combinato con un protocollo di consenso BFT (Byzantine Fault Tolerance) per garantire un'elevata capacità di elaborazione, bassa latenza e sicurezza nelle transazioni.

Componenti principali:

- Esecuzione parallela: le transazioni vengono elaborate in parallelo mediante Block-STM, un motore di esecuzione parallela che consente alte prestazioni e scalabilità.
- BFT basato su leader: viene selezionato un leader tra i validatori per proporre i blocchi, mentre gli altri li convalidano e finalizzano le transazioni.
- Rotazione dinamica dei validatori: i validatori vengono ruotati regolarmente, migliorando la decentralizzazione e prevenendo la collusione.
- Finalità immediata: le transazioni raggiungono la finalità una volta convalidate, garantendo l'irreversibilità.

S.5 Meccanismi di incentivo e commissioni applicabili

Meccanismo di incentivo:

- Ricompense per i validatori: i validatori guadagnano ricompense in token APT per la convalida delle transazioni e la produzione dei blocchi. Le ricompense vengono distribuite in modo proporzionale in base alla quantità di token messa in staking dai validatori e dai loro deleganti.
- Partecipazione dei deleganti: i detentori di token APT possono delegare i propri token ai validatori, ottenendo una parte delle ricompense di staking senza dover gestire nodi propri.
- Meccanismo di slashing: i validatori sono soggetti a penalità, come la perdita dei token messi in staking, in caso di comportamenti malevoli o prolungata inattività, garantendo responsabilità e sicurezza della rete.

Commissioni applicabili:

- Commissioni di transazione: gli utenti pagano commissioni di transazione in token APT per l'invio di transazioni e l'interazione con gli smart contract.
- Regolazione dinamica delle commissioni: le commissioni vengono regolate dinamicamente in base all'attività della rete e all'utilizzo delle risorse, assicurando efficienza dei costi e prevenendo la congestione.
- Distribuzione delle commissioni: le commissioni di transazione vengono distribuite tra validatori e deleganti, fornendo un ulteriore incentivo alla partecipazione nella rete.

S.9 Fonti e metodologie per il calcolo del consumo energetico

Il consumo energetico di questo asset è aggregato tra diversi componenti.

Per il calcolo del consumo energetico viene utilizzato il cosiddetto approccio bottom-up. I nodi vengono considerati il fattore centrale del consumo energetico della rete. Le ipotesi si basano su risultati empirici ottenuti tramite fonti di informazione pubbliche, crawler open-source e strumenti sviluppati internamente. I principali parametri per stimare l'hardware utilizzato all'interno della rete derivano dai requisiti necessari per l'esecuzione del software client. Il consumo energetico dei dispositivi hardware è stato misurato in laboratori di prova certificati. Nel calcolo del consumo energetico è stato utilizzato – ove disponibile – il Functionally Fungible Group Digital Token Identifier (FFG DTI) per individuare tutte le implementazioni dell'asset in esame. Le mappature vengono aggiornate regolarmente sulla base dei dati della Digital Token Identifier Foundation. Le informazioni relative all'hardware impiegato e al numero di partecipanti nella rete si basano su assunzioni verificate con il massimo impegno possibile mediante dati empirici.

In generale, si presume che i partecipanti agiscano in modo ampiamente razionale dal punto di vista economico. Come principio di precauzione, in caso di incertezza, vengono adottate ipotesi conservative, ossia stime più elevate per gli impatti negativi potenziali.

Per determinare il consumo energetico di un token, viene innanzitutto calcolato il consumo energetico della rete o delle reti Aptos Coin. Per il consumo energetico del token, viene attribuita una frazione del consumo energetico complessivo della rete, determinata in base al livello di attività del cripto-asset all'interno della rete. Nel calcolo del consumo energetico è stato utilizzato – ove disponibile – il Functionally Fungible Group Digital Token Identifier (FFG DTI) per individuare tutte le implementazioni dell'asset in esame. Le mappature vengono aggiornate regolarmente sulla base dei dati della Digital Token Identifier Foundation. Le informazioni relative all'hardware impiegato e al numero di partecipanti nella rete si basano su assunzioni verificate con il massimo impegno possibile mediante dati empirici. In generale, si presume che i partecipanti agiscano in modo ampiamente razionale dal punto di vista economico. Come principio di precauzione, in caso di incertezza, vengono adottate ipotesi conservative, ossia stime più elevate per gli impatti negativi potenziali.

Arbitrum

Informazioni quantitative

| Campo | Valore | Unità |
|---|----------------------|--------|
| S.1 Nome | Conio SRL | / |
| S.2 Identificatore legale rilevante | 8945000EH59XYZHK0B92 | / |
| S.3 Nome del cripto-asset | Arbitrum | / |
| S.6 Inizio del periodo di riferimento della comunicazione | 2024-05-28 | / |
| S.7 Fine del periodo di riferimento della comunicazione | 2025-05-28 | / |
| S.8 Consumo energetico | 1050.75385 | kWh/ a |

Informazioni qualitative

S.4 Meccanismo di consenso

Arbitrum è presente sulle seguenti reti: Arbitrum, Ethereum.

Arbitrum è una soluzione di livello 2 (Layer 2) basata su Ethereum che utilizza gli *Optimistic Rollups* per migliorare la scalabilità e ridurre i costi di transazione. Il sistema parte dal presupposto che le transazioni siano valide per impostazione predefinita e le verifica solo in caso di contestazione (*approccio ottimistico*).

Componenti principali:

- Sequencer: ordina le transazioni e crea i batch per l'elaborazione.
- Bridge: consente il trasferimento di asset tra Arbitrum ed Ethereum.
- Fraud Proofs: proteggono da transazioni non valide tramite un processo di verifica interattivo.

Processo di verifica:

1. Invio della transazione: gli utenti inviano le transazioni al Sequencer di Arbitrum, che le ordina e le raggruppa in batch.
2. Impegno dello stato: questi batch vengono inviati su Ethereum insieme a un *state commitment*.
3. Periodo di contestazione: i validatori hanno un periodo specifico per contestare lo stato se sospettano frodi.
4. Risoluzione delle dispute: in caso di contestazione, la disputa viene risolta tramite un processo iterativo che individua la transazione fraudolenta. L'operazione finale viene eseguita su Ethereum per determinare lo stato corretto.
5. Ripristino e penalità: se la frode viene provata, lo stato viene ripristinato e la parte disonesta viene penalizzata.

Sicurezza ed efficienza: la combinazione di Sequencer, bridge e meccanismi di *fraud proof* garantisce che il sistema rimanga sicuro ed efficiente. Riducendo al minimo i dati on-chain e sfruttando l'elaborazione off-chain, Arbitrum offre elevata capacità di elaborazione e commissioni basse.

Il meccanismo di consenso Proof-of-Stake (PoS) del crypto-asset, introdotto con *The Merge* nel 2022, sostituisce il mining con lo staking dei validatori. I validatori devono mettere in staking almeno 32 ETH; a ogni blocco, un validatore viene selezionato casualmente per proporre il blocco successivo. Una volta proposto, gli altri validatori ne verificano l'integrità.

La rete opera secondo un sistema di slot ed epoche, in cui viene proposto un nuovo blocco ogni 12 secondi, e la finalizzazione avviene dopo due epoche (circa 12,8 minuti) utilizzando Casper-FFG. La Beacon Chain coordina i validatori, mentre la regola di selezione dei fork (LMD-GHOST) assicura che la catena segua i voti accumulati dai validatori onesti. I validatori ricevono ricompense per la proposta e la verifica dei blocchi, ma subiscono slashing in caso di comportamenti malevoli o inattività.

Il sistema PoS mira a migliorare l'efficienza energetica, la sicurezza e la scalabilità, con futuri aggiornamenti come il Proto-Danksharding che ottimizzeranno ulteriormente l'efficienza delle transazioni.

S.5 Meccanismi di incentivo e commissioni applicabili

Arbitrum è presente sulle seguenti reti: Arbitrum, Ethereum.

Arbitrum One, una soluzione di scalabilità di livello 2 per Ethereum, adotta diversi meccanismi di incentivo per garantire la sicurezza e l'integrità delle transazioni sulla rete. I principali meccanismi sono i seguenti:

1. Validator e Sequencer:
 - I Sequencer sono responsabili dell'ordinamento delle transazioni e della creazione di batch elaborati off-chain. Essi svolgono un ruolo cruciale nel mantenere l'efficienza e la capacità di elaborazione della rete.
 - I validatori monitorano le azioni dei Sequencer e assicurano che le transazioni siano elaborate correttamente. Essi verificano le transazioni di stato e garantiscono che nessuna transazione non valida venga inclusa nei batch.
2. Fraud Proofs:
 - Presunzione di validità: le transazioni elaborate off-chain sono considerate valide per impostazione predefinita. Questo consente una finalità rapida e un'elevata capacità di elaborazione.
 - Periodo di contestazione: esiste un periodo predefinito durante il quale chiunque può contestare la validità di una transazione presentando una prova di frode. Questo meccanismo funge da deterrente contro comportamenti malevoli.
 - Risoluzione delle dispute: se viene sollevata una contestazione, viene avviato un processo di verifica interattivo per individuare il punto esatto in cui si è verificata la frode. Se la contestazione è valida, la transazione fraudolenta viene annullata e l'attore disonesto viene penalizzato.
3. Incentivi economici:
 - Ricompense per comportamento onesto: i partecipanti alla rete, come validatori e Sequencer, sono incentivati attraverso ricompense per l'esecuzione corretta ed efficiente dei propri compiti. Queste ricompense derivano dalle commissioni di transazione e, potenzialmente, da altri incentivi del protocollo.
 - Penalità per comportamento malevolo: i partecipanti che agiscono in modo disonesto o inviano transazioni non valide vengono penalizzati. Le penalità possono includere la perdita dei token messi in staking (*slashing*) o altre sanzioni economiche, scoraggiando azioni malevole.

Commissioni sulla blockchain Arbitrum One

1. Commissioni di transazione:
 - Commissioni di livello 2: gli utenti pagano commissioni per le transazioni elaborate sulla rete di livello 2. Queste commissioni sono generalmente inferiori a quelle della rete principale di Ethereum, grazie alla riduzione del carico computazionale sulla catena principale.

- Commissione di transazione Arbitrum: viene applicata una commissione per ogni transazione elaborata dal Sequencer. Questa copre i costi di elaborazione e garantisce l'inclusione della transazione nel batch.

2. Commissioni per i dati di livello 1 (L1 Data Fees):

- Pubblicazione dei batch su Ethereum: periodicamente, gli aggiornamenti di stato delle transazioni Layer 2 vengono pubblicati sulla rete principale di Ethereum come *calldata*. Questo comporta una commissione, denominata L1 data fee, che copre il gas necessario per pubblicare tali aggiornamenti.
- Ripartizione dei costi: poiché le transazioni vengono raggruppate in batch, i costi fissi di pubblicazione su Ethereum vengono distribuiti tra più transazioni, rendendo il processo più economico per gli utenti.

Il sistema PoS del cripto-asset garantisce la sicurezza delle transazioni attraverso incentivi per i validatori e penalità economiche. I validatori mettono in staking almeno 32 ETH e guadagnano ricompense per la proposta dei blocchi, la validazione e la partecipazione ai *sync committees*. Le ricompense vengono pagate in ETH di nuova emissione e in commissioni di transazione.

Ai sensi della EIP-1559, le commissioni di transazione consistono in una commissione di base (*base fee*), che viene bruciata per ridurre l'offerta, e una commissione prioritaria opzionale (*tip*) pagata ai validatori. I validatori sono soggetti a *slashing* in caso di comportamenti malevoli e a penalità in caso di inattività.

Questo sistema mira ad aumentare la sicurezza allineando gli incentivi, rendendo al contempo la struttura delle commissioni più prevedibile e deflazionistica durante i periodi di elevata attività della rete.

S.9 Fonti e metodologie per il calcolo del consumo energetico

Il consumo energetico di questo asset è aggregato tra diversi componenti.

Per determinare il consumo energetico di un token, viene innanzitutto calcolato il consumo energetico delle reti Arbitrum ed Ethereum. Per il consumo energetico del token, viene attribuita una frazione del consumo energetico complessivo della rete, determinata in base al livello di attività del cripto-asset all'interno della rete. Nel calcolo del consumo energetico è stato utilizzato – ove disponibile – il Functionally Fungible Group Digital Token Identifier (FFG DTI) per individuare tutte le implementazioni dell'asset in esame. Le mappature vengono aggiornate regolarmente sulla base dei dati della Digital Token Identifier Foundation. Le informazioni relative all'hardware impiegato e al numero di partecipanti nella rete si basano su assunzioni verificate con il massimo impegno possibile mediante dati empirici. In generale, si presume che i partecipanti agiscano in modo ampiamente razionale dal punto di vista economico. Come principio di precauzione, in caso di incertezza, vengono adottate ipotesi conservative, ossia stime più elevate per gli impatti negativi potenziali.

Avalanche

Informazioni quantitative

| Campo | Valore | Unità |
|----------|-----------|-------|
| S.1 Nome | Conio SRL | / |

| | | |
|---|----------------------|--------|
| S.2 Identificatore legale rilevante | 8945000EH59XYZHK0B92 | / |
| S.3 Nome del cripto-asset | Arbitrum | / |
| S.6 Inizio del periodo di riferimento della comunicazione | 2024-05-28 | / |
| S.7 Fine del periodo di riferimento della comunicazione | 2025-05-28 | / |
| S.8 Consumo energetico | 1050.75385 | kWh/ a |
| S.10 Consumo di energia rinnovabile | 25.4207037379 | % |
| S.11 Intensità energetica | 0.00026 | kWh |
| S.12 Emissioni GHG DLT Scope 1 - Controllate | 0.00000 | tCO2e |
| S.13 Emissioni GHG DLT Scope 2 - Acquistate | 317.19382 | tCO2e |
| S.14 Intensità GHG | 0.00010 | kgCO2e |

Informazioni qualitative

S.4 Meccanismo di consenso

Avalanche AVAX è presente sulle seguenti reti: Avalanche, Avalanche X Chain.

La rete blockchain Avalanche utilizza un meccanismo di consenso Proof-of-Stake unico, denominato *Avalanche Consensus*, che comprende tre protocolli interconnessi: Snowball, Snowflake e Avalanche.

Processo di consenso Avalanche:

1. Protocollo Snowball:
 - Campionamento casuale: ogni validatore seleziona casualmente un piccolo sottoinsieme costante di altri validatori.
 - Sondaggi ripetuti: i validatori interrogano ripetutamente i validatori campionati per determinare la transazione preferita.
 - Contatori di fiducia: i validatori mantengono contatori di fiducia per ogni transazione, incrementandoli ogni volta che un validatore campionato supporta la loro transazione preferita.

- Soglia decisionale: quando il contatore di fiducia supera una soglia predefinita, la transazione è considerata accettata.
2. Protocollo Snowflake:
- Decisione binaria: migliora il protocollo Snowball introducendo un processo decisionale binario. I validatori scelgono tra due transazioni in conflitto.
 - Fiducia binaria: i contatori di fiducia vengono utilizzati per tenere traccia della decisione binaria preferita.
 - Finalità: quando una decisione binaria raggiunge un determinato livello di fiducia, diventa finale.
3. Protocollo Avalanche:
- Struttura DAG: utilizza una struttura a grafo aciclico diretto (DAG) per organizzare le transazioni, consentendo l'elaborazione parallela e una maggiore capacità.
 - Ordinamento delle transazioni: le transazioni vengono aggiunte al DAG in base alle loro dipendenze, garantendo un ordine coerente.
 - Consenso sul DAG: mentre la maggior parte dei protocolli Proof-of-Stake utilizza un consenso di tipo Byzantine Fault Tolerant (BFT), Avalanche utilizza il consenso Avalanche. I validatori raggiungono un accordo sulla struttura e sul contenuto del DAG attraverso iterazioni dei protocolli Snowball e Snowflake.

La X-Chain di Avalanche utilizza il protocollo Avalanche Consensus, che si basa su ripetuti sotto-campionamenti dei validatori per raggiungere l'accordo sulle transazioni.

S.5 Meccanismi di incentivo e commissioni applicabili

Avalanche AVAX è presente sulle seguenti reti: Avalanche, Avalanche X Chain.

Avalanche utilizza un meccanismo di consenso noto come Avalanche Consensus, che combina validatori, staking e un approccio innovativo al consenso per garantire la sicurezza e l'integrità della rete.

1. Validatori:
- *Staking*: i validatori sulla rete Avalanche devono mettere in staking token AVAX. La quantità messa in staking influenza la probabilità di essere selezionati per proporre o convalidare nuovi blocchi.
 - *Ricompense*: i validatori ricevono ricompense per la loro partecipazione al processo di consenso. Tali ricompense sono proporzionali alla quantità di AVAX messa in staking e al tempo di attività e prestazioni nella validazione delle transazioni.
 - *Delegazione*: i validatori possono accettare deleghe da altri detentori di token. I deleganti condividono le ricompense in proporzione alla quantità delegata, incentivando così i piccoli detentori a partecipare indirettamente alla sicurezza della rete.

2. Incentivi economici:

- *Ricompense di blocco*: i validatori ricevono ricompense di blocco per la proposta e la validazione dei blocchi. Queste ricompense derivano dall'emissione inflazionaria di token AVAX da parte della rete.
- *Commissioni di transazione*: i validatori guadagnano anche una parte delle commissioni di transazione pagate dagli utenti. Queste comprendono le commissioni per transazioni semplici, interazioni con smart contract e creazione di nuovi asset sulla rete.

3. Penalità:

- *Slashing*: a differenza di altri sistemi Proof-of-Stake, Avalanche non impiega lo slashing (ossia la confisca dei token messi in staking) come penalità per comportamenti scorretti. La rete si basa invece sul disincentivo economico derivante dalla perdita di future ricompense per i validatori non costantemente online o che agiscono in modo malevolo.
- *Requisiti di uptime*: i validatori devono mantenere un'elevata disponibilità e convalidare correttamente le transazioni per continuare a ricevere ricompense. Prestazioni scadenti o comportamenti scorretti comportano la perdita delle ricompense, fornendo così un forte incentivo economico ad agire onestamente.

Commissioni sulla blockchain Avalanche

1. Commissioni di transazione:

- *Commissioni dinamiche*: le commissioni di transazione su Avalanche sono dinamiche e variano in base alla domanda di rete e alla complessità delle transazioni. Ciò assicura che le commissioni rimangano eque e proporzionali all'utilizzo della rete.
- *Bruciatura delle commissioni*: una parte delle commissioni di transazione viene bruciata, rimuovendola permanentemente dalla circolazione. Questo meccanismo deflazionistico contribuisce a bilanciare l'inflazione derivante dalle ricompense di blocco e può aumentare nel tempo il valore di AVAX.

2. Commissioni per smart contract:

- *Costi di esecuzione*: le commissioni per il deployment e l'interazione con gli smart contract sono determinate dalle risorse computazionali necessarie. Queste commissioni assicurano un uso efficiente e responsabile delle risorse di rete.

3. Commissioni per la creazione di asset:

- *Creazione di nuovi asset*: la creazione di nuovi asset (token) sulla rete Avalanche comporta commissioni. Tali costi servono a prevenire lo spam e a garantire che solo progetti seri utilizzino le risorse della rete.

Gli incentivi per i validatori sulla X-Chain sono indiretti e derivano dall'emissione di AVAX a livello di rete. Le commissioni di transazione sono fisse e vengono bruciate per prevenire lo spam e ridurre l'offerta totale di AVAX nel tempo.

S.9 Fonti e metodologie per il calcolo del consumo energetico

Il consumo energetico di questo asset è aggregato tra diversi componenti.

Per il calcolo del consumo energetico viene utilizzato il cosiddetto approccio *bottom-up*. I nodi vengono considerati il fattore centrale del consumo energetico della rete.

Le ipotesi si basano su risultati empirici ottenuti tramite fonti di informazione pubbliche, *crawler* open-source e strumenti sviluppati internamente.

I principali parametri per stimare l'hardware utilizzato all'interno della rete derivano dai requisiti necessari per l'esecuzione del software client.

Il consumo energetico dei dispositivi hardware è stato misurato in laboratori di prova certificati.

Nel calcolo del consumo energetico è stato utilizzato – ove disponibile – il *Functionally Fungible Group Digital Token Identifier* (FFG DTI) per individuare tutte le implementazioni dell'asset in esame. Le mappature vengono aggiornate regolarmente sulla base dei dati della *Digital Token Identifier Foundation*.

Le informazioni relative all'hardware impiegato e al numero di partecipanti nella rete si basano su assunzioni verificate con il massimo impegno possibile mediante dati empirici.

In generale, si presume che i partecipanti agiscano in modo ampiamente razionale dal punto di vista economico.

Come principio di precauzione, in caso di incertezza, vengono adottate ipotesi conservative, ossia stime più elevate per gli impatti negativi potenziali.

Per determinare il consumo energetico di un token, viene innanzitutto calcolato il consumo energetico delle reti Avalanche e Avalanche X Chain.

Per il consumo energetico del token, viene attribuita una frazione del consumo energetico complessivo della rete, determinata in base al livello di attività del crypto-asset all'interno della rete.

S.15 Principali fonti energetiche e metodologie

Per determinare la quota di utilizzo di energia rinnovabile, la posizione dei nodi viene stimata utilizzando fonti pubbliche di informazione, *crawler* open-source e strumenti sviluppati internamente. Se non sono disponibili informazioni sulla distribuzione geografica dei nodi, vengono utilizzate reti di riferimento comparabili per struttura di incentivazione e meccanismo di consenso. Queste informazioni geografiche vengono combinate con dati pubblici provenienti da *Our World in Data* (vedi citazione). L'intensità viene calcolata come costo energetico marginale rispetto a una transazione aggiuntiva.

Ember (2025); Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024) – con principali elaborazioni a cura di *Our World in Data*. "Share of electricity generated by renewables – Ember and Energy Institute" [dataset]. Ember, "Yearly Electricity Data Europe"; Ember, "Yearly Electricity Data"; Energy Institute, "Statistical Review of World Energy" [dati originali]. Disponibile su <https://ourworldindata.org/grapher/share-electricity-renewables>

S.16 Principali fonti e metodologie per le emissioni GHG

Per determinare le emissioni di gas a effetto serra (GHG), la posizione dei nodi viene stimata utilizzando fonti pubbliche di informazione, *crawler* open-source e strumenti sviluppati internamente. Se non sono disponibili informazioni sulla distribuzione geografica dei nodi, vengono utilizzate reti di riferimento comparabili per struttura di incentivazione e meccanismo di consenso. Queste informazioni geografiche vengono combinate con dati pubblici provenienti da *Our World in Data* (vedi citazione).

L'intensità viene calcolata come emissione marginale rispetto a una transazione aggiuntiva.

Ember (2025); Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024) – con principali elaborazioni a cura di *Our World in Data*. "Carbon intensity of electricity generation – Ember and Energy Institute" [dataset]. Ember, "Yearly Electricity Data Europe"; Ember, "Yearly Electricity Data"; Energy Institute, "Statistical Review of World Energy" [dati originali]. Disponibile su <https://ourworldindata.org/grapher/carbon-intensity-electricity> – Licenza: CC BY 4.0.

Bitcoin

Informazioni quantitative

| Campo | Valore | Unità |
|---|----------------------|--------|
| S.1 Nome | Conio SRL | / |
| S.2 Identificatore legale rilevante | 8945000EH59XYZHK0B92 | / |
| S.3 Nome del cripto-asset | Bitcoin | / |
| S.6 Inizio del periodo di riferimento della comunicazione | 2024-05-28 | / |
| S.7 Fine del periodo di riferimento della comunicazione | 2025-05-28 | / |
| S.8 Consumo energetico | 203128665629.12796 | kWh/ a |
| S.10 Consumo di energia rinnovabile | 24.1347029759 | % |
| S.11 Intensità energetica | 14.96977 | kWh |
| S.12 Emissioni GHG DLT Scope 1 - Controllate | 0.00000 | tCO2e |
| S.13 Emissioni GHG DLT Scope 2 - Acquistate | 83688210.18260 | tCO2e |
| S.14 Intensità GHG | 6.16749 | kgCO2e |

Informazioni qualitative

S.4 Meccanismo di consenso

Bitcoin è presente sulle seguenti reti: Bitcoin, Lightning Network.

La rete blockchain di Bitcoin utilizza un meccanismo di consenso denominato Proof of Work (PoW) per raggiungere il consenso distribuito tra i nodi. Ecco una descrizione dettagliata del funzionamento:

Concetti chiave:

1. Nodi e miner:
 - Nodi: sono computer che eseguono il software Bitcoin e partecipano alla rete validando transazioni e blocchi.
 - Miner: sono nodi specializzati che creano nuovi blocchi risolvendo complessi puzzle crittografici.
2. Blockchain:

La blockchain è un registro pubblico che memorizza tutte le transazioni Bitcoin in una sequenza di blocchi. Ogni blocco contiene un elenco di transazioni, il riferimento al blocco precedente (hash), un timestamp e un nonce (numero casuale usato una sola volta).
3. Funzioni di hash:

Bitcoin utilizza la funzione di hash crittografica SHA-256 per mettere in sicurezza i dati dei blocchi. Una funzione di hash prende un input e produce una stringa di lunghezza fissa dall'apparenza casuale.

Processo di consenso:

1. Validazione delle transazioni: le transazioni vengono trasmesse alla rete e raccolte dai miner in un blocco. Ogni transazione deve essere validata dai nodi in base alle regole della rete (firme corrette, fondi sufficienti, ecc.).
2. Mining e creazione del blocco:
 - Nonce e puzzle di hash: i miner competono per trovare un nonce che, combinato con i dati del blocco e passato attraverso SHA-256, produca un hash inferiore a un valore obiettivo. Questo target viene adeguato periodicamente per mantenere un intervallo medio di ~10 minuti tra i blocchi.
 - Proof of Work: la ricerca del nonce valido è computazionalmente intensiva e richiede notevoli risorse energetiche. Una volta trovato, il miner trasmette il nuovo blocco alla rete.
3. Validazione e aggiunta del blocco: gli altri nodi verificano che l'hash sia corretto e che tutte le transazioni nel blocco siano valide. Se il blocco è valido, lo aggiungono alla propria copia della blockchain; il processo riparte con il blocco successivo.
4. Consenso sulla catena: la catena più lunga (con più lavoro cumulato) è considerata quella valida dalla rete. I nodi lavorano sempre per estendere la catena valida più lunga. In caso di più catene valide (fork), la rete risolve il conflitto continuando a minare finché una catena diventa più lunga.

Per il calcolo dei relativi indicatori, sono stati considerati anche il consumo energetico aggiuntivo e le transazioni della Lightning Network, in linea con la categorizzazione della Digital Token Identifier Foundation per il relativo *Functionally Fungible Group* ("FFG") rilevante ai fini della presente rendicontazione. Escludendo tali transazioni, le stime "per transazione" risulterebbero sensibilmente più elevate.

S.5 Meccanismi di incentivo e commissioni applicabili

Bitcoin è presente sulle seguenti reti: Bitcoin, Lightning Network.

La blockchain di Bitcoin si basa su un meccanismo di consenso Proof-of-Work (PoW) per garantire sicurezza e integrità delle transazioni. Questo meccanismo prevede incentivi economici per i miner e una struttura di commissioni che sostiene la sostenibilità della rete:

Meccanismi di incentivo:

1. Ricompense di blocco:
 - Nuovi bitcoin conati: i miner sono incentivati dalle ricompense di blocco, costituite da nuovi bitcoin assegnati al miner che estrae con successo un nuovo blocco. Inizialmente la ricompensa era di 50 BTC, ma si dimezza ogni 210.000 blocchi (circa ogni quattro anni) in un evento noto come "halving".
 - Halving e scarsità: il meccanismo di halving assicura che l'offerta totale di Bitcoin sia limitata a 21 milioni, creando scarsità e potenzialmente aumentando il valore nel tempo.
2. Commissioni di transazione:
 - Commissioni utente: ogni transazione include una commissione pagata dall'utente per incentivare i miner a includerla in un blocco. Queste commissioni diventano cruciali man mano che la ricompensa di blocco diminuisce con l'halving.
 - Mercato delle commissioni: le commissioni sono determinate dal mercato; gli utenti competono per tempi di conferma più rapidi. Commissioni più alte tendono a favorire un'inclusione più veloce, specialmente in periodi di congestione della rete.

Per il calcolo dei relativi indicatori, sono stati considerati anche il consumo energetico aggiuntivo e le transazioni della Lightning Network, in linea con la categorizzazione della Digital Token Identifier Foundation per il relativo FFG. Escludendo tali transazioni, le stime "per transazione" risulterebbero sensibilmente più elevate.

S.9 Fonti e metodologie per il calcolo del consumo energetico

Il consumo energetico di questo asset è aggregato tra più componenti.

Per il calcolo del consumo energetico viene utilizzato il cosiddetto approccio *top-down*, che assume un calcolo economico dei miner. I miner sono persone o dispositivi che partecipano attivamente al meccanismo PoW e rappresentano il fattore centrale del consumo energetico della rete. L'hardware è preselezionato in base all'algoritmo di hash del meccanismo di consenso: SHA-256. Una soglia di redditività corrente viene determinata sulla base della struttura di ricavi e costi dell'attività di mining. Solo l'hardware al di sopra della soglia di redditività viene considerato per la rete. Il consumo energetico della rete può essere determinato tenendo conto della distribuzione dell'hardware, dei livelli di efficienza operativa e delle informazioni on-chain riguardo alle opportunità di ricavo dei miner. Se è noto un uso significativo del *merge mining*, questo viene considerato. Nel calcolo del consumo energetico è stato utilizzato – ove disponibile – il *Functionally Fungible Group Digital Token Identifier* (FFG DTI) per individuare tutte le implementazioni dell'asset in esame; le mappature vengono aggiornate regolarmente sulla base dei dati della *Digital Token Identifier Foundation*. Le informazioni sull'hardware utilizzato e sul numero di partecipanti alla rete si basano su

assunzioni verificate con il massimo impegno possibile mediante dati empirici. In generale, si presume che i partecipanti agiscano in modo ampiamente razionale dal punto di vista economico. Come principio di precauzione, in caso di incertezza, vengono adottate ipotesi conservative, ossia stime più elevate per gli impatti negativi potenziali.

Per determinare il consumo energetico di un token, viene innanzitutto calcolato il consumo energetico della/e rete/i lightning_network. Per il consumo energetico del token, viene attribuita una frazione del consumo energetico complessivo della rete, determinata in base al livello di attività del cripto-asset all'interno della rete. Anche in questo caso, ove disponibile, viene utilizzato l'FFG DTI per individuare tutte le implementazioni in ambito; le mappature vengono aggiornate regolarmente sulla base dei dati della Digital Token Identifier Foundation. Le informazioni su hardware e numero di partecipanti si basano su assunzioni verificate con dati empirici e, per principio di precauzione, sono adottate stime conservative.

S.15 Principali fonti energetiche e metodologie

Per determinare la quota di energia rinnovabile utilizzata, le posizioni dei nodi vengono stimate utilizzando fonti pubbliche di informazione, crawler open-source e strumenti sviluppati internamente. In mancanza di dati sulla distribuzione geografica dei nodi, si ricorre a reti di riferimento comparabili per struttura di incentivazione e meccanismo di consenso. Queste informazioni geografiche vengono combinate con dati pubblici di *Our World in Data*. L'intensità è calcolata come costo energetico marginale rispetto a una transazione aggiuntiva.

Ember (2025); Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024) – con principali elaborazioni a cura di *Our World in Data*. "Share of electricity generated by renewables – Ember and Energy Institute" [dataset]. Ember, "Yearly Electricity Data Europe"; Ember, "Yearly Electricity Data"; Energy Institute, "Statistical Review of World Energy" [dati originali]. Disponibile su <https://ourworldindata.org/grapher/share-electricity-renewables>

S.16 Principali fonti e metodologie per le emissioni GHG

Per determinare le emissioni di gas a effetto serra (GHG), le posizioni dei nodi vengono stimate utilizzando fonti pubbliche di informazione, crawler open-source e strumenti sviluppati internamente. In mancanza di dati sulla distribuzione geografica dei nodi, si ricorre a reti di riferimento comparabili per struttura di incentivazione e meccanismo di consenso. Queste informazioni geografiche vengono combinate con dati pubblici di *Our World in Data*. L'intensità è calcolata come emissione marginale rispetto a una transazione aggiuntiva.

Ember (2025); Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024) – con principali elaborazioni a cura di *Our World in Data*. "Carbon intensity of electricity generation – Ember and Energy Institute" [dataset]. Ember, "Yearly Electricity Data Europe"; Ember, "Yearly Electricity Data"; Energy Institute, "Statistical Review of World Energy" [dati originali]. Disponibile su <https://ourworldindata.org/grapher/carbon-intensity-electricity> – Licenza: CC BY 4.0.

Cardano ADA

Informazioni quantitative

| Campo | Valore | Unità |
|----------|-----------|-------|
| S.1 Nome | Conio SRL | / |

| | | |
|---|----------------------|--------|
| S.2 Identificatore legale rilevante | 8945000EH59XYZHK0B92 | / |
| S.3 Nome del cripto-asset | Cardano ADA | / |
| S.6 Inizio del periodo di riferimento della comunicazione | 2024-05-28 | / |
| S.7 Fine del periodo di riferimento della comunicazione | 2025-05-28 | / |
| S.8 Consumo energetico | 813123.36915 | kWh/ a |
| S.10 Consumo di energia rinnovabile | 26.1931579577 | % |
| S.11 Intensità energetica | 0.00025 | kWh |
| S.12 Emissioni GHG DLT Scope 1 - Controllate | 0.00000 | tCO2e |
| S.13 Emissioni GHG DLT Scope 2 - Acquistate | 273.82596 | tCO2e |
| S.14 Intensità GHG | 0.00008 | kgCO2e |

Informazioni qualitative

S.4 Meccanismo di consenso

Cardano ADA è presente sulle seguenti reti: Binance Smart Chain, Cardano.

Binance Smart Chain (BSC) utilizza un meccanismo di consenso ibrido chiamato Proof of Staked Authority (PoSA), che combina elementi di Delegated Proof of Stake (DPoS) e Proof of Authority (PoA). Questo approccio garantisce tempi di blocco rapidi e commissioni basse, mantenendo al contempo un livello di decentralizzazione e sicurezza.

Componenti principali (BSC):

1. **Validatori** (i cosiddetti "Cabinet Members"): i validatori su BSC producono nuovi blocchi, convalidano le transazioni e mantengono la sicurezza della rete. Per diventare validatore è necessario mettere in staking una quantità significativa di BNB (Binance Coin). I validatori sono selezionati tramite staking e voto da parte dei detentori di token. In ogni momento sono attivi 21 validatori, con rotazione per garantire decentralizzazione e sicurezza.
2. **Deleganti**: i detentori di token che non desiderano gestire nodi validatori possono delegare i propri BNB ai validatori. La delega aumenta lo stake del validatore e la probabilità di essere selezionato per produrre blocchi. I deleganti ricevono una quota delle ricompense dei validatori, incentivando un'ampia partecipazione alla sicurezza della rete.

3. **Candidati:** sono nodi che hanno messo in staking la quantità richiesta di BNB e attendono di diventare validatori. Costituiscono potenziali validatori non ancora attivi, eleggibili tramite voto della comunità. I candidati assicurano un bacino sufficiente di nodi pronti ad assumere i compiti di validazione, sostenendo resilienza e decentralizzazione della rete.
4. **Selezione dei validatori:** i validatori sono scelti in base all'ammontare di BNB messo in staking e ai voti ricevuti dai deleganti. Maggiore stake e maggiori voti aumentano la probabilità di essere selezionati per convalidare transazioni e produrre nuovi blocchi. La selezione coinvolge sia i validatori correnti sia il pool dei candidati, assicurando una rotazione dinamica e sicura.
5. **Produzione dei blocchi:** i validatori selezionati si alternano nella produzione dei blocchi in modo simile al PoA, garantendo generazione rapida ed efficiente. I validatori convalidano le transazioni, le aggiungono a nuovi blocchi e li propagano in rete.
6. **Finalità delle transazioni:** BSC raggiunge tempi di blocco di circa 3 secondi e una rapida finalità, grazie al meccanismo PoSA che consente ai validatori di raggiungere velocemente il consenso.
7. **Sicurezza ed incentivi economici – Staking:** i validatori devono mettere in staking una quantità consistente di BNB come collaterale a garanzia di un comportamento onesto. Tale stake può essere oggetto di slashing in caso di condotta malevola. Lo staking incentiva i validatori ad agire nell'interesse della rete per evitare la perdita dei BNB.
8. **Delega e ricompense:** i deleganti guadagnano ricompense proporzionali allo stake delegato. Ciò li incentiva a scegliere validatori affidabili e a partecipare alla sicurezza della rete. Valatori e deleganti condividono le commissioni di transazione come ricompense, fornendo un incentivo economico continuo a mantenere sicurezza e prestazioni.
9. **Commissioni di transazione:** BSC applica commissioni basse, pagate in BNB, rendendo l'uso conveniente per gli utenti. Queste commissioni sono incassate dai validatori come parte delle loro ricompense, incentivando un'accurata ed efficiente validazione.

Componenti principali (Cardano): Cardano utilizza il meccanismo di consenso Ouroboros, un protocollo Proof of Stake (PoS) progettato per scalabilità, sicurezza ed efficienza energetica.

Concetti chiave:

1. **Proof of Stake (PoS):** i validatori (detti slot leader) sono selezionati in base alla quantità di ADA messa in staking, invece di risolvere puzzle computazionali. I validatori propongono e validano blocchi che vengono aggiunti alla blockchain.
2. **Epoche e slot leader:** Cardano suddivide il tempo in epoche, a loro volta divise in slot. Per ogni slot vengono selezionati slot leader in modo casuale ponderato in base all'ADA in staking. Più stake aumenta la probabilità di selezione. I validatori confermano le transazioni durante il proprio slot e passano il blocco al successivo slot leader.
3. **Delega e pool di staking:** i detentori di ADA possono delegare i propri token ai pool di staking, aumentando le probabilità del pool di essere selezionato per validare un blocco. L'operatore del pool e i deleganti condividono le ricompense in base agli stake. In questo modo, chi non vuole gestire un nodo completo può comunque contribuire alla sicurezza della rete e ricevere ricompense.
4. **Sicurezza e resistenza agli avversari:** Ouroboros mantiene la sicurezza anche in presenza di attacchi (catene alternative, messaggi arbitrari). Il protocollo è sicuro purché oltre il 51% dell'ADA in staking sia controllato da partecipanti onesti.

Ritardo di assestamento (*settlement delay*): per proteggersi da attacchi, il nuovo slot leader considera transitori gli ultimi blocchi; solo quelli precedenti sono trattati come finalizzati, rafforzando la finalità della catena contro manipolazioni e consentendo ai partecipanti di andare temporaneamente *offline* e risincronizzarsi se l'assenza non supera il periodo di assestamento.

5. Selezione della catena: i nodi di Cardano adottano la regola della catena valida più lunga; ogni nodo conserva una copia locale della blockchain e la sostituisce con qualunque catena valida più lunga scoperta, assicurando la convergenza verso un'unica versione coerente della catena.

S.5 Meccanismi di incentivo e commissioni applicabili

Cardano ADA è presente sulle seguenti reti: Binance Smart Chain, Cardano.

Binance Smart Chain (BSC) adotta il meccanismo Proof of Staked Authority (PoSA) per garantire la sicurezza della rete e incentivare la partecipazione di validatori e deleganti.

Meccanismi di incentivo (BSC)

1. Validatori:
 - Ricompense di staking: i validatori devono mettere in staking una quantità significativa di BNB per partecipare al consenso. Ricevono ricompense sotto forma di commissioni di transazione e ricompense di blocco.
 - Selezione: i validatori sono scelti in base alla quantità di BNB in staking e ai voti ricevuti dai deleganti; maggiori stake e voti aumentano le probabilità di essere selezionati per produrre blocchi.
2. Deleganti:
 - Staking delegato: i detentori possono delegare i propri BNB ai validatori, aumentando lo stake del validatore e le sue possibilità di essere selezionato.
 - Condivisione delle ricompense: i deleganti ricevono una quota delle ricompense dei validatori, incentivando sicurezza e decentralizzazione attraverso la scelta di validatori affidabili.
3. Candidati:
 - Pool di potenziali validatori: i candidati hanno messo in staking l'importo richiesto di BNB e attendono di diventare validatori attivi. Garantendo un bacino sufficiente di nodi pronti alla validazione, sostengono la resilienza della rete.
4. Sicurezza economica:
 - Slashing: i validatori possono essere penalizzati per comportamenti malevoli o inadempienze, con slashing di una parte dei token in staking, così da allineare gli incentivi all'interesse della rete.
 - Costo opportunità: lo staking implica il blocco di BNB da parte di validatori e deleganti, offrendo un incentivo economico ad agire onestamente per evitare perdite.

Commissioni sulla Binance Smart Chain

1. Commissioni di transazione:
 - Commissioni basse: le commissioni, pagate in BNB, sono generalmente inferiori rispetto ad altre reti, sostengono le operazioni e remunerano i validatori.
 - Struttura dinamica: le commissioni possono variare in base alla congestione e alla complessità delle transazioni, restando comunque sensibilmente inferiori rispetto alla rete principale di Ethereum.
2. Ricompense di blocco:
 - Incentivo ai validatori: oltre alle commissioni, i validatori percepiscono ricompense di blocco per il mantenimento della rete e l'elaborazione delle transazioni.
3. Commissioni cross-chain:
 - Costi di interoperabilità: il supporto alla compatibilità tra Binance Chain e BSC comporta commissioni contenute, facilitando i trasferimenti di asset.
4. Commissioni per smart contract:
 - Il deployment e l'interazione con smart contract prevedono commissioni, pagate in BNB, proporzionali alle risorse computazionali richieste.

Meccanismi di incentivo (Cardano)

Cardano assicura sicurezza e decentralizzazione tramite ricompense di staking, meccanismi di slashing e commissioni di transazione.

1. Ricompense di staking:
 - I validatori, detti slot leader, mettono in staking ADA e, se selezionati, convalidano transazioni e producono blocchi.
 - Ricevono ADA di nuova emissione e commissioni di transazione per i blocchi prodotti e le transazioni convalidate.
 - I deleganti che non gestiscono un nodo possono delegare ADA ai pool di staking e ottenere una quota delle ricompense del pool, distribuite proporzionalmente all'ADA delegata.
2. Meccanismo di slashing:
 - Per scoraggiare comportamenti malevoli, Cardano applica slashing ai validatori che agiscono in modo disonesto, non convalidano correttamente o producono blocchi errati, penalizzandone una parte dell'ADA in staking.
3. Delega e gestione dei pool:

- I pool di staking possono applicare costi operativi (una *margin fee* sui premi) e costi fissi per l'infrastruttura. Le ricompense ai deleganti sono distribuite dopo tali costi, bilanciando incentivi per operatori e deleganti.
- La distribuzione avviene al termine di ogni epoca, in base alla performance del pool.

Commissioni applicabili (Cardano)

1. Commissioni di transazione:
 - Pagate in ADA e generalmente basse; dipendono dalla dimensione della transazione e dalla domanda di rete.
 - Formula: $a + b \times \text{size}$, dove a è una costante (tipicamente 0,155381 ADA), b è un coefficiente legato alla dimensione (0,000043946 ADA/byte) e size è la dimensione in byte.
2. Commissioni dei pool di staking:
 - Gli operatori applicano costi operativi e una *margin fee*; le ricompense residue vengono distribuite ai deleganti proporzionalmente allo stake.

S.9 Fonti e metodologie per il calcolo del consumo energetico

Il consumo energetico di questo asset è aggregato tra più componenti.

Per il calcolo del consumo energetico viene utilizzato il cosiddetto approccio *bottom-up*. I nodi sono considerati il fattore centrale del consumo energetico della rete. Le assunzioni si basano su riscontri empirici ottenuti tramite fonti pubbliche, *crawler* open-source e strumenti sviluppati internamente. I principali determinanti per stimare l'hardware impiegato nella rete derivano dai requisiti per l'esecuzione del software client. Il consumo energetico dei dispositivi hardware è stato misurato in laboratori di prova certificati. Nel calcolo è stato utilizzato – ove disponibile – il *Functionally Fungible Group Digital Token Identifier* (FFG DTI) per individuare tutte le implementazioni dell'asset in ambito; le mappature sono aggiornate regolarmente sulla base dei dati della *Digital Token Identifier Foundation*. Le informazioni su hardware e numero di partecipanti si basano su assunzioni verificate con il massimo impegno mediante dati empirici. In generale, si presume razionalità economica dei partecipanti. Come principio di precauzione, in caso di dubbio si adottano ipotesi conservative, cioè stime più alte degli impatti avversi.

Per determinare il consumo energetico di un token, viene innanzitutto calcolato il consumo energetico della/e rete/i *binance_smart_chain*. Per il consumo energetico del token, si attribuisce una frazione del consumo energetico della rete, determinata in base all'attività del crypto-asset all'interno della rete. Anche qui, ove disponibile, si utilizza l'FFG DTI per individuare tutte le implementazioni in ambito; le mappature sono aggiornate regolarmente sulla base dei dati della *Digital Token Identifier Foundation*. Le informazioni su hardware e numero di partecipanti si basano su assunzioni verificate con dati empirici e, per principio di precauzione, si adottano stime conservative.

S.15 Principali fonti energetiche e metodologie

Per determinare la quota di energia rinnovabile utilizzata, le posizioni dei nodi vengono stimate tramite fonti pubbliche, *crawler* open-source e strumenti sviluppati internamente. In assenza di informazioni sulla distribuzione geografica dei nodi, si utilizzano reti di riferimento comparabili per struttura di incentivazione e meccanismo di consenso. Queste informazioni geografiche sono

integrate con dati pubblici di *Our World in Data*. L'intensità è calcolata come costo energetico marginale rispetto a una transazione aggiuntiva.

Ember (2025); Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024) – con principali elaborazioni a cura di *Our World in Data*. "Share of electricity generated by renewables – Ember and Energy Institute" [dataset]. Ember, "Yearly Electricity Data Europe"; Ember, "Yearly Electricity Data"; Energy Institute, "Statistical Review of World Energy" [dati originali]. Disponibile su <https://ourworldindata.org/grapher/share-electricity-renewables>

S.16 Principali fonti e metodologie per le emissioni GHG

Per determinare le emissioni di gas a effetto serra (GHG), le posizioni dei nodi vengono stimate tramite fonti pubbliche, *crawler* open-source e strumenti sviluppati internamente. In assenza di dati sulla distribuzione geografica dei nodi, si usano reti di riferimento comparabili per struttura di incentivazione e meccanismo di consenso. Queste informazioni geografiche sono integrate con dati pubblici di *Our World in Data*. L'intensità è calcolata come emissione marginale rispetto a una transazione aggiuntiva.

Ember (2025); Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024) – con principali elaborazioni a cura di *Our World in Data*. "Carbon intensity of electricity generation – Ember and Energy Institute" [dataset]. Ember, "Yearly Electricity Data Europe"; Ember, "Yearly Electricity Data"; Energy Institute, "Statistical Review of World Energy" [dati originali]. Disponibile su <https://ourworldindata.org/grapher/carbon-intensity-electricity> – Licenza: CC BY 4.0.

Celestia

Informazioni quantitative

| Campo | Valore | Unità |
|---|----------------------|--------|
| S.1 Nome | Conio SRL | / |
| S.2 Identificatore legale rilevante | 8945000EH59XYZHK0B92 | / |
| S.3 Nome del cripto-asset | Celestia | / |
| S.6 Inizio del periodo di riferimento della comunicazione | 2024-05-28 | / |
| S.7 Fine del periodo di riferimento della comunicazione | 2025-05-28 | / |
| S.8 Consumo energetico | 77920.20000 | kWh/ a |

Informazioni qualitative

S.4 Meccanismo di consenso

Celestia è presente sulle seguenti reti: Celestia, Injective, Osmosis.

Celestia impiega un meccanismo di consenso Proof-of-Stake (PoS), in cui i validatori sono selezionati in base alla quantità di token TIA messa in staking. I validatori sono responsabili dell'ordinamento delle transazioni e della garanzia di disponibilità dei dati all'interno della rete.

Injective opera con un modello di consenso Proof of Stake basato su Tendermint, che garantisce elevata capacità di elaborazione e finalità immediata delle transazioni.

Componenti principali (Injective):

- Proof of Stake basato su Tendermint: assicura finalità istantanea delle transazioni e supporta una produzione di blocchi efficiente per transazioni ad alta velocità.
- Selezione dei validatori: i validatori sono scelti in base all'ammontare di token INJ in staking, considerando sia lo stake proprio sia quello delegato, per mantenere la rete decentralizzata.
- Delegazione: i detentori di INJ possono delegare i propri token ai validatori, ottenendo una quota delle ricompense di staking e partecipando alla governance della rete.
- Finalità immediata: il consenso Tendermint fornisce finalità immediata, assicurando che le transazioni non possano essere annullate una volta validate.

Osmosis utilizza un meccanismo di consenso Proof of Stake, basato su Cosmos SDK e Tendermint Core, per fornire elaborazione delle transazioni sicura, decentralizzata e scalabile.

Componenti principali (Osmosis):

- Proof of Stake (PoS): i validatori sono scelti in base alla quantità di token OSMO messa in staking o delegata da altri detentori. I validatori convalidano le transazioni, producono blocchi e mantengono la sicurezza della rete.
- Cosmos SDK e Tendermint Core: Osmosis adotta Tendermint Core per un consenso Byzantine Fault Tolerant (BFT), garantendo finalità rapida e resistenza agli attacchi finché meno di un terzo dei validatori è malevolo.
- Governance decentralizzata: i detentori di OSMO possono partecipare alla governance votando su aggiornamenti del protocollo e parametri di rete, promuovendo uno sviluppo guidato dalla comunità.

S.5 Meccanismi di incentivo e commissioni applicabili

Celestia è presente sulle seguenti reti: Celestia, Injective, Osmosis.

Nel sistema di Celestia, il token nativo TIA svolge ruoli multipli. I validatori ricevono ricompense in TIA per la partecipazione al consenso e per la garanzia della disponibilità dei dati. Gli utenti pagano commissioni in TIA quando inviano dati alla rete.

Injective incentiva la partecipazione tramite ricompense di staking e un modello di commissioni che supporta la sostenibilità di lungo periodo del token INJ.

Meccanismi di incentivo (Injective):

- Ricompense di staking: i detentori di INJ ottengono ricompense mettendo in staking i propri token, favorendo una partecipazione attiva alla sicurezza della rete.
- Ricompense per i validatori: i validatori percepiscono ricompense di staking e commissioni di transazione per l'elaborazione delle transazioni e il mantenimento della sicurezza.

Commissioni applicabili (Injective):

- Commissioni di transazione: gli utenti pagano commissioni in INJ per le operazioni di rete, inclusa l'esecuzione di smart contract e le attività di trading.
- Struttura delle commissioni: una quota delle commissioni viene bruciata tramite un'asta on-chain settimanale, riducendo l'offerta complessiva di INJ e sostenendo un modello tokenomico deflazionistico.

Osmosis incentiva validatori, deleganti e fornitori di liquidità con una combinazione di ricompense di staking, commissioni di transazione e incentivi alla liquidità.

Meccanismi di incentivo (Osmosis):

- Ricompense per i validatori: i validatori guadagnano commissioni di transazione e ricompense di blocco distribuite in OSMO per la sicurezza della rete e l'elaborazione delle transazioni. I deleganti che mettono in staking OSMO presso i validatori ricevono una quota di tali ricompense.
- Ricompense per i fornitori di liquidità: chi fornisce liquidità alle pool di Osmosis guadagna commissioni di swap e può ricevere incentivi aggiuntivi in OSMO, per promuovere la profondità di mercato.
- Superfluid staking: i fornitori di liquidità possono partecipare al superfluid staking, mettendo in staking una parte dei token OSMO all'interno delle pool. Questo consente di ottenere ricompense di staking mantenendo al contempo la liquidità nelle pool.

Commissioni applicabili (Osmosis):

- Commissioni di transazione: gli utenti pagano commissioni in OSMO per attività di rete come swap, staking e partecipazione alla governance. Le commissioni sono distribuite a validatori e deleganti, incentivandone la partecipazione continua e il supporto alla sicurezza della rete.

S.9 Fonti e metodologie per il calcolo del consumo energetico

Il consumo energetico di questo asset è aggregato tra diversi componenti.

Per il calcolo del consumo energetico viene utilizzato il cosiddetto approccio *bottom-up*. I nodi sono considerati il fattore centrale del consumo energetico della rete. Le assunzioni si basano su risultati empirici ottenuti tramite fonti pubbliche, *crawler* open-source e strumenti sviluppati internamente. I principali determinanti per stimare l'hardware utilizzato nella rete derivano dai

requisiti per l'esecuzione del software client. Il consumo energetico dei dispositivi hardware è stato misurato in laboratori di prova certificati. Nel calcolo, ove disponibile, è stato utilizzato il *Functionally Fungible Group Digital Token Identifier* (FFG DTI) per individuare tutte le implementazioni dell'asset in ambito; le mappature vengono aggiornate regolarmente sulla base dei dati della *Digital Token Identifier Foundation*. Le informazioni relative all'hardware impiegato e al numero di partecipanti nella rete si basano su assunzioni verificate con il massimo impegno possibile mediante dati empirici. In generale, si presume razionalità economica dei partecipanti. Come principio di precauzione, in caso di incertezza, si adottano ipotesi conservative, ossia stime più elevate per gli impatti negativi potenziali.

Per determinare il consumo energetico di un token, viene innanzitutto calcolato il consumo energetico delle reti injective e osmosis. Per il consumo energetico del token, viene attribuita una frazione del consumo energetico complessivo della rete, determinata in base al livello di attività del cripto-asset all'interno della rete. Anche in questo caso, ove disponibile, si utilizza l'FFG DTI per individuare tutte le implementazioni in ambito; le mappature vengono aggiornate regolarmente sulla base dei dati della *Digital Token Identifier Foundation*. Le informazioni su hardware e numero di partecipanti si basano su assunzioni verificate con dati empirici e, per principio di precauzione, si adottano stime conservative.

ChainLink Token

Informazioni quantitative

| Campo | Valore | Unità |
|---|----------------------|--------|
| S.1 Nome | Conio SRL | / |
| S.2 Identificatore legale rilevante | 8945000EH59XYZHK0B92 | / |
| S.3 Nome del cripto-asset | ChainLink Token | / |
| S.6 Inizio del periodo di riferimento della comunicazione | 2024-05-28 | / |
| S.7 Fine del periodo di riferimento della comunicazione | 2025-05-28 | / |
| S.8 Consumo energetico | 8019.53824 | kWh/ a |

Informazioni qualitative

S.4 Meccanismo di consenso

ChainLink Token è presente sulle seguenti reti: Arbitrum, Avalanche, Binance Smart Chain, Ethereum, Fantom, Gnosis Chain, Optimism, Polygon, Solana.

Arbitrum è una soluzione di Livello 2 sopra Ethereum che usa gli Optimistic Rollups per migliorare la scalabilità e ridurre i costi di transazione. Presume che le transazioni siano valide per impostazione predefinita e le verifica solo se c'è una contestazione (ottimistico).

Componenti principali:

- Sequencer: ordina le transazioni e crea batch per l'elaborazione.
- Bridge: facilita i trasferimenti di asset tra Arbitrum ed Ethereum.
- Fraud Proofs: proteggono dalle transazioni non valide tramite un processo di verifica interattivo.

Processo di verifica:

1. Invio della transazione: gli utenti inviano le transazioni al Sequencer di Arbitrum, che le ordina e le raggruppa in batch.
2. Impegno dello stato: questi batch sono inviati su Ethereum con un impegno di stato.
3. Periodo di contestazione: i validatori hanno un periodo specifico per contestare lo stato se sospettano frodi.
4. Risoluzione delle dispute: se si verifica una contestazione, la disputa è risolta tramite un processo iterativo per identificare la transazione fraudolenta. L'operazione finale è eseguita su Ethereum per determinare lo stato corretto.
5. Ripristino e penalità: se la frode è provata, lo stato è ripristinato e la parte disonesta è penalizzata.

Sicurezza ed efficienza: la combinazione di Sequencer, bridge e *fraud proofs* interattive assicura che il sistema rimanga sicuro ed efficiente. Minimizzando i dati on-chain e sfruttando computazioni off-chain, Arbitrum può fornire alto throughput e commissioni basse.

La rete blockchain Avalanche impiega un meccanismo di consenso Proof-of-Stake unico chiamato Avalanche Consensus, che coinvolge tre protocolli interconnessi: Snowball, Snowflake e Avalanche.

Processo di consenso Avalanche:

1. Protocollo Snowball:
 - Campionamento casuale: ogni validatore campiona casualmente un sottoinsieme piccolo e di dimensione costante di altri validatori.
 - Sondaggi ripetuti: i validatori interrogano ripetutamente i validatori campionati per determinare la transazione preferita.
 - Contatori di fiducia: i validatori mantengono contatori di fiducia per ogni transazione, incrementandoli ogni volta che un validatore campionato supporta la loro transazione preferita.
 - Soglia decisionale: una volta che il contatore di fiducia supera una soglia predefinita, la transazione è considerata accettata.
2. Protocollo Snowflake:

- Decisione binaria: migliora il protocollo Snowball incorporando un processo decisionale binario. I validatori decidono tra due transazioni in conflitto.
 - Fiducia binaria: i contatori di fiducia sono usati per tracciare la decisione binaria preferita.
 - Finalità: quando una decisione binaria raggiunge un certo livello di fiducia, diventa finale.
3. Protocollo Avalanche:
- Struttura DAG: usa una struttura a grafo aciclico diretto (DAG) per organizzare le transazioni, consentendo elaborazione parallela e throughput più alto.
 - Ordinamento delle transazioni: le transazioni sono aggiunte al DAG in base alle loro dipendenze, assicurando un ordine coerente.
 - Consenso sul DAG: mentre la maggior parte dei protocolli Proof-of-Stake usa un consenso Byzantine Fault Tolerant (BFT), Avalanche usa l'Avalanche Consensus; i validatori raggiungono consenso sulla struttura e i contenuti del DAG tramite ripetuti Snowball e Snowflake.

Binance Smart Chain (BSC) usa un meccanismo di consenso ibrido chiamato Proof of Staked Authority (PoSA), che combina elementi di Delegated Proof of Stake (DPoS) e Proof of Authority (PoA). Questo metodo assicura tempi di blocco veloci e commissioni basse mantenendo un livello di decentralizzazione e sicurezza.

Componenti principali:

1. Validatori (i cosiddetti "Cabinet Members"): i validatori su BSC sono responsabili di produrre nuovi blocchi, validare transazioni e mantenere la sicurezza della rete. Per diventare validatore, un'entità deve mettere in staking una quantità significativa di BNB (Binance Coin). I validatori sono selezionati tramite staking e voto dei detentori di token. Ci sono 21 validatori attivi in qualsiasi momento, a rotazione per assicurare decentralizzazione e sicurezza.
2. Deleganti: i detentori di token che non desiderano eseguire nodi validatori possono delegare i propri token BNB ai validatori. Questa delega aiuta i validatori ad aumentare il loro stake e migliora le probabilità di essere selezionati per produrre blocchi. I deleganti guadagnano una quota delle ricompense che i validatori ricevono, incentivando un'ampia partecipazione alla sicurezza della rete.
3. Candidati: i candidati sono nodi che hanno messo in staking l'importo richiesto di BNB e sono nel pool in attesa di diventare validatori. Sono essenzialmente potenziali validatori che non sono attualmente attivi ma possono essere eletti nel set dei validatori tramite voto della comunità. I candidati svolgono un ruolo cruciale nell'assicurare che ci sia sempre un pool sufficiente di nodi pronti a svolgere compiti di validazione, mantenendo così la resilienza e la decentralizzazione della rete. Processo di consenso
4. Selezione dei validatori: i validatori sono scelti in base alla quantità di BNB in staking e ai voti ricevuti dai deleganti. Più BNB in staking e più voti significano probabilità più alte di essere selezionati per validare transazioni e produrre nuovi blocchi. Il processo di selezione coinvolge sia i validatori correnti sia il pool dei candidati, assicurando una rotazione dinamica e sicura dei nodi.
5. Produzione dei blocchi: i validatori selezionati si alternano nella produzione dei blocchi in una modalità simile al PoA, assicurando che i blocchi siano generati in modo rapido ed efficiente. I validatori validano le transazioni, le aggiungono

ai nuovi blocchi e trasmettono questi blocchi alla rete.

6. Finalità delle transazioni: BSC raggiunge tempi di blocco rapidi di circa 3 secondi e una finalità veloce delle transazioni. Questo è ottenuto tramite l'efficiente meccanismo PoSA che consente ai validatori di raggiungere rapidamente il consenso. Sicurezza e incentivi economici
7. Staking: i validatori sono tenuti a mettere in staking una quantità sostanziale di BNB, che funge da collaterale per assicurare il loro comportamento onesto. Questo importo in staking può essere soggetto a slashing se i validatori agiscono in modo malevolo. Lo staking incentiva i validatori ad agire nell'interesse della rete per evitare di perdere i BNB in staking.
8. Delega e ricompense: i deleganti guadagnano ricompense proporzionali al loro stake nei validatori. Questo li incentiva a scegliere validatori affidabili e a partecipare alla sicurezza della rete. Valatori e deleganti condividono le commissioni di transazione come ricompense, il che fornisce incentivi economici continui a mantenere sicurezza e prestazioni della rete.
9. Commissioni di transazione: BSC impiega commissioni di transazione basse, pagate in BNB, rendendola conveniente per gli utenti. Queste commissioni sono raccolte dai validatori come parte delle loro ricompense, incentivandoli ulteriormente a validare le transazioni in modo accurato ed efficiente.

Il meccanismo di consenso Proof-of-Stake (PoS) del cripto-asset, introdotto con The Merge nel 2022, sostituisce il mining con lo staking dei validatori. I validatori devono mettere in staking almeno 32 ETH; a ogni blocco un validatore è scelto casualmente per proporre il blocco successivo. Una volta proposto, gli altri validatori verificano l'integrità del blocco.

La rete opera su un sistema di slot ed epoche, in cui un nuovo blocco è proposto ogni 12 secondi, e la finalizzazione avviene dopo due epoche (~12,8 minuti) usando Casper-FFG. La Beacon Chain coordina i validatori, mentre la regola di scelta del fork (LMD-GHOST) assicura che la catena segua i voti con il maggior peso accumulato dei validatori. I validatori guadagnano ricompense per proporre e verificare blocchi, ma affrontano slashing per comportamenti malevoli o inattività. Il PoS mira a migliorare efficienza energetica, sicurezza e scalabilità, con futuri aggiornamenti come il Proto-Danksharding che migliorano l'efficienza delle transazioni.

Fantom opera sul Protocollo Lachesis, un meccanismo di consenso Asynchronous Byzantine Fault Tolerant (aBFT) progettato per transazioni rapide, sicure e scalabili.

Componenti principali del consenso di Fantom:

1. Protocollo Lachesis (aBFT):
 - Asincrono e senza leader: Lachesis consente ai nodi di raggiungere il consenso indipendentemente senza fare affidamento su un leader centrale, migliorando decentralizzazione e velocità.
 - Struttura DAG: invece di una blockchain lineare, Lachesis usa una struttura a grafo aciclico diretto (DAG), consentendo l'elaborazione parallela di più transazioni tra i nodi. Questa struttura supporta throughput elevato, rendendo la rete adatta ad applicazioni che richiedono elaborazione rapida delle transazioni.
2. Event Blocks e finalità istantanea:

- **Event Blocks:** le transazioni sono raggruppate in blocchi-evento, che sono validati asincronamente da più validatori. Quando un numero sufficiente di validatori conferma un blocco-evento, esso diventa parte della storia della rete Fantom.
- **Finalità istantanea:** le transazioni su Fantom raggiungono finalità immediata, il che significa che sono confermate e non possono essere annullate. Questa proprietà è ideale per applicazioni che richiedono transazioni rapide e irreversibili.

Gnosis Chain – Meccanismo di consenso Gnosis Chain impiega una struttura a doppio livello per bilanciare scalabilità e sicurezza, usando Proof of Stake (PoS) per il consenso di base e la finalità delle transazioni.

Componenti principali:

- **Struttura a due livelli Livello 1:** Gnosis Beacon Chain La Gnosis Beacon Chain opera con un meccanismo Proof of Stake (PoS), fungendo da dorsale di sicurezza e consenso. I validatori mettono in staking token GNO sulla Beacon Chain e validano transazioni, assicurando sicurezza di rete e finalità.
- **Livello 2:** Gnosis xDai Chain elabora transazioni e interazioni dApp, fornendo transazioni ad alta velocità e basso costo. I dati delle transazioni di Livello 2 sono finalizzati sulla Gnosis Beacon Chain, creando un quadro integrato in cui il Livello 1 assicura sicurezza e finalità, e il Livello 2 migliora la scalabilità. Ruolo dei validatori e staking I validatori sulla Gnosis Beacon Chain mettono in staking token GNO e partecipano al consenso validando blocchi. Questa configurazione assicura che i validatori abbiano un interesse economico a mantenere la sicurezza e l'integrità sia della Beacon Chain (Livello 1) sia della xDai Chain (Livello 2). Sicurezza cross-layer Le transazioni su Livello 2 sono in ultima analisi finalizzate su Livello 1, fornendo sicurezza e finalità a tutte le attività su Gnosis Chain. Questa architettura consente a Gnosis Chain di combinare velocità ed economicità del Livello 2 con le garanzie di sicurezza di un Livello 1 protetto da PoS, rendendola adatta sia ad applicazioni ad alta frequenza sia alla gestione sicura di asset.

Optimism è una soluzione di scalabilità di Livello 2 per Ethereum che usa gli Optimistic Rollups per aumentare il throughput delle transazioni e ridurre i costi mantenendo la sicurezza della catena principale di Ethereum.

Componenti principali:

1. **Optimistic Rollups:**
 - **Blocchi rollup:** le transazioni sono raggruppate in blocchi rollup ed elaborate off-chain.
 - **Impegni di stato:** lo stato di queste transazioni è periodicamente impegnato sulla catena principale di Ethereum.
2. **Sequencer:**
 - **Ordinamento delle transazioni:** i Sequencer sono responsabili dell'ordinamento delle transazioni e della creazione dei batch.
 - **Aggiornamenti di stato:** i Sequencer aggiornano lo stato del rollup e inviano questi aggiornamenti alla catena principale di Ethereum.
 - **Produzione dei blocchi:** costruiscono ed eseguono i blocchi di Livello 2, che poi sono pubblicati su Ethereum.

3. Fraud Proofs:

- Presunzione di validità: le transazioni sono considerate valide per impostazione predefinita.
- Periodo di contestazione: una finestra temporale specifica durante la quale chiunque può contestare una transazione presentando una prova di frode.
- Risoluzione delle dispute: se una transazione è contestata, viene eseguito un gioco di verifica interattivo per determinarne la validità. Se viene rilevata una frode, lo stato non valido è annullato e il partecipante disonesto è penalizzato.

Processo di consenso:

1. Invio della transazione: gli utenti inviano le transazioni al sequencer, che le ordina in batch.
2. Elaborazione dei batch: il sequencer elabora queste transazioni off-chain, aggiornando lo stato di Livello 2.
3. Impegno dello stato: lo stato aggiornato e il batch di transazioni sono periodicamente impegnati sulla catena principale di Ethereum. Questo è fatto pubblicando la radice dello stato (un hash crittografico che rappresenta lo stato) e i dati delle transazioni come *calldata* su Ethereum.
4. Fraud Proofs e contestazioni: una volta pubblicato un batch, c'è un periodo di contestazione durante il quale chiunque può inviare una prova di frode se ritiene che una transazione sia non valida.
 - Verifica interattiva: la disputa è risolta tramite un gioco di verifica interattivo, che suddivide la transazione in passaggi più piccoli per identificare il punto esatto della frode.
 - Rollback e penalità: se la frode è provata, il batch è annullato, e l'attore disonesto perde il collaterale in staking come penalità.
5. Finalità: dopo il periodo di contestazione, se non viene presentata alcuna prova di frode, il batch è considerato finale. Ciò significa che le transazioni sono accettate come valide e gli aggiornamenti di stato sono permanenti.

Polygon, in precedenza noto come Matic Network, è una soluzione di scalabilità di Livello 2 per Ethereum che impiega un meccanismo di consenso ibrido. Ecco una spiegazione dettagliata di come Polygon raggiunge il consenso:

Concetti principali:

1. Proof of Stake (PoS):
 - Selezione dei validatori: i validatori sulla rete Polygon sono selezionati in base al numero di token MATIC che hanno messo in staking. Più token in staking, più alta la probabilità di essere selezionati per validare transazioni e produrre nuovi blocchi.
 - Delega: i detentori di token che non desiderano eseguire un nodo validatore possono delegare i propri token MATIC ai validatori. I deleganti condividono le ricompense guadagnate dai validatori.

2. Plasma Chains:

- Scalabilità off-chain: Plasma è un framework per creare catene figlie che operano accanto alla catena principale di Ethereum. Queste catene figlie possono elaborare transazioni off-chain e inviare solo lo stato finale alla catena principale di Ethereum, aumentando significativamente il throughput e riducendo la congestione.
- Fraud Proofs: Plasma usa un meccanismo di *fraud proof* per garantire la sicurezza delle transazioni off-chain. Se viene rilevata una transazione fraudolenta, può essere contestata e annullata.

Processo di consenso:

1. Validazione delle transazioni: le transazioni sono prima validate dai validatori che hanno messo in staking token MATIC. Questi validatori confermano la validità delle transazioni e le includono nei blocchi.
2. Produzione dei blocchi:
 - Proposta e voto: i validatori propongono nuovi blocchi sulla base dei token in staking e partecipano a un processo di voto per raggiungere il consenso sul prossimo blocco. Il blocco con la maggioranza dei voti è aggiunto alla blockchain.
 - Checkpointing: Polygon utilizza checkpoint periodici, in cui snapshot della sidechain Polygon sono inviati alla catena principale di Ethereum. Questo processo assicura la sicurezza e la finalità delle transazioni sulla rete Polygon.
3. Framework Plasma:
 - Catene figlie: le transazioni possono essere elaborate su catene figlie create usando il framework Plasma. Queste transazioni sono validate off-chain e solo lo stato finale è inviato alla catena principale di Ethereum.
 - Fraud Proofs: se si verifica una transazione fraudolenta, può essere contestata entro un certo periodo usando prove di frode. Questo meccanismo assicura l'integrità delle transazioni off-chain.

Sicurezza e incentivi economici:

1. Incentivi per i validatori:
 - Ricompense di staking: i validatori guadagnano ricompense per lo staking di token MATIC e per la partecipazione al processo di consenso. Queste ricompense sono distribuite in token MATIC e sono proporzionali all'importo in staking e alla performance del validatore.
 - Commissioni di transazione: i validatori guadagnano anche una parte delle commissioni di transazione pagate dagli utenti. Questo fornisce un ulteriore incentivo finanziario a mantenere l'integrità e l'efficienza della rete.
2. Delega:
Ricompense condivise: i deleganti guadagnano una quota delle ricompense guadagnate dai validatori a cui delegano. Questo incoraggia più detentori di token a partecipare alla sicurezza della rete scegliendo validatori affidabili.
3. Sicurezza economica:
Slashing: i validatori possono essere penalizzati per comportamenti malevoli o mancato adempimento dei doveri.

Questa penalità, nota come slashing, comporta la perdita di una parte dei token in staking, assicurando che i validatori agiscano nell'interesse della rete.

Solana usa una combinazione unica di Proof of History (PoH) e Proof of Stake (PoS) per ottenere throughput elevato, bassa latenza e sicurezza robusta.

Concetti principali:

1. Proof of History (PoH):
 - Transazioni con timestamp: PoH è una tecnica crittografica che applica un timestamp alle transazioni, creando un registro storico che prova che un evento è avvenuto in un momento specifico.
 - Verifiable Delay Function: PoH usa una Verifiable Delay Function (VDF) per generare un hash unico che include la transazione e il momento in cui è stata elaborata. Questa sequenza di hash fornisce un ordine verificabile degli eventi, consentendo alla rete di concordare in modo efficiente sulla sequenza delle transazioni.
2. Proof of Stake (PoS):
 - Selezione dei validatori: i validatori sono scelti per produrre nuovi blocchi in base al numero di token SOL che hanno messo in staking. Più token in staking, più alta la probabilità di essere selezionati per validare transazioni e produrre nuovi blocchi.
 - Delega: i detentori di token possono delegare i propri SOL ai validatori, guadagnando ricompense proporzionali allo stake e migliorando la sicurezza della rete.

Processo di consenso:

1. Validazione delle transazioni:
Le transazioni sono trasmesse alla rete e raccolte dai validatori. Ogni transazione è validata per assicurare che soddisfi i criteri della rete, come firme corrette e fondi sufficienti.
2. Generazione della sequenza PoH:
Un validatore genera una sequenza di hash usando PoH, ciascuno contenente un timestamp e l'hash precedente. Questo processo crea un registro storico delle transazioni, stabilendo un orologio crittografico per la rete.
3. Produzione del blocco:
La rete usa PoS per selezionare un validatore leader in base allo stake. Il leader è responsabile del raggruppamento delle transazioni validate in un blocco. Il validatore leader usa la sequenza PoH per ordinare le transazioni all'interno del blocco, assicurando che tutte le transazioni siano elaborate nell'ordine corretto.
4. Consenso e finalizzazione:
Altri validatori verificano il blocco prodotto dal validatore leader. Controllano la correttezza della sequenza PoH e validano le transazioni nel blocco. Una volta verificato, il blocco è aggiunto alla blockchain. I validatori firmano il blocco, che è considerato finalizzato.

Sicurezza e incentivi economici:

1. Incentivi per i validatori:

- Ricompense di blocco: i validatori guadagnano ricompense per la produzione e la validazione dei blocchi. Queste ricompense sono distribuite in token SOL e sono proporzionali allo stake e alla performance del validatore.
- Commissioni di transazione: i validatori guadagnano anche commissioni dalle transazioni incluse nei blocchi che producono. Queste commissioni forniscono un ulteriore incentivo a elaborare le transazioni in modo efficiente.

2. Sicurezza:

- Staking: i validatori devono mettere in staking token SOL per partecipare al processo di consenso. Questo staking funge da collaterale, incentivando i validatori ad agire onestamente. Se un validatore si comporta in modo malevolo o non adempie, rischia di perdere i token in staking.
- Staking delegato: i detentori possono delegare i loro SOL ai validatori, migliorando sicurezza e decentralizzazione. I deleganti condividono le ricompense e sono incentivati a scegliere validatori affidabili.

3. Penalità economiche:

Slashing: i validatori possono essere penalizzati per comportamenti malevoli, come doppia firma o produzione di blocchi non validi. Questa penalità, nota come slashing, comporta la perdita di una parte dei token in staking, scoraggiando azioni disoneste.

S.5 Meccanismi di incentivo e commissioni applicabili

ChainLink Token è presente sulle seguenti reti: Arbitrum, Avalanche, Binance Smart Chain, Ethereum, Fantom, Gnosis Chain, Optimism, Polygon, Solana.

Arbitrum One, una soluzione di scalabilità di Livello 2 per Ethereum, impiega diversi meccanismi di incentivo per assicurare la sicurezza e l'integrità delle transazioni sulla sua rete. I meccanismi chiave includono:

1. Validatori e Sequencer:

- I Sequencer sono responsabili dell'ordinamento delle transazioni e della creazione di batch elaborati off-chain. Svolgono un ruolo critico nel mantenere efficienza e throughput della rete.
- I validatori monitorano le azioni dei Sequencer e assicurano che le transazioni siano elaborate correttamente. I validatori verificano le transazioni di stato e si assicurano che nessuna transazione non valida sia inclusa nei batch.

2. Fraud Proofs:

- Presunzione di validità: le transazioni elaborate off-chain sono considerate valide. Questo consente finalità rapida e alto throughput.

- Periodo di contestazione: esiste un periodo predefinito durante il quale chiunque può contestare la validità di una transazione inviando una prova di frode. Questo meccanismo funge da deterrente contro comportamenti malevoli.
 - Risoluzione delle dispute: se viene sollevata una contestazione, è avviato un processo di verifica interattivo per individuare l'esatto passaggio in cui si è verificata la frode. Se la contestazione è valida, la transazione fraudolenta è annullata e l'attore disonesto è penalizzato.
3. Incentivi economici:
- Ricompense per comportamento onesto: i partecipanti alla rete, come validatori e Sequencer, sono incentivati tramite ricompense per svolgere i loro compiti in modo onesto ed efficiente. Queste ricompense derivano dalle commissioni di transazione e potenzialmente da altri incentivi del protocollo.
 - Penalità per comportamento malevolo: i partecipanti che si comportano in modo disonesto o inviano transazioni non valide sono penalizzati. Questo può includere lo slashing dei token in staking o altre penalità economiche, che scoraggiano azioni malevole.

Commissioni sulla blockchain Arbitrum One

1. Commissioni di transazione:
 - Commissioni di Livello 2: gli utenti pagano commissioni per le transazioni elaborate sulla rete di Livello 2. Queste commissioni sono tipicamente più basse rispetto a quelle della rete principale di Ethereum a causa del ridotto carico computazionale sulla catena principale.
 - Commissione di transazione Arbitrum: è addebitata una commissione per ogni transazione elaborata dal sequencer. Questa commissione copre il costo di elaborazione della transazione e ne assicura l'inclusione in un batch.
2. Commissioni dati L1:
 - Pubblicazione dei batch su Ethereum: periodicamente, gli aggiornamenti di stato dalle transazioni di Livello 2 sono pubblicati sulla rete principale di Ethereum come *calldata*. Questo comporta una commissione, nota come L1 data fee, che copre il gas richiesto per pubblicare questi aggiornamenti di stato su Ethereum.
 - Condivisione dei costi: poiché le transazioni sono raggruppate, i costi fissi di pubblicazione degli aggiornamenti di stato su Ethereum sono ripartiti su più transazioni, rendendolo più conveniente per gli utenti.

Avalanche usa un meccanismo di consenso noto come Avalanche Consensus, che si basa su una combinazione di validatori, staking e un approccio innovativo al consenso per assicurare sicurezza e integrità della rete.

1. Validatori:

Staking: i validatori sulla rete Avalanche devono mettere in staking token AVAX. L'importo in staking influenza la probabilità di essere selezionati per proporre o validare nuovi blocchi.

Ricompense: i validatori guadagnano ricompense per la partecipazione al processo di consenso. Queste ricompense sono proporzionali all'importo di AVAX in staking e al loro uptime e performance nella validazione delle transazioni.

Delegazione: i validatori possono anche accettare deleghe da altri detentori di token. I deleganti condividono le ricompense in base all'importo delegato, il che incentiva i piccoli detentori a partecipare indirettamente alla sicurezza della rete.

2. Incentivi economici:

Ricompense di blocco: i validatori ricevono ricompense di blocco per la proposta e la validazione dei blocchi. Queste ricompense sono distribuite dall'emissione inflazionistica di token AVAX della rete.

Commissioni di transazione: i validatori guadagnano anche una parte delle commissioni di transazione pagate dagli utenti. Questo include commissioni per transazioni semplici, interazioni con smart contract e creazione di nuovi asset sulla rete.

3. Penalità:

- Slashing: a differenza di alcuni altri sistemi PoS, Avalanche non impiega lo slashing (cioè la confisca dei token in staking) come penalità per cattiva condotta. Invece, la rete fa affidamento sul disincentivo finanziario della perdita di ricompense future per i validatori non costantemente online o che agiscono in modo malevolo.
- Requisiti di uptime: i validatori devono mantenere un alto livello di uptime e validare correttamente le transazioni per continuare a guadagnare ricompense. Prestazioni scadenti o azioni malevole risultano in ricompense mancate, fornendo un forte incentivo economico ad agire onestamente.

Commissioni sulla blockchain Avalanche

1. Commissioni di transazione:

- Commissioni dinamiche: le commissioni di transazione su Avalanche sono dinamiche, variando in base alla domanda di rete e alla complessità delle transazioni. Questo assicura che le commissioni rimangano eque e proporzionali all'uso della rete.
- Bruciatura delle commissioni: una parte delle commissioni di transazione è bruciata, rimuovendola permanentemente dalla circolazione. Questo meccanismo deflazionistico aiuta a bilanciare l'inflazione delle ricompense di blocco e incentiva i detentori di token aumentando potenzialmente il valore di AVAX nel tempo.

2. Commissioni per smart contract: Costi di esecuzione:

le commissioni per il deployment e l'interazione con gli smart contract sono determinate dalle risorse computazionali richieste. Queste commissioni assicurano che la rete rimanga efficiente e che le risorse siano utilizzate responsabilmente.

3. Commissioni per la creazione di asset: Creazione di nuovi asset:

ci sono commissioni associate alla creazione di nuovi asset (token) sulla rete Avalanche. Queste commissioni aiutano a prevenire lo spam e assicurano che solo progetti seri utilizzino le risorse della rete.

Binance Smart Chain (BSC) usa il meccanismo Proof of Staked Authority (PoSA) per assicurare la sicurezza della rete e incentivare la partecipazione di validatori e deleganti.

Meccanismi di incentivo

1. Validatori:

- Ricompense di staking: i validatori devono mettere in staking una quantità significativa di BNB per partecipare al processo di consenso. Guadagnano ricompense sotto forma di commissioni di transazione e ricompense di blocco.
- Processo di selezione: i validatori sono selezionati in base alla quantità di BNB in staking e ai voti ricevuti dai deleganti. Più BNB in staking e più voti, maggiori le possibilità di essere selezionati per validare transazioni e produrre nuovi blocchi.

2. Deleganti:

- Staking delegato: i detentori di token possono delegare i propri BNB ai validatori. Questa delega aumenta lo stake totale del validatore e migliora le sue possibilità di essere selezionato per produrre blocchi.
- Ricompense condivise: i deleganti guadagnano una parte delle ricompense che i validatori ricevono. Questo incentiva i detentori a partecipare alla sicurezza e alla decentralizzazione della rete scegliendo validatori affidabili.

3. Candidati:

Pool di potenziali validatori: i candidati sono nodi che hanno messo in staking l'importo richiesto di BNB e attendono di diventare validatori attivi. Assicurano che ci sia sempre un pool sufficiente di nodi pronti ad assumere i compiti di validazione, mantenendo la resilienza della rete.

4. Sicurezza economica:

- Slashing: i validatori possono essere penalizzati per comportamento malevolo o mancata esecuzione dei doveri. Le penalità includono lo slashing di una parte dei token in staking, assicurando che i validatori agiscano nell'interesse della rete.
- Costo opportunità: lo staking richiede a validatori e deleganti di bloccare i propri BNB, fornendo un incentivo economico ad agire onestamente per evitare di perdere gli asset in staking.

Commissioni sulla Binance Smart Chain

1. Commissioni di transazione:

- Commissioni basse: BSC è nota per le sue commissioni di transazione basse rispetto ad altre reti blockchain. Queste commissioni sono pagate in BNB e sono essenziali per mantenere le operazioni di rete e compensare i validatori.
- Struttura dinamica delle commissioni: le commissioni di transazione possono variare in base alla congestione della rete e alla complessità delle transazioni. Tuttavia, BSC assicura che le commissioni rimangano significativamente inferiori rispetto alla rete principale di Ethereum.

2. Ricompense di blocco:

Incentivazione dei validatori: i validatori guadagnano ricompense di blocco oltre alle commissioni di transazione. Queste ricompense sono distribuite ai validatori per il loro ruolo nel mantenere la rete e nell'elaborare le transazioni.

3. Commissioni cross-chain:

Costi di interoperabilità: BSC supporta la compatibilità cross-chain, consentendo trasferimenti di asset tra Binance

Chain e Binance Smart Chain. Queste operazioni cross-chain comportano commissioni minime, facilitando trasferimenti senza soluzione di continuità e migliorando l'esperienza utente.

4. Commissioni per smart contract:

Il deployment e l'interazione con smart contract su BSC comportano il pagamento di commissioni basate sulle risorse computazionali richieste. Queste commissioni sono anch'esse pagate in BNB e sono progettate per essere convenienti, incoraggiando gli sviluppatori a costruire sulla piattaforma BSC.

Il sistema PoS del cripto-asset protegge le transazioni tramite incentivi ai validatori e penalità economiche. I validatori mettono in staking almeno 32 ETH e guadagnano ricompense per proporre blocchi, attestare quelli validi e partecipare ai *sync committees*. Le ricompense sono pagate in ETH di nuova emissione e in commissioni di transazione.

Ai sensi di EIP-1559, le commissioni di transazione consistono in una commissione base, che è bruciata per ridurre l'offerta, e una commissione prioritaria opzionale (tip) pagata ai validatori. I validatori affrontano slashing se agiscono in modo malevolo e incorrono in penalità per inattività.

Questo sistema mira ad aumentare la sicurezza allineando gli incentivi rendendo allo stesso tempo la struttura delle commissioni del cripto-asset più prevedibile e deflazionistica durante un'elevata attività di rete.

Il modello di incentivi di Fantom promuove la sicurezza della rete tramite ricompense di staking, commissioni di transazione e opzioni di delega, incoraggiando un'ampia partecipazione.

Meccanismi di incentivo:

1. Ricompense di staking per i validatori:

- Guadagno di ricompense in FTM: i validatori che partecipano al processo di consenso guadagnano ricompense in token FTM, proporzionali all'importo in staking. Questo incentiva i validatori a mettere in sicurezza attivamente la rete.
- Tasso di staking dinamico: il tasso di ricompensa di staking di Fantom è dinamico, adattandosi in base al totale di FTM in staking sulla rete. All'aumentare dell'FTM in staking, le ricompense individuali possono diminuire, mantenendo una struttura di premi equilibrata che sostiene la sicurezza di lungo periodo.

2. Delega per i detentori di token:

Staking delegato: gli utenti che non operano nodi validatori possono delegare i propri token FTM ai validatori. In cambio, condividono le ricompense di staking, incoraggiando una partecipazione più ampia alla sicurezza della rete.

Commissioni applicabili:

- Commissioni di transazione in FTM: gli utenti pagano commissioni in token FTM. L'alto throughput della rete e la struttura DAG mantengono basse le commissioni, rendendo Fantom ideale per dApp che richiedono transazioni frequenti.
- Modello di commissioni efficiente: le commissioni basse e la scalabilità della rete la rendono conveniente per gli utenti, favorendo un ambiente adatto ad applicazioni ad alto volume.

I modelli di incentivi e commissioni di Gnosis Chain incoraggiano sia la partecipazione dei validatori sia l'accessibilità della rete, usando un sistema a doppio token per mantenere bassi i costi di transazione e premi di staking efficaci.

Meccanismi di incentivo:

- Ricompense di staking per i validatori Ricompense in GNO: i validatori guadagnano ricompense di staking in token GNO per la loro partecipazione al consenso e la messa in sicurezza della rete
- Modello di delega: i detentori di GNO che non operano nodi validatori possono delegare i propri token GNO ai validatori, permettendo loro di condividere le ricompense di staking e incoraggiando una partecipazione più ampia alla sicurezza della rete.
- Modello a doppio token GNO: usato per staking, governance e ricompense ai validatori, GNO allinea gli incentivi di sicurezza di lungo periodo della rete con gli interessi economici dei detentori di token.
- xDai: serve come valuta primaria di transazione, fornendo transazioni stabili e a basso costo. L'uso di un token stabile (xDai) per le commissioni minimizza la volatilità e offre costi prevedibili per utenti e sviluppatori.

Commissioni applicabili:

Commissioni di transazione in xDai Gli utenti pagano commissioni di transazione in xDai, il token stabile delle commissioni, rendendo i costi accessibili e prevedibili. Questo modello è particolarmente adatto per applicazioni ad alta frequenza e dApp dove commissioni basse sono essenziali. Le commissioni di transazione xDai sono ridistribuite ai validatori come parte della loro compensazione, allineando le loro ricompense all'attività di rete. Ricompense di staking delegato Tramite lo staking delegato, i detentori di GNO possono guadagnare una quota delle ricompense di staking delegando i propri token ai validatori attivi, promuovendo la partecipazione degli utenti alla sicurezza della rete senza richiedere coinvolgimento diretto nelle operazioni di consenso.

Optimism, una soluzione di scalabilità di Livello 2 per Ethereum, usa gli Optimistic Rollups per aumentare il throughput delle transazioni e ridurre i costi mantenendo sicurezza e decentralizzazione.

Meccanismi di incentivo:

1. Sequencer:
 - Ordinamento delle transazioni: i Sequencer sono responsabili dell'ordinamento e del raggruppamento delle transazioni off-chain. Svolgono un ruolo critico nel mantenere efficienza e velocità della rete.
 - Incentivi economici: i Sequencer guadagnano commissioni di transazione dagli utenti. Queste commissioni incentivano i Sequencer a elaborare le transazioni rapidamente e accuratamente.
2. Validatori e Fraud Proofs:
 - Presunzione di validità: negli Optimistic Rollups, le transazioni sono considerate valide per impostazione predefinita. Questo consente finalità rapida.

- Meccanismo di contestazione: i validatori (o chiunque) possono contestare la validità di una transazione presentando una prova di frode durante un periodo di contestazione specificato. Questo meccanismo assicura che transazioni non valide siano rilevate e annullate.
 - Ricompense per le contestazioni: i *challenger* di successo sono ricompensati per l'identificazione e la prova di transazioni fraudolente. Questo incentiva i partecipanti a monitorare attivamente la rete per transazioni non valide, migliorando così la sicurezza.
3. Penalità economiche:
- Penalità per prove di frode: se un sequencer include una transazione non valida e questa è contestata con successo, affronta penalità economiche, come la perdita di una parte del collaterale in staking. Questo scoraggia comportamenti disonesti.
 - Inattività e cattiva condotta: anche i validatori e i sequencer sono incentivati a rimanere attivi e a comportarsi correttamente, poiché inattività o cattiva condotta possono portare a penalità e perdita di ricompense.

Commissioni applicabili sul protocollo Optimism di Livello 2:

1. Commissioni di transazione:
 - Commissioni di transazione di Livello 2: gli utenti pagano commissioni per le transazioni elaborate sulla rete di Livello 2. Queste commissioni sono generalmente più basse delle commissioni della rete principale di Ethereum a causa del minore carico computazionale sulla catena principale.
 - Efficienza dei costi: raggruppando più transazioni in un singolo batch, Optimism riduce il costo complessivo per transazione, rendendolo più economico per gli utenti.
2. Commissioni dati L1:
 - Pubblicazione di batch su Ethereum: periodicamente, gli aggiornamenti di stato delle transazioni di Livello 2 sono pubblicati sulla rete principale di Ethereum come *calldata*. Questo comporta una commissione nota come L1 data fee, che copre il costo del gas per pubblicare questi aggiornamenti di stato su Ethereum.
 - Condivisione dei costi: i costi fissi di pubblicazione degli aggiornamenti di stato su Ethereum sono distribuiti su più transazioni all'interno di un batch, riducendo l'onere di costo sulle singole transazioni.
3. Commissioni per smart contract:
 - Costi di esecuzione: le commissioni per il deployment e l'interazione con smart contract su Optimism sono basate sulle risorse computazionali richieste. Questo assicura che gli utenti siano addebitati in modo proporzionale alle risorse che consumano.

Polygon usa una combinazione di Proof of Stake (PoS) e framework Plasma per assicurare la sicurezza della rete, incentivare la partecipazione e mantenere l'integrità delle transazioni.

Meccanismi di incentivo:

1. Validatori:

- Ricompense di staking: i validatori su Polygon mettono in sicurezza la rete mettendo in staking token MATIC. Sono selezionati per validare transazioni e produrre nuovi blocchi in base al numero di token in staking. I validatori guadagnano ricompense sotto forma di nuovi token MATIC e commissioni di transazione per i loro servizi.
- Produzione dei blocchi: i validatori sono responsabili di proporre e votare nuovi blocchi. Il validatore selezionato propone un blocco, e altri validatori lo verificano e convalidano. I validatori sono incentivati ad agire onestamente ed efficientemente per guadagnare ricompense ed evitare penalità.
- Checkpointing: i validatori inviano periodicamente checkpoint alla catena principale di Ethereum, assicurando la sicurezza e la finalità delle transazioni elaborate su Polygon. Questo fornisce un ulteriore livello di sicurezza sfruttando la robustezza di Ethereum.

2. Deleganti:

- Delega: i detentori di token che non desiderano eseguire un nodo validatore possono delegare i propri token MATIC a validatori di fiducia. I deleganti guadagnano una parte delle ricompense guadagnate dai validatori, incentivandoli a scegliere validatori affidabili e performanti.
- Ricompense condivise: le ricompense guadagnate dai validatori sono condivise con i deleganti, in base alla proporzione di token delegati. Questo sistema incoraggia un'ampia partecipazione e migliora la decentralizzazione della rete.

3. Sicurezza economica:

- Slashing: i validatori possono essere penalizzati tramite *slashing* se tengono comportamenti malevoli o non svolgono correttamente i loro compiti. Questo include doppia firma o periodi prolungati *offline*. Lo slashing comporta la perdita di una parte dei token in staking, fungendo da forte deterrente contro azioni disoneste.
- Requisiti di bond: ai validatori è richiesto di vincolare una quantità significativa di token MATIC per partecipare al processo di consenso, assicurando un interesse diretto nel mantenere sicurezza e integrità della rete. Commissioni sulla blockchain Polygon

4. Commissioni di transazione:

- Commissioni basse: uno dei principali vantaggi di Polygon è rappresentato dalle commissioni di transazione basse rispetto alla catena principale di Ethereum. Le commissioni sono pagate in token MATIC e sono progettate per essere accessibili, incoraggiando throughput elevato e adozione da parte degli utenti.
- Commissioni dinamiche: le commissioni su Polygon possono variare a seconda della congestione di rete e della complessità delle transazioni. Tuttavia, rimangono significativamente più basse rispetto a Ethereum, rendendo Polygon un'opzione attraente per utenti e sviluppatori.

5. Commissioni per smart contract:

Costi di deployment ed esecuzione: il deployment e l'interazione con smart contract su Polygon comportano commissioni basate sulle risorse computazionali richieste. Queste commissioni sono anch'esse pagate in token MATIC e sono molto più basse rispetto a Ethereum, rendendo conveniente per gli sviluppatori costruire e mantenere dApp su Polygon.

6. Framework Plasma:

Trasferimenti di stato e prelievi: il framework Plasma consente l'elaborazione off-chain delle transazioni, che sono periodicamente raggruppate e impegnate sulla catena principale di Ethereum. Le commissioni associate a questi processi sono pagate in MATIC e aiutano a ridurre il costo complessivo di utilizzo della rete.

Solana usa una combinazione di Proof of History (PoH) e Proof of Stake (PoS) per proteggere la sua rete e validare le transazioni.

Meccanismi di incentivo:

1. Validatori:

- Ricompense di staking: i validatori sono scelti in base al numero di token SOL che hanno messo in staking. Guadagnano ricompense per la produzione e validazione dei blocchi, distribuite in SOL. Più token in staking, maggiori le probabilità di essere selezionati per validare transazioni e produrre nuovi blocchi.
- Commissioni di transazione: i validatori guadagnano una parte delle commissioni di transazione pagate dagli utenti per le transazioni che includono nei blocchi. Questo fornisce un ulteriore incentivo finanziario ai validatori a elaborare le transazioni in modo efficiente e mantenere l'integrità della rete.

2. Deleganti:

- Staking delegato: i detentori di token che non desiderano eseguire un nodo validatore possono delegare i propri SOL a un validatore. In cambio, i deleganti condividono le ricompense guadagnate dai validatori. Questo incoraggia un'ampia partecipazione alla messa in sicurezza della rete e assicura la decentralizzazione.

3. Penalità economiche:

- Slashing: i validatori possono essere penalizzati per comportamento malevolo, come doppia firma o produzione di blocchi non validi. Questa penalità, nota come slashing, comporta la perdita di una parte dei token in staking, scoraggiando azioni disoneste.

Commissioni di transazione:

1. Commissioni basse e prevedibili:

Solana è progettata per gestire un alto throughput di transazioni, il che aiuta a mantenere le commissioni basse e prevedibili. La commissione media su Solana è significativamente più bassa rispetto ad altre blockchain come Ethereum.

2. Struttura delle commissioni:

Le commissioni sono pagate in SOL e sono utilizzate per compensare i validatori per le risorse impiegate nell'elaborazione delle transazioni. Questo include potenza computazionale e banda di rete.

3. Commissioni di "rent":

Archiviazione dello stato: Solana addebita commissioni di rent per l'archiviazione dei dati sulla blockchain. Queste commissioni sono progettate per scoraggiare l'uso inefficiente dello stato e incoraggiare gli sviluppatori a pulire lo stato non utilizzato. Le commissioni di rent aiutano a mantenere efficienza e prestazioni della rete.

4. Commissioni per smart contract:

Costi di esecuzione: in modo simile alle commissioni di transazione, le commissioni per il deployment e l'interazione con smart contract su Solana sono basate sulle risorse computazionali richieste. Questo assicura che gli utenti siano addebitati in modo proporzionale alle risorse che consumano.

S.9 Fonti e metodologie per il calcolo del consumo energetico

Il consumo energetico di questo asset è aggregato tra più componenti:

Per determinare il consumo energetico di un token, è calcolato prima il consumo energetico delle reti arbitrum, avalanche, binance_smart_chain, ethereum, fantom, gnosis_chain, optimism, polygon, solana. Per il consumo energetico del token, una frazione del consumo energetico della rete è attribuita al token, che è determinata in base all'attività del cripto-asset all'interno della rete. Nel calcolo del consumo energetico, è usato — se disponibile — il *Functionally Fungible Group Digital Token Identifier* (FFG DTI) per determinare tutte le implementazioni dell'asset in ambito. Le mappature sono aggiornate regolarmente, sulla base dei dati della *Digital Token Identifier Foundation*. Le informazioni riguardo l'hardware usato e il numero di partecipanti nella rete si basano su assunzioni verificate al meglio tramite dati empirici. In generale, si presume che i partecipanti siano ampiamente razionali dal punto di vista economico. Come principio di precauzione, facciamo assunzioni sul lato conservativo in caso di dubbio, cioè facendo stime più alte per gli impatti avversi.

Cosmos ATOM

Informazioni quantitative

| Campo | Valore | Unità |
|---|----------------------|--------|
| S.1 Nome | Conio SRL | / |
| S.2 Identificatore legale rilevante | 8945000EH59XYZHK0B92 | / |
| S.3 Nome del cripto-asset | Cosmos ATOM | / |
| S.6 Inizio del periodo di riferimento della comunicazione | 2024-05-28 | / |
| S.7 Fine del periodo di riferimento della comunicazione | 2025-05-28 | / |
| S.8 Consumo energetico | 186481.16967 | kWh/ a |

Informazioni qualitative

S.4 Meccanismo di consenso

Cosmos ATOM è presente sulle seguenti reti: Binance Smart Chain, Bitsong, Cosmos, Cronos, Ethereum, Injective, Osmosis.

Binance Smart Chain (BSC) usa un meccanismo di consenso ibrido chiamato Proof of Staked Authority (PoSA), che combina elementi di Delegated Proof of Stake (DPoS) e Proof of Authority (PoA). Questo metodo assicura tempi di blocco rapidi e commissioni basse mantenendo un livello di decentralizzazione e sicurezza.

Componenti principali:

1. **Validatori** (i cosiddetti "Cabinet Members"): i validatori su BSC sono responsabili di produrre nuovi blocchi, convalidare le transazioni e mantenere la sicurezza della rete. Per diventare validatore, un'entità deve mettere in staking una quantità significativa di BNB (Binance Coin). I validatori sono selezionati tramite staking e voto da parte dei detentori di token. Ci sono 21 validatori attivi in qualsiasi momento, a rotazione per assicurare decentralizzazione e sicurezza.
2. **Deleganti**: i detentori di token che non desiderano eseguire nodi validatori possono delegare i propri token BNB ai validatori. Questa delega aiuta i validatori ad aumentare il loro stake e migliora le probabilità di essere selezionati per produrre blocchi. I deleganti guadagnano una quota delle ricompense che i validatori ricevono, incentivando un'ampia partecipazione alla sicurezza della rete.
3. **Candidati**: i candidati sono nodi che hanno messo in staking l'importo richiesto di BNB e sono nel pool in attesa di diventare validatori. Sono essenzialmente potenziali validatori che non sono attualmente attivi ma possono essere eletti nel set dei validatori tramite voto della comunità. I candidati svolgono un ruolo cruciale nell'assicurare che ci sia sempre un pool sufficiente di nodi pronti a svolgere compiti di validazione, mantenendo così la resilienza e la decentralizzazione della rete. Processo di consenso
4. **Selezione dei validatori**: i validatori sono scelti in base alla quantità di BNB in staking e ai voti ricevuti dai deleganti. Più BNB in staking e più voti significano probabilità più alte di essere selezionati per convalidare le transazioni e produrre nuovi blocchi. Il processo di selezione coinvolge sia i validatori attuali sia il pool dei candidati, assicurando una rotazione dinamica e sicura dei nodi.
5. **Produzione dei blocchi**: i validatori selezionati si alternano nella produzione dei blocchi in una modalità simile al PoA, assicurando che i blocchi siano generati rapidamente ed efficientemente. I validatori convalidano le transazioni, le aggiungono ai nuovi blocchi e trasmettono questi blocchi alla rete.
6. **Finalità delle transazioni**: BSC raggiunge tempi di blocco rapidi di circa 3 secondi e una finalità veloce delle transazioni. Questo è ottenuto tramite l'efficiente meccanismo PoSA che consente ai validatori di raggiungere rapidamente il consenso. Sicurezza e incentivi economici
7. **Staking**: ai validatori è richiesto di mettere in staking una quantità sostanziale di BNB, che funge da collaterale per assicurare il loro comportamento onesto. Questo importo in staking può essere soggetto a slashing se i validatori agiscono in modo malevolo. Lo staking incentiva i validatori ad agire nell'interesse della rete per evitare di perdere i BNB in staking.
8. **Delega e ricompense**: i deleganti guadagnano ricompense proporzionali al loro stake nei validatori. Questo li incentiva a scegliere validatori affidabili e a partecipare alla sicurezza della rete. I validatori e i deleganti condividono le commissioni di transazione come ricompense, il che fornisce incentivi economici continui a mantenere sicurezza e prestazioni della rete.
9. **Commissioni di transazione**: BSC impiega commissioni di transazione basse, pagate in BNB, rendendola conveniente per gli utenti. Queste commissioni sono raccolte dai validatori come parte delle loro ricompense, incentivandoli ulteriormente a convalidare le transazioni accuratamente ed efficientemente.

BitSong opera con un meccanismo di consenso Delegated Proof-of-Stake (DPoS). In questo modello, i detentori di token BTSG delegano i loro token ai validatori, che sono responsabili di produrre e convalidare nuovi blocchi. La selezione dei validatori si basa sulla quantità di token BTSG in staking e sulla durata dello staking, che determina il loro potere di voto nei processi di governance della rete.

La rete Cosmos usa il Cosmos SDK, un framework modulare che consente agli sviluppatori di costruire blockchain personalizzate e specifiche per applicazione. Le catene basate su Cosmos SDK si affidano a Tendermint Core, un motore di consenso Byzantine Fault Tolerant (BFT) Proof of Stake (PoS) che supporta interoperabilità e finalità rapida delle transazioni.

Componenti principali:

1. Consenso Tendermint BFT con Proof of Stake:
 - Selezione dei validatori: i validatori di Cosmos sono selezionati in base alla quantità di ATOM che mettono in staking o ricevono dai deleganti. Questi validatori partecipano alla proposta e convalida dei blocchi tramite un sistema di voto a maggioranza dei due terzi.
 - Soglia di sicurezza: Tendermint BFT assicura la sicurezza della rete fintanto che meno di un terzo dei validatori agisce in modo malevolo.
2. Framework modulare Cosmos SDK:
 - Inter-Blockchain Communication (IBC): il Cosmos SDK supporta IBC, consentendo interoperabilità senza soluzione di continuità tra blockchain basate su Cosmos.
 - Application Blockchain Interface (ABCI): questa interfaccia separa il livello di consenso dallo strato applicativo, permettendo agli sviluppatori di implementare logiche personalizzate senza modificare il motore di consenso.

Cronos opera con un modello Proof of Stake (PoS) integrato con il consenso Byzantine Fault Tolerant (BFT) di Tendermint, progettato per decentralizzazione, sicurezza e interoperabilità. Questo modello consente che i validatori siano selezionati in base alla potenza di staking, ricompensandoli per la messa in sicurezza e la validazione della rete.

Componenti principali:

- Proof of Stake (PoS) con selezione dei validatori Tendermint BFT: i validatori sono scelti in base alla quantità di token CRO in staking, mettendo in sicurezza la rete e producendo blocchi.
- Modello di delega: i detentori di token possono delegare i propri CRO ai validatori, abilitando la partecipazione alla sicurezza della rete senza necessità di eseguire un nodo validatore.
- Connettività cross-chain con Cosmos SDK e Inter-Blockchain Communication (IBC): costruita su Cosmos SDK, Cronos abilita comunicazione cross-chain, connettendo ad altre blockchain Cosmos ed ecosistemi come Ethereum e Binance Smart Chain.

Il meccanismo di consenso Proof-of-Stake (PoS) del cripto-asset, introdotto con The Merge nel 2022, sostituisce il mining con lo staking dei validatori. I validatori devono mettere in staking almeno 32 ETH; a ogni blocco un validatore è scelto casualmente per proporre il blocco successivo. Una volta proposto, gli altri validatori verificano l'integrità del blocco.

La rete opera su un sistema di slot ed epoche, in cui un nuovo blocco è proposto ogni 12 secondi, e la finalizzazione avviene dopo due epoche (~12,8 minuti) usando Casper-FFG. La Beacon Chain coordina i validatori, mentre la regola di scelta del fork (LMD-GHOST) assicura che la catena segua i voti con il maggior peso accumulato dei validatori. I validatori guadagnano ricompense per proporre e verificare blocchi, ma affrontano slashing per comportamenti malevoli o inattività. Il PoS mira a migliorare efficienza energetica, sicurezza e scalabilità, con futuri aggiornamenti come il Proto-Danksharding che migliorano l'efficienza delle transazioni.

Injective opera con un modello di consenso Proof of Stake (PoS) basato su Tendermint, assicurando alto throughput e finalità immediata delle transazioni.

Componenti principali:

- Proof of Stake (PoS) basato su Tendermint: assicura finalità istantanea delle transazioni e supporta produzione di blocchi efficiente per transazioni ad alta velocità.
- Selezione dei validatori: i validatori sono scelti in base alla quantità di token INJ in staking, considerando sia lo stake proprio sia quello delegato, per mantenere una rete decentralizzata.
- Delega: i detentori di INJ possono delegare i loro token ai validatori, guadagnando una quota delle ricompense di staking e partecipando alla governance della rete.
- Finalità immediata: il meccanismo di consenso Tendermint fornisce finalità immediata, assicurando che le transazioni non possano essere annullate una volta convalidate.

Osmosis opera con un meccanismo di consenso Proof of Stake (PoS), sfruttando Cosmos SDK e Tendermint Core per fornire elaborazione delle transazioni sicura, decentralizzata e scalabile.

Componenti principali:

- Proof of Stake (PoS): i validatori sono scelti in base alla quantità di token OSMO messa in staking o delegata da altri detentori di token. I validatori sono responsabili di convalidare le transazioni, produrre blocchi e mantenere la sicurezza della rete.
- Cosmos SDK e Tendermint Core: Osmosis usa Tendermint Core per un consenso Byzantine Fault Tolerant (BFT), assicurando finalità rapida e resistenza agli attacchi fintanto che meno di un terzo dei validatori è malevolo.
- Governance decentralizzata: i detentori di token OSMO possono partecipare alla governance votando su upgrade del protocollo e parametri di rete, promuovendo un approccio allo sviluppo guidato dalla comunità.

S.5 Meccanismi di incentivo e commissioni applicabili

Cosmos ATOM è presente sulle seguenti reti: Binance Smart Chain, Bitsong, Cosmos, Cronos, Ethereum, Injective, Osmosis.

Binance Smart Chain (BSC) usa il meccanismo di consenso Proof of Staked Authority (PoSA) per assicurare la sicurezza della rete e incentivare la partecipazione di validatori e deleganti.

Meccanismi di incentivo

1. Validatori:

- Ricompense di staking: i validatori devono mettere in staking una quantità significativa di BNB per partecipare al processo di consenso. Guadagnano ricompense sotto forma di commissioni di transazione e ricompense di blocco.
- Processo di selezione: i validatori sono selezionati in base alla quantità di BNB in staking e ai voti ricevuti dai deleganti. Più BNB in staking e più voti, maggiori le probabilità di essere selezionati per convalidare transazioni e produrre nuovi blocchi.

2. Deleganti:

- Staking delegato: i detentori di token possono delegare i propri BNB ai validatori. Questa delega aumenta lo stake totale del validatore e migliora le sue possibilità di essere selezionato per produrre blocchi.
- Ricompense condivise: i deleganti guadagnano una parte delle ricompense che i validatori ricevono. Questo incentiva i detentori di token a partecipare alla sicurezza e alla decentralizzazione della rete scegliendo validatori affidabili.

3. Candidati:

Pool di potenziali validatori: i candidati sono nodi che hanno messo in staking l'importo richiesto di BNB e sono in attesa di diventare validatori attivi. Assicurano che ci sia sempre un pool sufficiente di nodi pronti a svolgere compiti di validazione, mantenendo la resilienza della rete.

4. Sicurezza economica:

- Slashing: i validatori possono essere penalizzati per comportamento malevolo o mancata esecuzione dei doveri. Le penalità includono lo slashing di una parte dei token in staking, assicurando che i validatori agiscano nell'interesse della rete.
- Costo opportunità: lo staking richiede a validatori e deleganti di bloccare i propri token BNB, fornendo un incentivo economico ad agire onestamente per evitare di perdere gli asset in staking.

Commissioni sulla Binance Smart Chain

1. Commissioni di transazione:

- Commissioni basse: BSC è nota per le sue commissioni di transazione basse rispetto ad altre reti blockchain. Queste commissioni sono pagate in BNB e sono essenziali per mantenere le operazioni di rete e compensare i validatori.
- Struttura dinamica delle commissioni: le commissioni di transazione possono variare in base alla congestione della rete e alla complessità delle transazioni. Tuttavia, BSC assicura che le commissioni rimangano significativamente inferiori rispetto alla rete principale di Ethereum.

2. Ricompense di blocco:
Incentivazione dei validatori: i validatori guadagnano ricompense di blocco oltre alle commissioni di transazione. Queste ricompense sono distribuite ai validatori per il loro ruolo nel mantenere la rete e nell'elaborare le transazioni.
3. Commissioni cross-chain:
Costi di interoperabilità: BSC supporta la compatibilità cross-chain, consentendo trasferimenti di asset tra Binance Chain e Binance Smart Chain. Queste operazioni cross-chain comportano commissioni minime, facilitando trasferimenti senza soluzione di continuità e migliorando l'esperienza utente.
4. Commissioni per smart contract:
Il deployment e l'interazione con smart contract su BSC comportano il pagamento di commissioni basate sulle risorse computazionali richieste. Queste commissioni sono anch'esse pagate in BNB e sono progettate per essere convenienti, incoraggiando gli sviluppatori a costruire sulla piattaforma BSC.

Il token nativo, BTSG, svolge ruoli multipli all'interno dell'ecosistema BitSong, inclusi pagamenti delle commissioni di transazione, staking e partecipazione alla governance. I validatori guadagnano ricompense da commissioni di transazione e ricompense di blocco, con una parte di queste ricompense distribuita ai deleganti dopo la detrazione della commissione del validatore.

La rete Cosmos incentiva sia i validatori sia i deleganti a mettere in sicurezza la rete tramite ricompense di staking, finanziate da commissioni di transazione e da ATOM di nuova emissione.

Meccanismi di incentivo:

1. Ricompense di staking per validatori e deleganti:
Ricompense in ATOM: i validatori guadagnano ricompense di staking in token ATOM per la partecipazione al consenso, con ricompense condivise con i deleganti che mettono in staking ATOM tramite delega.
2. Slashing per responsabilizzazione:
Penalità per cattiva condotta: i validatori che agiscono in modo malevolo, come doppia firma o permanenza *offline*, affrontano penalità di slashing, che rimuovono una porzione dell'ATOM in staking. Anche i deleganti possono subire slashing se il validatore scelto è penalizzato, incoraggiando la selezione attenta di validatori affidabili.

Commissioni applicabili:

1. Commissioni di transazione:
Commissioni pagate in ATOM dagli utenti: tutte le transazioni sul Cosmos Hub comportano commissioni pagate in ATOM, che compensano i validatori per l'elaborazione delle transazioni e aiutano a prevenire lo spam di rete.
2. Modello di commissioni personalizzabile:
Commissioni in token personalizzati: il Cosmos SDK consente alle singole catene di definire le proprie commissioni di transazione in token diversi da ATOM, supportando requisiti applicativi variati all'interno dell'ecosistema.

Cronos incentiva validatori e deleganti con ricompense di staking e commissioni di transazione, allineando incentivi economici con sicurezza e crescita della rete.

Meccanismi di incentivo:

- Ricompense di staking per validatori e deleganti: entrambi i gruppi guadagnano ricompense in CRO per il supporto alla sicurezza della rete. I deleganti guadagnano una porzione delle ricompense del validatore, promuovendo una partecipazione di rete più ampia.
- Meccanismo deflazionistico di *token burning*: una parte delle commissioni di transazione e delle ricompense di staking può essere periodicamente bruciata, riducendo l'offerta di CRO nel tempo e potenzialmente aumentandone il valore.

Commissioni applicabili:

- Commissioni di transazione e per smart contract, transazioni standard: gli utenti pagano CRO per le transazioni di rete e le interazioni con dApp, fornendo un flusso costante di entrate per i validatori.
- Commissioni gas compatibili con Ethereum: l'esecuzione di smart contract compatibili con Ethereum comporta commissioni gas, simili a Ethereum, pagabili in CRO.

Il sistema PoS del crypto-asset protegge le transazioni tramite incentivi ai validatori e penalità economiche. I validatori mettono in staking almeno 32 ETH e guadagnano ricompense per proporre blocchi, attestare quelli validi e partecipare ai *sync committees*. Le ricompense sono pagate in ETH di nuova emissione e in commissioni di transazione.

Ai sensi di EIP-1559, le commissioni di transazione consistono in una commissione base, che è bruciata per ridurre l'offerta, e una commissione prioritaria opzionale (tip) pagata ai validatori. I validatori affrontano slashing se agiscono in modo malevolo e incorrono in penalità per inattività.

Questo sistema mira ad aumentare la sicurezza allineando gli incentivi rendendo allo stesso tempo la struttura delle commissioni del crypto-asset più prevedibile e deflazionistica durante un'elevata attività di rete.

Injective incentiva la partecipazione alla rete tramite ricompense di staking e un modello di commissioni di transazione unico che supporta il valore di lungo periodo dei token INJ.

Meccanismi di incentivo:**Ricompense di staking:**

i detentori di INJ guadagnano ricompense mettendo in staking i loro token, incoraggiando una partecipazione attiva alla messa in sicurezza della rete.

Ricompense per i validatori:

i validatori ricevono ricompense di staking e commissioni di transazione per l'elaborazione delle transazioni e il mantenimento della sicurezza della rete.

Commissioni applicabili:**Commissioni di transazione:**

gli utenti pagano commissioni in token INJ per le transazioni di rete, incluse esecuzione di smart contract e attività di trading.

Struttura delle commissioni:

una parte delle commissioni di transazione è bruciata tramite un'asta on-chain settimanale, riducendo l'offerta complessiva di token INJ e supportando un modello tokenomico deflazionistico.

Osmosis incentiva validatori, deleganti e fornitori di liquidità tramite una combinazione di ricompense di staking, commissioni di transazione e incentivi alla liquidità.

Meccanismi di incentivo:

- Ricompense per i validatori: i validatori guadagnano ricompense da commissioni di transazione e ricompense di blocco, distribuite in token OSMO, per il loro ruolo nella messa in sicurezza della rete e nell'elaborazione delle transazioni. I deleganti che mettono in staking i loro token OSMO presso i validatori ricevono una quota di queste ricompense.
- Ricompense per i fornitori di liquidità: gli utenti che forniscono liquidità alle pool di Osmosis guadagnano commissioni di swap e possono ricevere incentivi aggiuntivi sotto forma di token OSMO per incoraggiare la fornitura di liquidità.
- Superfluid Staking: i fornitori di liquidità possono partecipare al superfluid staking, mettendo in staking una porzione dei loro token OSMO all'interno delle pool di liquidità. Questo meccanismo consente agli utenti di guadagnare ricompense di staking mantenendo al contempo la liquidità nelle pool.

Commissioni applicabili:

Commissioni di transazione: gli utenti pagano commissioni di transazione in token OSMO per le attività di rete, inclusi swap, staking e partecipazione alla governance. Queste commissioni sono distribuite a validatori e deleganti, incentivando la loro partecipazione continua e il supporto alla sicurezza della rete.

S.9 Fonti e metodologie per il calcolo del consumo energetico

Il consumo energetico di questo asset è aggregato tra più componenti:

Per il calcolo dei consumi energetici, viene utilizzato il cosiddetto approccio "bottom-up", nel quale i nodi sono considerati il fattore centrale per il consumo energetico della rete. Queste assunzioni sono formulate sulla base di risultati empirici tramite l'uso di siti di informazione pubblici, *crawler* open-source e *crawler* sviluppati internamente. I determinanti principali per stimare l'hardware utilizzato all'interno della rete sono i requisiti per l'esecuzione del software client. Il consumo energetico dei dispositivi hardware è stato misurato in laboratori di prova certificati. Nel calcolo del consumo energetico, abbiamo utilizzato — se disponibile — il *Functionally Fungible Group Digital Token Identifier* (FFG DTI) per determinare tutte le implementazioni dell'asset in questione nell'ambito e aggiorniamo regolarmente le mappature, sulla base dei dati della *Digital Token Identifier Foundation*. Le informazioni riguardo l'hardware utilizzato e il numero di partecipanti nella rete si basano su assunzioni che sono verificate con il massimo impegno utilizzando dati empirici. In generale, si presume che i partecipanti siano in larga misura razionali dal punto di vista economico. Come principio di precauzione, facciamo assunzioni sul lato conservativo in caso di dubbio, cioè facendo stime più alte per gli impatti avversi.

Per determinare il consumo energetico di un token, è calcolato prima il consumo energetico delle reti *binance_smart_chain*, *bitsong*, *cosmos*, *cronos*, *ethereum*, *injective*, *osmosis*. Per il consumo energetico del token, una frazione del consumo energetico della rete è attribuita al token, che è determinata in base all'attività del cripto-asset all'interno della rete. Nel calcolo del consumo energetico, è usato — se disponibile — il *Functionally Fungible Group Digital Token Identifier* (FFG DTI) per determinare tutte le implementazioni dell'asset nell'ambito. Le mappature sono aggiornate regolarmente, sulla base dei dati della *Digital Token Identifier Foundation*. Le informazioni riguardo l'hardware utilizzato e il numero di partecipanti nella rete si basano su assunzioni

che sono verificate con il massimo impegno utilizzando dati empirici. In generale, si presume che i partecipanti siano in larga misura razionali dal punto di vista economico. Come principio di precauzione, facciamo assunzioni sul lato conservativo in caso di dubbio, cioè facendo stime più alte per gli impatti avversi.

Dogecoin

Informazioni quantitative

| Campo | Valore | Unità |
|---|----------------------|--------|
| S.1 Nome | Conio SRL | / |
| S.2 Identificatore legale rilevante | 8945000EH59XYZHK0B92 | / |
| S.3 Nome del cripto-asset | Dogecoin | / |
| S.6 Inizio del periodo di riferimento della comunicazione | 2024-05-28 | / |
| S.7 Fine del periodo di riferimento della comunicazione | 2025-05-28 | / |
| S.8 Consumo energetico | 10301551163.27221 | kWh/ a |
| S.10 Consumo di energia rinnovabile | 24.1347029759 | % |
| S.11 Intensità energetica | 0.75488 | kWh |
| S.12 Emissioni GHG DLT Scope 1 - Controllate | 0.00000 | tCO2e |
| S.13 Emissioni GHG DLT Scope 2 - Acquistate | 4244198.50487 | tCO2e |
| S.14 Intensità GHG | 0.31101 | kgCO2e |

Informazioni qualitative

S.4 Meccanismo di consenso

Dogecoin (DOGE) utilizza un meccanismo di consenso Proof of Work (PoW), simile a Bitcoin, ma con alcune differenze chiave.

Concetti principali:

1. Nodi e minatori:

- Nodi: i nodi nella rete Dogecoin sono computer che eseguono il software Dogecoin. Convalidano le transazioni, mantengono la blockchain e inoltrano informazioni sulla rete.
- Minatori: i minatori sono nodi specializzati che risolvono puzzle crittografici per creare nuovi blocchi e convalidare le transazioni. Questo processo è noto come mining.

2. Blockchain:

La blockchain è un registro pubblico che registra tutte le transazioni Dogecoin in una serie di blocchi. Ogni blocco contiene un elenco di transazioni, un riferimento al blocco precedente (hash), un timestamp e un nonce (un numero casuale usato una sola volta).

3. Funzioni di hash:

Dogecoin utilizza la funzione di hash Scrypt, diversa dalla SHA-256 di Bitcoin. Scrypt è progettata per essere più intensiva in memoria, rendendola più resistente al mining con ASIC (Application-Specific Integrated Circuit) e incoraggiando una partecipazione più ampia da parte degli utenti comuni con hardware meno potente.

Processo di consenso:

1. Convalida delle transazioni:

Le transazioni sono trasmesse alla rete e raccolte dai minatori in un blocco. Ogni transazione è convalidata dai nodi per assicurarsi che aderisca alle regole della rete, come firme corrette e fondi sufficienti.

2. Mining e creazione del blocco:

- Nonce e puzzle di hash: i minatori competono per trovare un nonce che, combinato con i dati del blocco e passato attraverso la funzione di hash Scrypt, produca un hash al di sotto di un determinato valore obiettivo. Questo valore obiettivo è regolato periodicamente per mantenere un tempo di creazione dei blocchi coerente.
- Proof of Work: trovare un nonce valido richiede un notevole sforzo computazionale. Una volta che un minatore trova un nonce valido, il nuovo blocco è trasmesso alla rete.

3. Convalida e aggiunta del blocco:

Gli altri nodi della rete verificano il nuovo blocco per assicurarsi che l'hash sia corretto e che tutte le transazioni al suo interno siano valide. Se il blocco è valido, i nodi lo aggiungono alla propria copia della blockchain e il processo si ripete per il blocco successivo.

4. Consenso sulla catena:

La catena più lunga (la catena con la maggior quantità di proof of work accumulata) è considerata la catena valida dalla rete. I nodi lavorano sempre per estendere la catena valida più lunga. In caso di più catene valide (fork), la rete risolverà alla fine il fork continuando a minare ed estendendo una catena finché non diventa più lunga.

Sicurezza e incentivi economici:

1. Incentivi per i minatori:

- Ricompense di blocco: i minatori sono incentivati a partecipare alla rete ricevendo ricompense di blocco. Inizialmente, Dogecoin aveva una ricompensa di blocco variabile, ma ora offre una ricompensa fissa di 10.000 DOGE per blocco.
- Commissioni di transazione: i minatori raccolgono anche le commissioni di transazione dalle transazioni incluse nel blocco. Queste commissioni forniscono un ulteriore incentivo per i minatori.

2. Sicurezza:

- Hash rate e difficoltà: la sicurezza della rete Dogecoin è direttamente proporzionale al suo hash rate, la potenza computazionale totale di tutti i minatori. Un hash rate più elevato significa attacchi più difficili e costosi.
- Attacco 51%: un attaccante dovrebbe controllare più del 50% dell'hash rate della rete per effettuare doppie spese o riscrivere parti della blockchain. Il costo e le risorse richieste per un simile attacco lo rendono impraticabile per una rete sufficientemente grande e decentralizzata come Dogecoin.

3. Merge mining:

Dogecoin supporta il merge mining con Litecoin (LTC). Ciò significa che i minatori possono minare contemporaneamente sia Dogecoin sia Litecoin senza sforzo computazionale aggiuntivo. Questo migliora la sicurezza di entrambe le reti raggruppando i loro hash rate.

S.5 Meccanismi di incentivo e commissioni applicabili

Dogecoin utilizza un meccanismo di consenso Proof of Work (PoW) per garantire sicurezza e integrità della rete, facendo affidamento su incentivi economici per i minatori e commissioni di transazione da parte degli utenti.

Meccanismi di incentivo

1. Minatori:

- Ricompense di blocco: i minatori ricevono ricompense di blocco per il successo nel minare nuovi blocchi. Inizialmente, Dogecoin aveva una ricompensa di blocco variabile, ma ora offre una ricompensa fissa di 10.000 DOGE per blocco. Queste ricompense sono un incentivo principale per i minatori a investire nella potenza computazionale necessaria per mettere in sicurezza la rete.
- Commissioni di transazione: oltre alle ricompense di blocco, i minatori guadagnano anche commissioni di transazione dalle transazioni che includono nei blocchi che minano. Sebbene le commissioni di transazione di Dogecoin siano tipicamente basse, forniscono comunque un'importante entrata supplementare per i minatori.
- Merge mining: Dogecoin supporta il merge mining con Litecoin, consentendo ai minatori di minare simultaneamente entrambe le criptovalute senza sforzo computazionale aggiuntivo. Questo processo aumenta l'hash rate e la sicurezza di entrambe le reti raggruppando le loro risorse.

2. Sicurezza:

- Hash rate e difficoltà: la sicurezza della rete di Dogecoin è direttamente correlata al suo hash rate, la potenza computazionale totale utilizzata da tutti i minatori. Un hash rate più elevato rende la rete più resistente agli attacchi. La difficoltà di mining si regola periodicamente per garantire che i blocchi vengano minati approssimativamente ogni minuto, mantenendo la stabilità della rete. Deterrente all'attacco 51%: controllare più del 50% dell'hash rate della rete per eseguire un attacco del 51% è costoso e difficile. L'ingente potenza computazionale ed energia richieste rendono tali attacchi impraticabili per una rete grande e decentralizzata come Dogecoin.

Commissioni applicabili sulla blockchain Dogecoin:

1. Commissioni di transazione:
 - Struttura a tariffa fissa: Dogecoin utilizza una struttura di commissioni relativamente semplice. La commissione tipica di transazione è 1 DOGE per kilobyte di dati di transazione. Questa commissione bassa è uno degli elementi di attrattiva di Dogecoin, rendendola adatta a transazioni piccole e microtransazioni.
 - Incentivi per un'elaborazione più rapida: sebbene le commissioni di transazione siano generalmente basse, gli utenti possono scegliere di pagare commissioni più alte per incentivare i minatori a includere le loro transazioni nel blocco successivo, assicurando tempi di elaborazione più rapidi.
2. Ricompense di mining:
 - Sussidio di blocco: la ricompensa fissa per blocco di 10.000 DOGE incentiva i minatori a continuare a mettere in sicurezza la rete. Questa ricompensa persisterà poiché Dogecoin non ha un tetto massimo di offerta, garantendo incentivi continui per i minatori.
 - Inclusione delle commissioni: oltre al sussidio di blocco, l'inclusione delle commissioni di transazione fornisce un ulteriore, sebbene minore, incentivo per i minatori a elaborare le transazioni in modo efficiente.

S.9 Fonti e metodologie per il calcolo del consumo energetico

Per il calcolo dei consumi energetici, viene utilizzato il cosiddetto approccio "top-down", all'interno del quale si assume un calcolo economico dei minatori. I minatori sono persone o dispositivi che partecipano attivamente al meccanismo di consenso proof-of-work. I minatori sono considerati il fattore centrale per il consumo energetico della rete. L'hardware è preselezionato in base all'algoritmo di hash del meccanismo di consenso: Scrypt. Una soglia di redditività attuale è determinata sulla base della struttura di ricavi e costi delle operazioni di mining. Solo l'hardware al di sopra della soglia di redditività è considerato per la rete. Il consumo energetico della rete può essere determinato tenendo conto della distribuzione dell'hardware, dei livelli di efficienza per il funzionamento dell'hardware e delle informazioni on-chain riguardo alle opportunità di ricavo dei minatori. Se è noto un uso significativo del merge mining, questo è preso in considerazione. Nel calcolo del consumo energetico, abbiamo utilizzato – se disponibile – il Functionally Fungible Group Digital Token Identifier (FFG DTI) per determinare tutte le implementazioni dell'asset in questione nell'ambito e aggiorniamo regolarmente le mappature, sulla base dei dati della Digital Token Identifier Foundation. Le informazioni riguardo all'hardware utilizzato e al numero di partecipanti nella rete si basano su assunzioni che sono verificate con il massimo impegno utilizzando dati empirici. In generale, si presume che i partecipanti siano in larga misura razionali dal punto di vista economico. Come principio di precauzione, facciamo assunzioni sul lato conservativo in caso di dubbio, cioè facendo stime più alte per gli impatti avversi.

S.15 Fonti e metodologie energetiche principali

Per determinare la quota di utilizzo di energia rinnovabile, le posizioni dei nodi devono essere determinate utilizzando siti di informazione pubblici, crawler open-source e crawler sviluppati internamente. Se non sono disponibili informazioni sulla distribuzione geografica dei nodi, vengono utilizzate reti di riferimento comparabili in termini di struttura di incentivazione e meccanismo di consenso. Queste informazioni geografiche sono fuse con informazioni pubbliche di Our World in Data, si veda la citazione. L'intensità è calcolata come il costo energetico marginale rispetto a una transazione in più.

Ember (2025); Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024) – con principali elaborazioni a cura di *Our World in Data*. "Share of electricity generated by renewables – Ember and Energy Institute" [dataset]. Ember, "Yearly Electricity Data Europe"; Ember, "Yearly Electricity Data"; Energy Institute, "Statistical Review of World Energy" [dati originali]. Disponibile su <https://ourworldindata.org/grapher/share-electricity-renewables>

S.16 Fonti e metodologie GHG principali

Per determinare le emissioni di GHG, le posizioni dei nodi devono essere determinate utilizzando siti di informazione pubblici, crawler open-source e crawler sviluppati internamente. Se non sono disponibili informazioni sulla distribuzione geografica dei nodi, vengono utilizzate reti di riferimento comparabili in termini di struttura di incentivazione e meccanismo di consenso. Queste informazioni geografiche sono fuse con informazioni pubbliche di Our World in Data, si veda la citazione. L'intensità è calcolata come l'emissione marginale rispetto a una transazione in più.

Ember (2025); Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024) – con principali elaborazioni a cura di *Our World in Data*. "Carbon intensity of electricity generation – Ember and Energy Institute" [dataset]. Ember, "Yearly Electricity Data Europe"; Ember, "Yearly Electricity Data"; Energy Institute, "Statistical Review of World Energy" [dati originali]. Disponibile su <https://ourworldindata.org/grapher/carbon-intensity-electricity> – Licenza: CC BY 4.0.

Ethereum Classic Ether

Informazioni quantitative

| Campo | Valore | Unità |
|---|------------------------|-------|
| S.1 Nome | Conio SRL | / |
| S.2 Identificatore legale rilevante | 8945000EH59XYZHK0B92 | / |
| S.3 Nome del cripto-asset | Ethereum Classic Ether | / |
| S.6 Inizio del periodo di riferimento della comunicazione | 2024-05-28 | / |
| S.7 Fine del periodo di riferimento della comunicazione | 2025-05-28 | / |

| | | |
|--|-----------------|--------|
| S.8 Consumo energetico | 894270967.01666 | kWh/ a |
| S.10 Consumo di energia rinnovabile | 24.1347029759 | % |
| S.11 Intensità energetica | 0.05955 | kWh |
| S.12 Emissioni GHG DLT Scope 1 - Controllate | 0.00000 | tCO2e |
| S.13 Emissioni GHG DLT Scope 2 - Acquistate | 368436.11617 | tCO2e |
| S.14 Intensità GHG | 0.02454 | kgCO2e |

Informazioni qualitative

S.4 Meccanismo di consenso

Ethereum Classic opera con un meccanismo di consenso Proof of Work (PoW) con l'algoritmo Etchash, che è una versione modificata di Ethash. Questo modello PoW richiede lavoro computazionale da parte dei minatori per convalidare le transazioni e mettere in sicurezza la rete.

Componenti principali:

- Proof of Work con Etchash — mining e sicurezza: i minatori utilizzano risorse computazionali per eseguire il lavoro necessario ad aggiungere blocchi alla blockchain, garantendo sicurezza della rete e resistenza alle manomissioni.
- Filosofia "Code is Law" — registro immutabile: in seguito all'hack del DAO del 2016, Ethereum Classic ha mantenuto il principio del "Code is Law" conservando la blockchain inalterata. Questo impegno verso l'immutabilità distingue Ethereum Classic, preservando il suo registro originale senza revert delle transazioni.

S.5 Meccanismi di incentivo e commissioni applicabili

Il modello di incentivazione di Ethereum Classic combina ricompense di blocco e commissioni di transazione, incoraggiando la partecipazione dei minatori e la sicurezza della rete.

Meccanismi di incentivo:

1. Ricompense di blocco:
Modello di offerta deflazionistica: i minatori ricevono ETC tramite ricompense di blocco, che diminuiscono nel tempo, in modo simile al modello di Bitcoin. Questo disegno deflazionistico sostiene il mantenimento del valore di ETC e incentiva il proseguimento delle attività di mining.

2. Commissioni di transazione:

Commissioni pagate dagli utenti: gli utenti pagano commissioni in ETC per inviare transazioni, interagire con smart contract e utilizzare dApp. Queste commissioni forniscono ai minatori un reddito aggiuntivo e aiutano a mantenere la sicurezza della rete.

Commissioni applicabili: la struttura delle commissioni di Ethereum Classic prevede commissioni di transazione pagate dagli utenti per supportare le operazioni di rete e scoraggiare le transazioni di spam.

1. Commissioni di transazione:

- Commissioni pagate dagli utenti: ogni transazione su Ethereum Classic comporta una commissione in ETC, basata sullo sforzo computazionale richiesto. Queste commissioni garantiscono un uso efficiente delle risorse e contribuiscono alle entrate dei minatori.
- Commissioni dinamiche basate sulla domanda: le commissioni variano in base alla complessità della transazione e alla domanda di rete, contribuendo a mantenere l'efficienza delle transazioni e a prevenire la congestione.

2. Ricompense di mining:

Riduzione delle ricompense di blocco: le ricompense di blocco, programmate per ridursi nel tempo, forniscono una fonte principale di reddito per i minatori. Questo modello mira a bilanciare la sicurezza della rete gestendo al contempo l'offerta di ETC.

S.9 Fonti e metodologie per il calcolo del consumo energetico

Per il calcolo dei consumi energetici viene utilizzato il cosiddetto approccio "top-down", nel quale si assume un calcolo economico dei minatori. I minatori sono persone o dispositivi che partecipano attivamente al meccanismo di consenso proof-of-work. I minatori sono considerati il fattore centrale per il consumo energetico della rete. L'hardware è preselezionato in base all'algoritmo di hash del meccanismo di consenso: Etchash. Una soglia di redditività corrente è determinata sulla base della struttura dei ricavi e dei costi delle operazioni di mining. Solo l'hardware al di sopra della soglia di redditività è considerato per la rete. Il consumo energetico della rete può essere determinato tenendo conto della distribuzione dell'hardware, dei livelli di efficienza nel funzionamento dell'hardware e delle informazioni on-chain relative alle opportunità di ricavo dei minatori. Se è noto un utilizzo significativo del merge mining, questo è preso in considerazione. Nel calcolo del consumo energetico, abbiamo utilizzato — se disponibile — il *Functionally Fungible Group Digital Token Identifier* (FFG DTI) per determinare tutte le implementazioni dell'asset in questione nell'ambito e aggiorniamo regolarmente le mappature, sulla base dei dati della *Digital Token Identifier Foundation*. Le informazioni riguardo all'hardware utilizzato e al numero di partecipanti nella rete si basano su assunzioni che sono verificate con il massimo impegno utilizzando dati empirici. In generale, si presume che i partecipanti siano in larga misura razionali dal punto di vista economico. Come principio di precauzione, facciamo assunzioni sul lato conservativo in caso di dubbio, cioè effettuando stime più alte per gli impatti avversi.

S.15 Fonti e metodologie energetiche principali

Per determinare la quota di utilizzo di energia rinnovabile, le posizioni dei nodi devono essere determinate utilizzando siti di informazione pubblici, crawler open-source e crawler sviluppati internamente. Se non sono disponibili informazioni sulla distribuzione geografica dei nodi, vengono utilizzate reti di riferimento comparabili in termini di struttura di incentivazione e meccanismo di consenso. Queste informazioni geografiche sono combinate con informazioni pubbliche di *Our World in Data*, si veda la citazione. L'intensità è calcolata come il costo energetico marginale rispetto a una transazione in più.

Ember (2025); Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024) – con principali elaborazioni a cura di *Our World in Data*. “Share of electricity generated by renewables – Ember and Energy Institute” [dataset]. Ember, “Yearly Electricity Data Europe”; Ember, “Yearly Electricity Data”; Energy Institute, “Statistical Review of World Energy” [dati originali]. Disponibile su <https://ourworldindata.org/grapher/share-electricity-renewables>

S.16 Fonti e metodologie GHG principali

Per determinare le emissioni di GHG, le posizioni dei nodi devono essere determinate utilizzando siti di informazione pubblici, crawler open-source e crawler sviluppati internamente. Se non sono disponibili informazioni sulla distribuzione geografica dei nodi, vengono utilizzate reti di riferimento comparabili in termini di struttura di incentivazione e meccanismo di consenso. Queste informazioni geografiche sono combinate con informazioni pubbliche di *Our World in Data*, si veda la citazione. L'intensità è calcolata come l'emissione marginale rispetto a una transazione in più.

Ember (2025); Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024) – con principali elaborazioni a cura di *Our World in Data*. “Carbon intensity of electricity generation – Ember and Energy Institute” [dataset]. Ember, “Yearly Electricity Data Europe”; Ember, “Yearly Electricity Data”; Energy Institute, “Statistical Review of World Energy” [dati originali]. Disponibile su <https://ourworldindata.org/grapher/carbon-intensity-electricity> – Licenza: CC BY 4.0.

Ethereum Eth

Informazioni quantitative

| Campo | Valore | Unità |
|---|----------------------|--------|
| S.1 Nome | Conio SRL | / |
| S.2 Identificatore legale rilevante | 8945000EH59XYZHK0B92 | / |
| S.3 Nome del cripto-asset | Ethereum Eth | / |
| S.6 Inizio del periodo di riferimento della comunicazione | 2024-05-28 | / |
| S.7 Fine del periodo di riferimento della comunicazione | 2025-05-28 | / |
| S.8 Consumo energetico | 2390166.00000 | kWh/ a |
| S.10 Consumo di energia rinnovabile | 26.5386870830 | % |
| S.11 Intensità energetica | 0.00009 | kWh |

| | | |
|--|-----------|--------|
| S.12 Emissioni GHG DLT Scope 1 - Controllate | 0.00000 | tCO2e |
| S.13 Emissioni GHG DLT Scope 2 - Acquistate | 795.47849 | tCO2e |
| S.14 Intensità GHG | 0.00003 | kgCO2e |

Informazioni qualitative

S.4 Meccanismo di consenso

Il meccanismo di consenso Proof-of-Stake (PoS) del cripto-asset, introdotto con *The Merge* nel 2022, sostituisce il mining con lo staking dei validatori. I validatori devono mettere in staking almeno 32 ETH; a ogni blocco, un validatore è scelto casualmente per proporre il blocco successivo. Una volta proposto, gli altri validatori verificano l'integrità del blocco.

La rete opera su un sistema di *slot* ed *epoche*, in cui un nuovo blocco è proposto ogni 12 secondi, e la finalizzazione avviene dopo due epoche (~12,8 minuti) utilizzando *Casper-FFG*. La *Beacon Chain* coordina i validatori, mentre la regola di scelta del fork (*LMD-GHOST*) assicura che la catena segua i voti dei validatori con il maggior peso accumulato. I validatori guadagnano ricompense per proporre e verificare blocchi, ma affrontano penalità di *slashing* per comportamento malevolo o inattività. Il PoS mira a migliorare efficienza energetica, sicurezza e scalabilità, con futuri aggiornamenti come *Proto-Danksharding* che migliorano l'efficienza delle transazioni.

S.5 Meccanismi di incentivo e commissioni applicabili

Il sistema PoS del cripto-asset protegge le transazioni attraverso incentivi per i validatori e penalità economiche. I validatori mettono in staking almeno 32 ETH e guadagnano ricompense per proporre blocchi, attestare quelli validi e partecipare ai *sync committees*. Le ricompense sono pagate in ETH di nuova emissione e in commissioni di transazione.

Secondo *EIP-1559*, le commissioni di transazione consistono in una *base fee*, che viene bruciata per ridurre l'offerta, e una *priority fee* opzionale (mancia) pagata ai validatori. I validatori subiscono *slashing* se agiscono in modo malevolo e incorrono in penalità per inattività.

Questo sistema mira ad aumentare la sicurezza allineando gli incentivi, rendendo allo stesso tempo la struttura delle commissioni del cripto-asset più prevedibile e deflazionistica durante periodi di elevata attività di rete.

S.9 Fonti e metodologie per il calcolo del consumo energetico

Per il calcolo dei consumi energetici viene utilizzato il cosiddetto approccio "bottom-up". I nodi sono considerati il fattore centrale per il consumo energetico della rete. Queste assunzioni sono formulate sulla base di risultati empirici tramite l'uso di siti di informazione pubblici, *crawler* open-source e *crawler* sviluppati internamente. I principali determinanti per stimare l'hardware utilizzato all'interno della rete sono i requisiti per l'esecuzione del software client. Il consumo energetico dei dispositivi hardware è stato misurato in laboratori di prova certificati. Nel calcolo del consumo energetico, abbiamo utilizzato — se disponibile — il *Functionally Fungible Group Digital Token Identifier* (FFG DTI) per determinare tutte le implementazioni dell'asset in questione nell'ambito e aggiorniamo regolarmente le mappature, sulla base dei dati della *Digital Token Identifier Foundation*. Le informazioni

riguardanti l'hardware utilizzato e il numero di partecipanti nella rete si basano su assunzioni che sono verificate con il massimo impegno utilizzando dati empirici. In generale, si presume che i partecipanti siano in larga misura razionali dal punto di vista economico. Come principio di precauzione, facciamo assunzioni sul lato conservativo in caso di dubbio, cioè effettuando stime più alte per gli impatti avversi.

S.15 Fonti e metodologie energetiche principali

Per determinare la proporzione di utilizzo di energia rinnovabile, le posizioni dei nodi devono essere determinate utilizzando siti di informazione pubblici, *crawler* open-source e *crawler* sviluppati internamente. Se non sono disponibili informazioni sulla distribuzione geografica dei nodi, vengono utilizzate reti di riferimento comparabili in termini di struttura di incentivazione e meccanismo di consenso. Queste informazioni geografiche sono combinate con informazioni pubbliche di *Our World in Data*, si veda la citazione. L'intensità è calcolata come il costo energetico marginale rispetto a una transazione aggiuntiva.

Ember (2025); Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024) – con principali elaborazioni a cura di *Our World in Data*. "Share of electricity generated by renewables – Ember and Energy Institute" [dataset]. Ember, "Yearly Electricity Data Europe"; Ember, "Yearly Electricity Data"; Energy Institute, "Statistical Review of World Energy" [dati originali]. Disponibile su <https://ourworldindata.org/grapher/share-electricity-renewables>

S.16 Fonti e metodologie GHG principali

Per determinare le emissioni di gas serra (GHG), le posizioni dei nodi devono essere determinate utilizzando siti di informazione pubblici, *crawler* open-source e *crawler* sviluppati internamente. Se non sono disponibili informazioni sulla distribuzione geografica dei nodi, vengono utilizzate reti di riferimento comparabili in termini di struttura di incentivazione e meccanismo di consenso. Queste informazioni geografiche sono combinate con informazioni pubbliche di *Our World in Data*, si veda la citazione. L'intensità è calcolata come l'emissione marginale rispetto a una transazione aggiuntiva.

Ember (2025); Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024) – con principali elaborazioni a cura di *Our World in Data*. "Carbon intensity of electricity generation – Ember and Energy Institute" [dataset]. Ember, "Yearly Electricity Data Europe"; Ember, "Yearly Electricity Data"; Energy Institute, "Statistical Review of World Energy" [dati originali]. Disponibile su <https://ourworldindata.org/grapher/carbon-intensity-electricity> – Licenza: CC BY 4.0.

Graph Token

Informazioni quantitative

| Campo | Valore | Unità |
|---|----------------------|-------|
| S.1 Nome | Conio SRL | / |
| S.2 Identificatore legale rilevante | 8945000EH59XYZHK0B92 | / |
| S.3 Nome del cripto-asset | Graph Token | / |
| S.6 Inizio del periodo di riferimento della comunicazione | 2024-05-28 | / |

| | | |
|---|------------|--------|
| S.7 Fine del periodo di riferimento della comunicazione | 2025-05-28 | / |
| S.8 Consumo energetico | 1062.63485 | kWh/ a |

Informazioni qualitative

S.4 Meccanismo di consenso

Graph Token è presente sulle seguenti reti: Arbitrum ed Ethereum.

Arbitrum è una soluzione Layer 2 costruita sopra Ethereum che utilizza gli *Optimistic Rollups* per migliorare la scalabilità e ridurre i costi di transazione. Assume che le transazioni siano valide per impostazione predefinita e le verifica solo in caso di contestazione (*approccio ottimistico*).

Componenti principali:

- Sequencer: ordina le transazioni e crea i batch per l'elaborazione.
- Bridge: facilita i trasferimenti di asset tra Arbitrum ed Ethereum.
- Fraud Proofs: proteggono contro le transazioni non valide attraverso un processo di verifica interattivo.

Processo di verifica:

1. Invio della transazione: gli utenti inviano le transazioni al *Sequencer* di Arbitrum, che le ordina e le raggruppa in batch.
2. Commitment dello stato: questi batch vengono inviati a Ethereum con un *state commitment*.
3. Periodo di contestazione: i validatori hanno un periodo specifico per contestare lo stato se sospettano una frode.
4. Risoluzione delle dispute: in caso di contestazione, la disputa viene risolta tramite un processo iterativo per identificare la transazione fraudolenta. L'operazione finale viene eseguita su Ethereum per determinare lo stato corretto.
5. Rollback e penalità: se la frode viene dimostrata, lo stato viene ripristinato e la parte disonesta viene penalizzata.

Sicurezza ed efficienza:

La combinazione di *Sequencer*, *bridge* e *fraud proofs* interattivi garantisce che il sistema rimanga sicuro ed efficiente. Riducendo al minimo i dati *on-chain* e sfruttando le elaborazioni *off-chain*, Arbitrum offre un'elevata capacità di transazioni e commissioni ridotte.

Il meccanismo di consenso *Proof-of-Stake* (PoS) dell'asset, introdotto con *The Merge* nel 2022, sostituisce il mining con lo staking dei validatori.

I validatori devono mettere in staking almeno 32 ETH; a ogni blocco un validatore viene scelto casualmente per proporre il blocco successivo. Una volta proposto, gli altri validatori ne verificano l'integrità.

La rete funziona secondo un sistema di *slot* ed *epoch*, in cui un nuovo blocco viene proposto ogni 12 secondi e la finalizzazione avviene dopo due *epoch* (~12,8 minuti) utilizzando *Casper-FFG*. La *Beacon Chain* coordina i validatori, mentre la regola di scelta del fork (*LMD-GHOST*) garantisce che la catena segua il ramo con il maggior numero di voti cumulati dei validatori.

I validatori guadagnano ricompense per la proposta e la verifica dei blocchi, ma possono subire *slashing* per comportamenti malevoli o inattività.

Il PoS mira a migliorare efficienza energetica, sicurezza e scalabilità, con futuri aggiornamenti come *Proto-Danksharding* che aumenteranno l'efficienza delle transazioni.

S.5 Meccanismi di incentivo e commissioni applicabili

Il *Graph Token* è presente sulle seguenti reti: Arbitrum ed Ethereum.

Arbitrum One, una soluzione di *scaling Layer 2* per Ethereum, impiega diversi meccanismi di incentivo per garantire la sicurezza e l'integrità delle transazioni sulla propria rete. I principali meccanismi includono:

1. Validatori e Sequencer:
 - I *Sequencer* sono responsabili dell'ordinamento delle transazioni e della creazione di batch elaborati *off-chain*. Svolgono un ruolo critico nel mantenimento dell'efficienza e della capacità della rete.
 - I validatori monitorano le azioni dei *Sequencer* e garantiscono che le transazioni vengano elaborate correttamente. Verificano le transizioni di stato e assicurano che non vengano incluse transazioni non valide nei batch.
2. Fraud Proofs:
 - Assunzione di validità: le transazioni elaborate *off-chain* sono considerate valide per impostazione predefinita, consentendo una finalità rapida e un'elevata capacità di transazione.
 - Periodo di contestazione: è previsto un periodo specifico durante il quale chiunque può contestare la validità di una transazione presentando una *fraud proof*. Questo meccanismo agisce come deterrente contro comportamenti malevoli.
 - Risoluzione delle dispute: se viene sollevata una contestazione, viene avviato un processo di verifica interattivo per individuare il punto esatto in cui si è verificata la frode. Se la contestazione è valida, la transazione fraudolenta viene annullata e l'attore disonesto penalizzato.
3. Incentivi economici:
 - Ricompense per comportamento onesto: i partecipanti alla rete, come validatori e *sequencer*, sono incentivati tramite ricompense per svolgere i propri compiti in modo onesto ed efficiente. Queste ricompense derivano dalle commissioni di transazione e, potenzialmente, da altri incentivi del protocollo.
 - Penalità per comportamento malevolo: i partecipanti che si comportano in modo disonesto o inviano transazioni non valide sono penalizzati. Ciò può includere lo *slashing* dei token messi in staking o altre forme

di penalità economiche, che scoraggiano le azioni fraudolente.

Commissioni sulla blockchain di Arbitrum One

1. Commissioni di transazione:
 - Commissioni Layer 2: gli utenti pagano commissioni per le transazioni elaborate sulla rete Layer 2. Queste commissioni sono generalmente inferiori a quelle della rete principale di Ethereum grazie al minor carico computazionale sulla mainnet.
 - Commissione di transazione Arbitrum: viene addebitata una commissione per ogni transazione elaborata dal *sequencer*. Questa copre i costi di elaborazione della transazione e della sua inclusione nel batch.
2. Commissioni di livello 1 (L1 Data Fees):
 - Pubblicazione dei batch su Ethereum: periodicamente, gli aggiornamenti di stato delle transazioni Layer 2 vengono pubblicati sulla rete principale di Ethereum come *calldata*. Ciò comporta una commissione nota come *L1 data fee*, che copre il gas necessario per la pubblicazione di tali aggiornamenti su Ethereum.
 - Condivisione dei costi: poiché le transazioni sono raggruppate in batch, i costi fissi di pubblicazione su Ethereum vengono distribuiti su più transazioni, rendendo il processo più conveniente per gli utenti.

Il sistema *PoS* dell'asset garantisce la sicurezza delle transazioni tramite incentivi ai validatori e penalità economiche. I validatori mettono in staking almeno 32 ETH e guadagnano ricompense per la proposta dei blocchi, la verifica di quelli validi e la partecipazione ai *sync committees*. Le ricompense vengono pagate in ETH di nuova emissione e in commissioni di transazione.

Ai sensi dell'EIP-1559, le commissioni di transazione sono composte da:

- una commissione base (*base fee*), che viene bruciata per ridurre l'offerta, e
- una commissione prioritaria opzionale (*tip*), pagata ai validatori.

I validatori subiscono *slashing* in caso di comportamento malevolo e penalità in caso di inattività. Questo sistema mira ad aumentare la sicurezza allineando gli incentivi, rendendo al contempo la struttura delle commissioni più prevedibile e deflazionistica durante periodi di intensa attività di rete.

S.9 Fonti e metodologie di consumo energetico

Il consumo energetico di questo asset è aggregato su più componenti.

Per determinare il consumo energetico di un token, viene innanzitutto calcolato il consumo energetico delle reti Arbitrum ed Ethereum. Per il consumo energetico del token, una frazione del consumo della rete viene attribuita al token stesso, in base all'attività del crypto-asset all'interno della rete. Nel calcolo del consumo energetico, viene utilizzato — se disponibile — il *Functionally Fungible Group Digital Token Identifier* (FFG DTI) per identificare tutte le implementazioni dell'asset in esame. Le mappature vengono aggiornate regolarmente, sulla base dei dati della *Digital Token Identifier Foundation*. Le informazioni relative

all'hardware utilizzato e al numero di partecipanti nella rete si basano su ipotesi verificate nel miglior modo possibile utilizzando dati empirici. In generale, si presume che i partecipanti agiscano in modo ampiamente razionale dal punto di vista economico. Come principio di precauzione, vengono adottate ipotesi conservative in caso di dubbio, ossia stimando in modo più elevato gli impatti negativi.

Injective Token

Informazioni quantitative

| Campo | Valore | Unità |
|---|----------------------|--------|
| S.1 Nome | Conio SRL | / |
| S.2 Identificatore legale rilevante | 8945000EH59XYZHK0B92 | / |
| S.3 Nome del cripto-asset | Injective Token | / |
| S.6 Inizio del periodo di riferimento della comunicazione | 2024-05-28 | / |
| S.7 Fine del periodo di riferimento della comunicazione | 2025-05-28 | / |
| S.8 Consumo energetico | 237267.02071 | kWh/ a |

Informazioni qualitative

S.4 Meccanismo di consenso

Il token Injective è presente sulle seguenti reti: Binance Smart Chain, Cosmos, Ethereum, Injective, Osmosis.

La Binance Smart Chain (BSC) utilizza un meccanismo di consenso ibrido chiamato Proof of Staked Authority (PoSA), che combina elementi del Delegated Proof of Stake (DPoS) e del Proof of Authority (PoA). Questo metodo garantisce tempi di blocco rapidi e commissioni basse, mantenendo un livello di decentralizzazione e sicurezza.

Componenti principali:

1. **Validatori (cosiddetti "Cabinet Members"):** i validatori su BSC sono responsabili della produzione di nuovi blocchi, della convalida delle transazioni e del mantenimento della sicurezza della rete. Per diventare un validatore, un'entità deve mettere in staking una quantità significativa di BNB (Binance Coin). I validatori vengono selezionati tramite staking e votazione da parte dei detentori di token. Ci sono 21 validatori attivi in qualsiasi momento, che ruotano per garantire decentralizzazione e sicurezza.
2. **Delegatori:** i detentori di token che non desiderano eseguire nodi validatori possono delegare i propri token BNB ai validatori. Questa delega aiuta i validatori ad aumentare la propria quota in staking e migliora le possibilità di essere

selezionati per produrre blocchi. I delegatori guadagnano una parte delle ricompense che i validatori ricevono, incentivando un'ampia partecipazione alla sicurezza della rete.

3. **Candidati:** i candidati sono nodi che hanno messo in staking la quantità richiesta di BNB e si trovano nel pool in attesa di diventare validatori. Essi sono essenzialmente validatori potenziali che non sono attualmente attivi, ma possono essere eletti nel gruppo dei validatori tramite la votazione della comunità. I candidati svolgono un ruolo cruciale nell'assicurare che ci sia sempre un numero sufficiente di nodi pronti ad assumere compiti di validazione, mantenendo la resilienza e la decentralizzazione della rete.

Processo di consenso

4. **Selezione dei validatori:** i validatori sono scelti in base alla quantità di BNB messa in staking e ai voti ricevuti dai delegatori.

Maggiore è la quantità di BNB messa in staking e i voti ricevuti, maggiore è la possibilità di essere selezionati per convalidare transazioni e produrre nuovi blocchi. Il processo di selezione coinvolge sia i validatori attuali sia il pool di candidati, assicurando una rotazione dinamica e sicura dei nodi.

5. **Produzione dei blocchi:** i validatori selezionati si alternano nella produzione dei blocchi in modo simile al PoA, garantendo che i blocchi vengano generati rapidamente ed efficientemente. I validatori convalidano le transazioni, le aggiungono ai nuovi blocchi e trasmettono questi blocchi alla rete.

6. **Finalità delle transazioni:** BSC raggiunge tempi di blocco rapidi di circa 3 secondi e una finalità veloce delle transazioni. Ciò è ottenuto attraverso il meccanismo PoSA efficiente che consente ai validatori di raggiungere rapidamente il consenso.

Sicurezza e incentivi economici

7. **Staking:** i validatori sono tenuti a mettere in staking una quantità sostanziale di BNB, che funge da garanzia per assicurare un comportamento onesto. Questa quantità in staking può essere soggetta a slashing se i validatori agiscono in modo malevolo. Lo staking incentiva i validatori ad agire nell'interesse della rete per evitare di perdere i propri BNB in staking.

8. **Delegazione e ricompense:** i delegatori guadagnano ricompense proporzionali alla loro quota in staking nei validatori. Questo li incentiva a scegliere validatori affidabili e a partecipare alla sicurezza della rete. I validatori e i delegatori condividono le commissioni di transazione come ricompense, fornendo incentivi economici continui per mantenere la sicurezza e le prestazioni della rete.

9. **Commissioni di transazione:** BSC utilizza commissioni di transazione basse, pagate in BNB, rendendola conveniente per gli utenti. Queste commissioni vengono raccolte dai validatori come parte delle loro ricompense, incentivandoli ulteriormente a convalidare le transazioni in modo accurato ed efficiente.

La rete Cosmos utilizza il Cosmos SDK, un framework modulare che consente agli sviluppatori di costruire blockchain personalizzate e specifiche per applicazione. Le catene Cosmos SDK si basano su Tendermint Core, un motore di consenso Byzantine Fault Tolerant (BFT) Proof of Stake (PoS) che supporta l'interoperabilità e la finalità rapida delle transazioni.

Componenti principali:

1. **Consenso Tendermint BFT con Proof of Stake:**
 - **Selezione dei validatori:** i validatori di Cosmos sono selezionati in base alla quantità di ATOM messa in staking o ricevuta dai delegatori. Questi validatori partecipano alla proposta e alla validazione dei blocchi tramite un sistema di voto a maggioranza dei due terzi.
 - **Soglia di sicurezza:** Tendermint BFT garantisce la sicurezza della rete finché meno di un terzo dei validatori agisce in modo malevolo.

2. Framework modulare Cosmos SDK:

- Inter-Blockchain Communication (IBC): il Cosmos SDK supporta l'IBC, consentendo un'interoperabilità fluida tra le blockchain basate su Cosmos.
- Application Blockchain Interface (ABCI): questa interfaccia separa il livello di consenso da quello applicativo, consentendo agli sviluppatori di implementare logiche personalizzate senza modificare il motore di consenso.

Il meccanismo di consenso Proof-of-Stake (PoS) del cripto-asset, introdotto con The Merge nel 2022, sostituisce il mining con lo staking dei validatori. I validatori devono mettere in staking almeno 32 ETH; a ogni blocco un validatore viene scelto casualmente per proporre il blocco successivo. Una volta proposto, gli altri validatori ne verificano l'integrità.

La rete opera su un sistema di slot ed epoche, in cui un nuovo blocco viene proposto ogni 12 secondi e la finalizzazione avviene dopo due epoche (~12,8 minuti) utilizzando Casper-FFG. La Beacon Chain coordina i validatori, mentre la regola di scelta del fork (LMD-GHOST) assicura che la catena segua i voti più pesanti accumulati dai validatori. I validatori guadagnano ricompense per proporre e verificare blocchi, ma sono soggetti a slashing per comportamento malevolo o inattività. Il PoS mira a migliorare l'efficienza energetica, la sicurezza e la scalabilità, con futuri aggiornamenti come Proto-Danksharding che miglioreranno l'efficienza delle transazioni.

Injective opera su un modello di consenso Proof of Stake (PoS) basato su Tendermint, che garantisce un'elevata velocità di transazione e finalità immediata.

Componenti principali:

- Proof of Stake (PoS) basato su Tendermint: garantisce finalità immediata delle transazioni e supporta una produzione di blocchi efficiente per transazioni ad alta velocità.
- Selezione dei validatori: i validatori sono scelti in base alla quantità di token INJ messi in staking, considerando sia quelli propri che quelli delegati, per mantenere una rete decentralizzata.
- Delegazione: i detentori di INJ possono delegare i propri token ai validatori, guadagnando una quota delle ricompense di staking e partecipando alla governance della rete.
- Finalità immediata: il meccanismo di consenso Tendermint fornisce finalità immediata, assicurando che le transazioni non possano essere annullate una volta convalidate.

Osmosis opera su un meccanismo di consenso Proof of Stake (PoS), sfruttando il Cosmos SDK e Tendermint Core per fornire un'elaborazione delle transazioni sicura, decentralizzata e scalabile.

Componenti principali:

- Proof of Stake (PoS): i validatori sono scelti in base alla quantità di token OSMO messi in staking o delegati da altri detentori di token. I validatori sono responsabili della validazione delle transazioni, della produzione dei blocchi e del mantenimento della sicurezza della rete.

- Cosmos SDK e Tendermint Core: Osmosis utilizza Tendermint Core per il consenso Byzantine Fault Tolerant (BFT), garantendo una finalità rapida e resistenza agli attacchi fintanto che meno di un terzo dei validatori agisce in modo malevolo.
- Governance decentralizzata: i detentori di token OSMO possono partecipare alla governance votando sugli aggiornamenti del protocollo e sui parametri di rete, promuovendo un approccio guidato dalla comunità allo sviluppo della rete.

S.5 Meccanismi di incentivo e commissioni applicabili

Il token Injective è presente sulle seguenti reti: Binance Smart Chain, Cosmos, Ethereum, Injective, Osmosis.

La Binance Smart Chain (BSC) utilizza il meccanismo di consenso Proof of Staked Authority (PoSA) per garantire la sicurezza della rete e incentivare la partecipazione di validatori e delegatori.

Meccanismi di incentivo

1. Validatori:

- Ricompense di staking: i validatori devono mettere in staking una quantità significativa di BNB per partecipare al processo di consenso. Essi guadagnano ricompense sotto forma di commissioni di transazione e ricompense di blocco.
- Processo di selezione: i validatori sono selezionati in base alla quantità di BNB messa in staking e ai voti ricevuti dai delegatori. Maggiore è la quantità di BNB e i voti ricevuti, maggiori sono le possibilità di essere selezionati per convalidare le transazioni e produrre nuovi blocchi.

2. Delegatori:

- Staking delegato: i detentori di token possono delegare i propri BNB ai validatori. Questa delega aumenta la quantità totale messa in staking dal validatore e migliora le possibilità di essere selezionato per produrre blocchi.
- Ricompense condivise: i delegatori guadagnano una parte delle ricompense che i validatori ricevono. Questo incentiva i detentori di token a partecipare alla sicurezza e alla decentralizzazione della rete scegliendo validatori affidabili.

3. Candidati:

Pool di potenziali validatori: i candidati sono nodi che hanno messo in staking la quantità richiesta di BNB e sono in attesa di diventare validatori attivi. Essi garantiscono che vi sia sempre un pool sufficiente di nodi pronti ad assumere compiti di validazione, mantenendo la resilienza della rete.

4. Sicurezza economica:

- Slashing: i validatori possono essere penalizzati per comportamento malevolo o per non aver svolto i propri doveri. Le penalità includono la riduzione di una parte dei token messi in staking, assicurando che i validatori agiscano nel migliore interesse della rete.
- Costo opportunità: lo staking richiede che validatori e delegatori blocchino i propri token BNB, fornendo un incentivo economico ad agire in modo onesto per evitare di perdere gli asset messi in staking.

Commissioni sulla Binance Smart Chain

1. Commissioni di transazione:
 - Basse commissioni: BSC è nota per le sue basse commissioni di transazione rispetto ad altre reti blockchain. Queste commissioni sono pagate in BNB e sono essenziali per mantenere le operazioni della rete e compensare i validatori.
 - Struttura dinamica delle commissioni: le commissioni possono variare in base alla congestione della rete e alla complessità delle transazioni. Tuttavia, BSC assicura che le commissioni rimangano significativamente inferiori a quelle della rete principale Ethereum.
2. Ricompense di blocco:

Incentivare i validatori: i validatori guadagnano ricompense di blocco oltre alle commissioni di transazione. Queste ricompense sono distribuite ai validatori per il loro ruolo nel mantenimento della rete e nell'elaborazione delle transazioni.
3. Commissioni cross-chain:

Costi di interoperabilità: BSC supporta la compatibilità cross-chain, consentendo il trasferimento di asset tra Binance Chain e Binance Smart Chain. Queste operazioni cross-chain comportano commissioni minime, facilitando trasferimenti di asset senza interruzioni e migliorando l'esperienza dell'utente.
4. Commissioni per smart contract:

Distribuire e interagire con smart contract su BSC comporta il pagamento di commissioni basate sulle risorse computazionali richieste. Queste commissioni sono anch'esse pagate in BNB e sono progettate per essere economicamente vantaggiose, incoraggiando gli sviluppatori a costruire sulla piattaforma BSC.

La rete Cosmos incentiva sia i validatori che i delegatori a garantire la sicurezza della rete tramite ricompense di staking, finanziate dalle commissioni di transazione e da nuovi ATOM conati.

Meccanismi di incentivo:

1. Ricompense di staking per validatori e delegatori:

Ricompense in ATOM: i validatori guadagnano ricompense di staking in token ATOM per la partecipazione al consenso, con le ricompense condivise con i delegatori che mettono in staking ATOM tramite delegazione.
2. Slashing per responsabilità:

Penalità per cattiva condotta: i validatori che agiscono in modo malevolo, come doppia firma o inattività, sono soggetti a penalità di slashing che rimuovono una parte dei token messi in staking. Anche i delegatori possono subire slashing se il validatore scelto viene penalizzato, incoraggiando una selezione attenta di validatori affidabili.

Commissioni applicabili:

1. Commissioni di transazione:

Commissioni pagate dagli utenti in ATOM: tutte le transazioni sull'Hub Cosmos comportano commissioni pagate in ATOM, che compensano i validatori per l'elaborazione delle transazioni e aiutano a prevenire lo spam sulla rete.

2. Modello di commissione personalizzabile:

Commissioni in token personalizzati: il Cosmos SDK consente alle singole catene di definire le proprie commissioni di transazione in token diversi da ATOM, supportando esigenze applicative diversificate all'interno dell'ecosistema.

Il sistema PoS del cripto-asset garantisce le transazioni attraverso incentivi per i validatori e penalità economiche. I validatori mettono in staking almeno 32 ETH e guadagnano ricompense per la proposta di blocchi, la validazione e la partecipazione ai comitati di sincronizzazione. Le ricompense sono pagate in ETH di nuova emissione e nelle commissioni di transazione.

Secondo EIP-1559, le commissioni di transazione consistono in una commissione base, che viene bruciata per ridurre l'offerta, e una commissione prioritaria opzionale (mancia) pagata ai validatori. I validatori sono soggetti a slashing se agiscono in modo malevolo e ricevono penalità per inattività.

Questo sistema mira ad aumentare la sicurezza allineando gli incentivi e rendendo la struttura delle commissioni più prevedibile e deflazionistica durante i periodi di alta attività di rete.

Injective incentiva la partecipazione alla rete attraverso ricompense di staking e un modello unico di commissioni di transazione che sostiene il valore a lungo termine dei token INJ.

Meccanismi di incentivo:

Ricompense di staking: i detentori di INJ guadagnano ricompense per lo staking dei propri token, incoraggiando una partecipazione attiva alla sicurezza della rete.

Ricompense per i validatori: i validatori ricevono ricompense di staking e commissioni di transazione per l'elaborazione delle transazioni e il mantenimento della sicurezza della rete.

Commissioni applicabili:

Commissioni di transazione: gli utenti pagano commissioni in token INJ per le transazioni di rete, inclusa l'esecuzione di smart contract e il trading.

Struttura delle commissioni: una parte delle commissioni di transazione viene bruciata tramite un'asta on-chain settimanale, riducendo l'offerta complessiva di token INJ e supportando un modello tokenomico deflazionistico.

Osmosis incentiva validatori, delegatori e fornitori di liquidità attraverso una combinazione di ricompense di staking, commissioni di transazione e incentivi di liquidità.

Meccanismi di incentivo:

- Ricompense per i validatori: i validatori guadagnano ricompense dalle commissioni di transazione e dalle ricompense di blocco, distribuite in token OSMO, per il loro ruolo nella sicurezza della rete e nell'elaborazione delle transazioni. I delegatori che mettono in staking i propri OSMO con i validatori ricevono una quota di queste ricompense.
- Ricompense per i fornitori di liquidità: gli utenti che forniscono liquidità ai pool di Osmosis guadagnano commissioni di swap e possono ricevere incentivi aggiuntivi sotto forma di token OSMO per incoraggiare la fornitura di liquidità.
- Superfluid staking: i fornitori di liquidità possono partecipare al superfluid staking, mettendo in staking una parte dei loro token OSMO all'interno dei pool di liquidità. Questo meccanismo consente agli utenti di guadagnare ricompense di

staking mantenendo la liquidità nei pool.

Commissioni applicabili:

Commissioni di transazione: gli utenti pagano commissioni di transazione in token OSMO per le attività di rete, inclusi swap, staking e partecipazione alla governance. Queste commissioni vengono distribuite ai validatori e ai delegatori, incentivando la loro partecipazione continua e il supporto alla sicurezza della rete.

S.9 Fonti e metodologie di consumo energetico

Il consumo energetico di questo asset è aggregato tra più componenti.

Per il calcolo dei consumi energetici viene utilizzato il cosiddetto approccio "bottom-up". I nodi sono considerati il fattore centrale per il consumo energetico della rete. Queste assunzioni sono formulate sulla base di risultati empirici tramite l'utilizzo di siti di informazione pubblici, crawler open-source e crawler sviluppati internamente. I principali determinanti per stimare l'hardware utilizzato all'interno della rete sono i requisiti per l'esecuzione del software client. Il consumo energetico dei dispositivi hardware è stato misurato in laboratori di prova certificati. A causa della struttura di questa rete, non è solo la mainnet a essere responsabile del consumo energetico. Per calcolare correttamente la struttura, deve essere considerata anche una quota del consumo energetico della rete connessa, Cosmos, poiché la rete connessa contribuisce anch'essa alla sicurezza. Questa quota è determinata sulla base del consumo di gas. Nel calcolo del consumo energetico, abbiamo utilizzato — se disponibile — il *Functionally Fungible Group Digital Token Identifier* (FFG DTI) per determinare tutte le implementazioni dell'asset in questione nell'ambito e aggiorniamo regolarmente le mappature, sulla base dei dati della *Digital Token Identifier Foundation*. Le informazioni riguardanti l'hardware utilizzato e il numero di partecipanti nella rete si basano su assunzioni che sono verificate con il massimo impegno utilizzando dati empirici. In generale, si presume che i partecipanti siano in larga misura razionali dal punto di vista economico. Come principio di precauzione, facciamo assunzioni sul lato conservativo in caso di dubbio, ossia formulando stime più alte per gli impatti avversi.

Per determinare il consumo energetico di un token, viene innanzitutto calcolato il consumo energetico delle reti binance_smart_chain, cosmos, ethereum e osmosis. Per il consumo energetico del token, viene attribuita una frazione del consumo energetico complessivo della rete, determinata in base all'attività del crypto-asset all'interno della rete. Nel calcolo del consumo energetico, il *Functionally Fungible Group Digital Token Identifier* (FFG DTI) viene utilizzato — se disponibile — per determinare tutte le implementazioni dell'asset in esame. Le mappature vengono aggiornate regolarmente sulla base dei dati della *Digital Token Identifier Foundation*. Le informazioni riguardanti l'hardware utilizzato e il numero di partecipanti nella rete si basano su assunzioni che vengono verificate con il massimo impegno utilizzando dati empirici. In generale, si presume che i partecipanti siano razionali dal punto di vista economico. Come principio di precauzione, vengono adottate assunzioni conservative in caso di incertezza, ossia stime più alte per gli impatti avversi.

Litecoin

Informazioni quantitative

| Campo | Valore | Unità |
|-------------------------------------|----------------------|-------|
| S.1 Nome | Conio SRL | / |
| S.2 Identificatore legale rilevante | 8945000EH59XYZHK0B92 | / |

| | | |
|---|------------------|--------|
| S.3 Nome del cripto-asset | Litecoin | / |
| S.6 Inizio del periodo di riferimento della comunicazione | 2024-05-28 | / |
| S.7 Fine del periodo di riferimento della comunicazione | 2025-05-28 | / |
| S.8 Consumo energetico | 1178540112.19495 | kWh/ a |
| S.10 Consumo di energia rinnovabile | 24.1347029759 | % |
| S.11 Intensità energetica | 0.04868 | kWh |
| S.12 Emissioni GHG DLT Scope 1 - Controllate | 0.00000 | tCO2e |
| S.13 Emissioni GHG DLT Scope 2 - Acquistate | 485553.88434 | tCO2e |
| S.14 Intensità GHG | 0.02006 | kgCO2e |

Informazioni qualitative

S.4 Meccanismo di consenso

Litecoin, come Bitcoin, utilizza il Proof of Work (PoW) come meccanismo di consenso, ma con alcune differenze chiave:

1. Algoritmo di hashing Scrypt: a differenza dell'algoritmo SHA-256 di Bitcoin, Litecoin utilizza l'algoritmo di hashing Scrypt, che è più intensivo in termini di memoria. Questo rende il mining di Litecoin più accessibile agli utenti comuni e limita i vantaggi dell'hardware specializzato (come gli ASIC) negli anni iniziali.
2. Mining e creazione dei blocchi: i miner competono per risolvere enigmi crittografici e, in caso di successo, aggiungono nuovi blocchi alla blockchain. Questo processo implica la risoluzione dell'algoritmo Scrypt, che richiede lavoro computazionale. Il primo miner a risolvere il problema guadagna la ricompensa di blocco e le commissioni di transazione associate alle transazioni incluse nel blocco.
3. Tempo di blocco: Litecoin ha un tempo di blocco di 2,5 minuti, molto più veloce dei 10 minuti di Bitcoin. Ciò significa che le transazioni vengono confermate più rapidamente, aumentando la velocità complessiva della rete.
4. Halving della ricompensa di blocco: in modo simile a Bitcoin, Litecoin ha un evento di dimezzamento della ricompensa di blocco approssimativamente ogni quattro anni. Inizialmente, i miner guadagnavano 50 LTC per blocco, ma questa ricompensa si riduce della metà dopo ogni evento di halving. Questo processo continua fino a quando non viene

raggiunta la fornitura massima di 84 milioni di LTC.

5. Regolazione della difficoltà: Litecoin regola la difficoltà del mining approssimativamente ogni 2.016 blocchi (circa ogni 3,5 giorni) per garantire che i blocchi continuino ad essere estratti a un ritmo costante di 2,5 minuti per blocco, indipendentemente dalle variazioni del tasso di hash complessivo della rete.

S.5 Meccanismi di incentivo e commissioni applicabili

Litecoin, come Bitcoin, utilizza il meccanismo di consenso Proof of Work (PoW) per garantire la sicurezza delle transazioni e incentivare i miner.

Meccanismi di incentivo:

1. Ricompense del mining:
 - Ricompense di blocco: i miner vengono ricompensati con Litecoin (LTC) per l'estrazione con successo di nuovi blocchi. Inizialmente, i miner ricevevano 50 LTC per blocco, ma questa ricompensa si dimezza approssimativamente ogni quattro anni.
 - Commissioni di transazione: i miner guadagnano anche le commissioni di transazione dalle transazioni incluse nei blocchi che minano. Gli utenti pagano commissioni per far elaborare le proprie transazioni dai miner, soprattutto quando desiderano tempi di conferma più rapidi.
2. Halving:

Il meccanismo di halving assicura che nel tempo vengano introdotti in circolazione sempre meno Litecoin, creando un modello deflazionistico. Questo rende il mining più prezioso man mano che l'offerta in circolazione diventa più scarsa, incentivando i miner a continuare a partecipare alla rete anche se le ricompense di blocco diminuiscono.
3. Sicurezza economica:

Il costo del mining (ad esempio hardware ed elettricità) fornisce un forte incentivo economico affinché i miner agiscano onestamente. Se i miner tentano di imbrogliare o attaccare la rete, rischiano di perdere il lavoro computazionale investito, poiché i blocchi non validi verranno rifiutati dalla rete.

Commissioni sulla blockchain di Litecoin:

- Commissioni di transazione: gli utenti di Litecoin pagano una commissione di transazione per ogni transazione, solitamente calcolata in LTC per byte di dati della transazione. Le commissioni sono dinamiche e variano in base alla congestione della rete.
- Basse commissioni: Litecoin è nota per le sue commissioni di transazione relativamente basse rispetto ad altre blockchain come Bitcoin, il che la rende ideale per transazioni di importo ridotto e micropagamenti.
- Redistribuzione delle commissioni: le commissioni di transazione raccolte vengono distribuite ai miner come parte delle loro ricompense per la validazione delle transazioni e la sicurezza della rete.

S.9 Fonti e metodologie di consumo energetico

Per il calcolo dei consumi energetici viene utilizzato il cosiddetto approccio "top-down", nel quale si assume un calcolo economico dei miner. I miner sono persone o dispositivi che partecipano attivamente al meccanismo di consenso proof-of-work. I miner sono considerati il fattore centrale per il consumo energetico della rete. L'hardware è preselezionato in base all'algoritmo di hash del meccanismo di consenso: Scrypt. Una soglia di redditività attuale è determinata sulla base della struttura dei ricavi e dei costi delle operazioni di mining. Solo l'hardware al di sopra della soglia di redditività è considerato per la rete. Il consumo energetico della rete può essere determinato tenendo conto della distribuzione dell'hardware, dei livelli di efficienza per il funzionamento dell'hardware e delle informazioni on-chain riguardanti le opportunità di guadagno dei miner. Se è noto un utilizzo significativo del merged mining, questo viene preso in considerazione. Nel calcolare il consumo energetico, viene utilizzato – se disponibile – il Functionally Fungible Group Digital Token Identifier (FFG DTI) per determinare tutte le implementazioni dell'asset in questione nel perimetro di analisi e aggiorniamo le mappature regolarmente, basandoci sui dati della Digital Token Identifier Foundation. Le informazioni relative all'hardware utilizzato e al numero di partecipanti nella rete si basano su ipotesi verificate nel miglior modo possibile utilizzando dati empirici. In generale, si presume che i partecipanti siano in larga misura economicamente razionali. Come principio di precauzione, formuliamo ipotesi sul lato conservativo in caso di dubbio, cioè effettuando stime più elevate degli impatti negativi.

S.15 Principali fonti e metodologie energetiche

Per determinare la proporzione di utilizzo di energia rinnovabile, le posizioni dei nodi vengono determinate utilizzando siti di informazione pubblica, crawler open-source e crawler sviluppati internamente. Se non sono disponibili informazioni sulla distribuzione geografica dei nodi, vengono utilizzate reti di riferimento che sono comparabili in termini di struttura di incentivazione e meccanismo di consenso. Queste informazioni geografiche vengono combinate con informazioni pubbliche provenienti da Our World in Data (vedi citazione). L'intensità è calcolata come il costo energetico marginale rispetto a una transazione aggiuntiva.

Ember (2025); Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024) – con principali elaborazioni a cura di *Our World in Data*. "Share of electricity generated by renewables – Ember and Energy Institute" [dataset]. Ember, "Yearly Electricity Data Europe"; Ember, "Yearly Electricity Data"; Energy Institute, "Statistical Review of World Energy" [dati originali]. Disponibile su <https://ourworldindata.org/grapher/share-electricity-renewables>

S.16 Principali fonti e metodologie GHG

Per determinare le emissioni di gas a effetto serra (GHG), le posizioni dei nodi vengono determinate utilizzando siti di informazione pubblica, crawler open-source e crawler sviluppati internamente. Se non sono disponibili informazioni sulla distribuzione geografica dei nodi, vengono utilizzate reti di riferimento comparabili in termini di struttura di incentivazione e meccanismo di consenso. Queste informazioni geografiche vengono combinate con informazioni pubbliche provenienti da Our World in Data (vedi citazione). L'intensità è calcolata come l'emissione marginale rispetto a una transazione aggiuntiva.

Ember (2025); Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024) – con principali elaborazioni a cura di *Our World in Data*. "Carbon intensity of electricity generation – Ember and Energy Institute" [dataset]. Ember, "Yearly Electricity Data Europe"; Ember, "Yearly Electricity Data"; Energy Institute, "Statistical Review of World Energy" [dati originali]. Disponibile su <https://ourworldindata.org/grapher/carbon-intensity-electricity> – Licenza: CC BY 4.0.

NEAR Protocol

Informazioni quantitative

| Campo | Valore | Unità |
|---|----------------------|--------|
| S.1 Nome | Conio SRL | / |
| S.2 Identificatore legale rilevante | 8945000EH59XYZHK0B92 | / |
| S.3 Nome del cripto-asset | NEAR Protocol | / |
| S.6 Inizio del periodo di riferimento della comunicazione | 2024-05-28 | / |
| S.7 Fine del periodo di riferimento della comunicazione | 2025-05-28 | / |
| S.8 Consumo energetico | 920109.76684 | kWh/ a |
| S.10 Consumo di energia rinnovabile | 26.1932506625 | % |
| S.11 Intensità energetica | 0.00001 | kWh |
| S.12 Emissioni GHG DLT Scope 1 - Controllate | 0.00000 | tCO2e |
| S.13 Emissioni GHG DLT Scope 2 - Acquistate | 309.85358 | tCO2e |
| S.14 Intensità GHG | 0.00000 | kgCO2e |

Informazioni qualitative

S.4 Meccanismo di consenso

Litecoin, come Bitcoin, utilizza il Proof of Work (PoW) come meccanismo di consenso, ma con alcune differenze chiave:

1. Algoritmo di hashing Scrypt: a differenza dell'algoritmo SHA-256 di Bitcoin, Litecoin utilizza l'algoritmo di hashing Scrypt, che è più intensivo in termini di memoria. Questo rende il mining di Litecoin più accessibile agli utenti comuni e limita i vantaggi dell'hardware specializzato (come gli ASIC) negli anni iniziali.
2. Mining e creazione dei blocchi: i miner competono per risolvere enigmi crittografici e, in caso di successo, aggiungono nuovi blocchi alla blockchain. Questo processo comporta la risoluzione dell'algoritmo Scrypt, che richiede lavoro computazionale. Il primo miner a risolvere il problema ottiene la ricompensa di blocco e le commissioni di transazione

associate alle transazioni incluse nel blocco.

3. Tempo di blocco: Litecoin ha un tempo di blocco di 2,5 minuti, molto più veloce dei 10 minuti di Bitcoin. Questo significa che le transazioni vengono confermate più rapidamente, aumentando la velocità complessiva della rete.
4. Halving della ricompensa di blocco: in modo simile a Bitcoin, Litecoin prevede un evento di dimezzamento della ricompensa di blocco circa ogni quattro anni. Inizialmente, i miner ricevevano 50 LTC per blocco, ma questa ricompensa si dimezza dopo ogni evento di halving. Questo processo continua fino al raggiungimento della fornitura massima di 84 milioni di LTC.
5. Regolazione della difficoltà: Litecoin regola la difficoltà del mining circa ogni 2.016 blocchi (circa ogni 3,5 giorni) per garantire che i blocchi continuino a essere estratti a un ritmo costante di 2,5 minuti per blocco, indipendentemente dalle variazioni del tasso di hash complessivo della rete.

S.5 Meccanismi di incentivo e commissioni applicabili

Litecoin, come Bitcoin, utilizza il meccanismo di consenso Proof of Work (PoW) per garantire la sicurezza delle transazioni e incentivare i miner.

Meccanismi di incentivo:

1. Ricompense del mining:
 - Ricompense di blocco: i miner sono ricompensati con Litecoin (LTC) per l'estrazione con successo di nuovi blocchi. Inizialmente, i miner ricevevano 50 LTC per blocco, ma questa ricompensa si dimezza approssimativamente ogni quattro anni.
 - Commissioni di transazione: i miner guadagnano anche le commissioni di transazione dalle transazioni incluse nei blocchi che minano. Gli utenti pagano commissioni per far elaborare le proprie transazioni dai miner, in particolare quando desiderano tempi di conferma più rapidi.
2. Halving:

Il meccanismo di halving assicura che, nel tempo, vengano introdotti in circolazione sempre meno Litecoin, creando un modello deflazionistico. Ciò rende il mining più prezioso man mano che l'offerta in circolazione diventa più scarsa, incentivando i miner a continuare a partecipare alla rete anche con la diminuzione delle ricompense di blocco.
3. Sicurezza economica:

Il costo del mining (come hardware ed elettricità) fornisce un forte incentivo economico affinché i miner agiscano in modo onesto. Se i miner tentano di attaccare o manipolare la rete, rischiano di perdere il lavoro computazionale investito, poiché i blocchi non validi verranno rifiutati dalla rete.

Commissioni sulla blockchain di Litecoin:

- Commissioni di transazione: gli utenti di Litecoin pagano una commissione per ogni transazione, solitamente calcolata in LTC per byte di dati di transazione. Le commissioni sono dinamiche e variano in base alla congestione della rete.

- Basse commissioni: Litecoin è nota per le sue commissioni di transazione relativamente basse rispetto ad altre blockchain, come Bitcoin, il che la rende ideale per transazioni di piccola entità e micropagamenti.
- Redistribuzione delle commissioni: le commissioni di transazione raccolte vengono distribuite ai miner come parte delle loro ricompense per la validazione delle transazioni e la sicurezza della rete.

S.9 Fonti e metodologie di consumo energetico

Per il calcolo dei consumi energetici viene utilizzato il cosiddetto approccio "top-down", all'interno del quale si assume un calcolo economico dei miner. I miner sono persone o dispositivi che partecipano attivamente al meccanismo di consenso proof-of-work. I miner sono considerati il fattore centrale per il consumo energetico della rete. L'hardware è preselezionato in base all'algoritmo di hash del meccanismo di consenso: Script. Una soglia di redditività attuale viene determinata sulla base della struttura dei ricavi e dei costi delle operazioni di mining. Solo l'hardware al di sopra della soglia di redditività è considerato per la rete. Il consumo energetico della rete può essere determinato tenendo conto della distribuzione dell'hardware, dei livelli di efficienza nel funzionamento dell'hardware e delle informazioni on-chain riguardanti le opportunità di guadagno dei miner. Se è noto un utilizzo significativo del merged mining, questo viene preso in considerazione. Nel calcolo del consumo energetico, viene utilizzato – se disponibile – il Functionally Fungible Group Digital Token Identifier (FFG DTI) per determinare tutte le implementazioni dell'asset in questione nel campo di applicazione, e le mappature vengono aggiornate regolarmente in base ai dati della Digital Token Identifier Foundation. Le informazioni relative all'hardware utilizzato e al numero di partecipanti nella rete si basano su ipotesi verificate nel miglior modo possibile utilizzando dati empirici. In generale, si presume che i partecipanti siano in larga misura economicamente razionali. Come principio di precauzione, si formulano ipotesi sul lato conservativo in caso di dubbio, ossia effettuando stime più elevate degli impatti negativi.

S.15 Principali fonti e metodologie energetiche

Per determinare la proporzione di utilizzo di energia rinnovabile, le posizioni dei nodi vengono determinate utilizzando siti di informazione pubblica, crawler open-source e crawler sviluppati internamente. Se non sono disponibili informazioni sulla distribuzione geografica dei nodi, vengono utilizzate reti di riferimento comparabili in termini di struttura di incentivazione e meccanismo di consenso. Queste informazioni geografiche vengono combinate con informazioni pubbliche provenienti da Our World in Data (vedi citazione). L'intensità è calcolata come il costo energetico marginale rispetto a una transazione aggiuntiva.

Ember (2025); Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024) – con principali elaborazioni a cura di *Our World in Data*. "Share of electricity generated by renewables – Ember and Energy Institute" [dataset]. Ember, "Yearly Electricity Data Europe"; Ember, "Yearly Electricity Data"; Energy Institute, "Statistical Review of World Energy" [dati originali]. Disponibile su <https://ourworldindata.org/grapher/share-electricity-renewables>

S.16 Principali fonti e metodologie GHG

Per determinare le emissioni di gas a effetto serra (GHG), le posizioni dei nodi vengono determinate utilizzando siti di informazione pubblica, crawler open-source e crawler sviluppati internamente. Se non sono disponibili informazioni sulla distribuzione geografica dei nodi, vengono utilizzate reti di riferimento comparabili in termini di struttura di incentivazione e meccanismo di consenso. Queste informazioni geografiche vengono combinate con informazioni pubbliche provenienti da Our World in Data (vedi citazione). L'intensità è calcolata come l'emissione marginale rispetto a una transazione aggiuntiva.

Ember (2025); Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024) – con principali elaborazioni a cura di *Our World in Data*. "Carbon intensity of electricity generation – Ember and Energy Institute" [dataset]. Ember, "Yearly Electricity Data Europe";

Ember, "Yearly Electricity Data"; Energy Institute, "Statistical Review of World Energy" [dati originali]. Disponibile su <https://ourworldindata.org/grapher/carbon-intensity-electricity> – Licenza: CC BY 4.0.

Optimism

Informazioni quantitative

| Campo | Valore | Unità |
|---|----------------------|--------|
| S.1 Nome | Conio SRL | / |
| S.2 Identificatore legale rilevante | 8945000EH59XYZHK0B92 | / |
| S.3 Nome del cripto-asset | Optimism | / |
| S.6 Inizio del periodo di riferimento della comunicazione | 2024-05-28 | / |
| S.7 Fine del periodo di riferimento della comunicazione | 2025-05-28 | / |
| S.8 Consumo energetico | 293.85991 | kWh/ a |

Informazioni qualitative

S.4 Meccanismo di consenso

Optimism è una soluzione di scalabilità di Livello 2 per Ethereum che utilizza gli *Optimistic Rollups* per aumentare il throughput delle transazioni e ridurre i costi, ereditando al contempo la sicurezza della catena principale di Ethereum.

Componenti principali:

1. Optimistic Rollups:
 - Blocchi Rollup: le transazioni vengono raggruppate in blocchi rollup ed elaborate off-chain.
 - Commit dello stato: lo stato di queste transazioni viene periodicamente registrato sulla catena principale di Ethereum.
2. Sequencer:
 - Ordinamento delle transazioni: i sequencer sono responsabili dell'ordinamento delle transazioni e della creazione dei batch.

- Aggiornamenti dello stato: i sequencer aggiornano lo stato del rollup e inviano questi aggiornamenti alla catena principale di Ethereum.
- Produzione dei blocchi: essi costruiscono ed eseguono blocchi di Livello 2, che vengono poi pubblicati su Ethereum.
- 3. Prove di frode (Fraud Proofs):
 - Presunzione di validità: le transazioni sono considerate valide per impostazione predefinita.
 - Periodo di contestazione: esiste una finestra temporale specifica durante la quale chiunque può contestare una transazione presentando una prova di frode.
 - Risoluzione delle dispute: se una transazione viene contestata, viene avviato un gioco di verifica interattivo per determinarne la validità. Se viene rilevata una frode, lo stato non valido viene annullato e il partecipante disonesto viene penalizzato.

Processo di consenso:

1. Invio delle transazioni: gli utenti inviano le transazioni al sequencer, che le ordina in batch.
2. Elaborazione dei batch: il sequencer elabora queste transazioni off-chain, aggiornando lo stato del Livello 2.
3. Commit dello stato: lo stato aggiornato e il batch di transazioni vengono periodicamente registrati sulla catena principale di Ethereum. Ciò avviene pubblicando il *state root* (un hash crittografico che rappresenta lo stato) e i dati delle transazioni come *calldata* su Ethereum.
4. Prove di frode e contestazioni: una volta che un batch viene pubblicato, c'è un periodo di contestazione durante il quale chiunque può presentare una prova di frode se ritiene che una transazione sia invalida.
 - Verifica interattiva: la disputa viene risolta attraverso un gioco di verifica interattivo, che consiste nel suddividere la transazione in passaggi più piccoli per identificare il punto esatto della frode.
 - Annullamenti e penalità: se la frode viene provata, il batch viene annullato e l'attore disonesto perde il collaterale messo in staking come penalità.
5. Finalità: dopo il periodo di contestazione, se non viene presentata alcuna prova di frode, il batch è considerato finale. Ciò significa che le transazioni sono accettate come valide e gli aggiornamenti di stato diventano permanenti.

S.5 Meccanismi di incentivo e commissioni applicabili

Optimism, una soluzione di scalabilità di Livello 2 per Ethereum, utilizza gli *Optimistic Rollups* per aumentare il throughput delle transazioni e ridurre i costi, mantenendo sicurezza e decentralizzazione.

Meccanismi di incentivo:

1. Sequencer:

- Ordinamento delle transazioni: i sequencer sono responsabili dell'ordinamento e del raggruppamento delle transazioni off-chain. Essi svolgono un ruolo cruciale nel mantenere l'efficienza e la velocità della rete.
 - Incentivi economici: i sequencer guadagnano commissioni di transazione dagli utenti. Queste commissioni li incentivano a elaborare le transazioni rapidamente e con precisione.
2. Validatori e prove di frode:
- Presunzione di validità: negli *Optimistic Rollups*, le transazioni sono considerate valide per impostazione predefinita, consentendo una finalità rapida.
 - Meccanismo di contestazione: i validatori (o chiunque) possono contestare la validità di una transazione presentando una prova di frode durante un periodo di contestazione specificato. Questo meccanismo assicura che le transazioni non valide vengano rilevate e annullate.
 - Ricompense per le contestazioni: i partecipanti che dimostrano con successo una transazione fraudolenta vengono ricompensati per aver individuato e provato la frode. Ciò incentiva i partecipanti a monitorare attivamente la rete per individuare transazioni non valide, migliorando così la sicurezza complessiva.
3. Penalità economiche:
- Penalità per prove di frode: se un sequencer include una transazione non valida e questa viene contestata con successo, egli subisce penalità economiche, come la perdita di una parte del collaterale messo in staking. Questo scoraggia comportamenti disonesti.
 - Inattività e cattiva condotta: anche i validatori e i sequencer sono incentivati a rimanere attivi e ad agire correttamente, poiché l'inattività o la cattiva condotta possono comportare penalità e perdita delle ricompense.

Commissioni applicabili sul protocollo Optimism di Livello 2:

1. Commissioni di transazione:
- Commissioni di Livello 2: gli utenti pagano commissioni per le transazioni elaborate sulla rete di Livello 2. Queste commissioni sono generalmente inferiori a quelle della rete principale di Ethereum, grazie al carico computazionale ridotto sulla catena principale.
 - Efficienza dei costi: raggruppando più transazioni in un unico batch, Optimism riduce il costo complessivo per transazione, rendendolo più economico per gli utenti.
2. Commissioni per i dati di Livello 1 (L1 Data Fees):
- Pubblicazione dei batch su Ethereum: periodicamente, gli aggiornamenti di stato delle transazioni di Livello 2 vengono pubblicati sulla rete principale di Ethereum come *calldata*. Questo comporta una commissione chiamata *L1 data fee*, che copre il costo del gas necessario per pubblicare questi aggiornamenti di stato su Ethereum.
 - Condivisione dei costi: i costi fissi per la pubblicazione degli aggiornamenti di stato su Ethereum vengono distribuiti tra più transazioni all'interno di un batch, riducendo l'onere di costo per ciascuna singola transazione.

3. Commissioni per smart contract:

- Costi di esecuzione: le commissioni per la distribuzione e l'interazione con smart contract su Optimism sono basate sulle risorse computazionali richieste. Ciò assicura che gli utenti paghino proporzionalmente in base ai consumi effettivi di risorse.

S.9 Fonti e metodologie di consumo energetico

Il consumo energetico di questo asset è aggregato tra più componenti.

Per determinare il consumo energetico di un token, viene innanzitutto calcolato il consumo energetico della rete o delle reti (in questo caso, Optimism). Per il consumo energetico del token, viene attribuita una frazione del consumo energetico complessivo della rete, determinata in base all'attività del cripto-asset all'interno della rete. Nel calcolo del consumo energetico viene utilizzato — se disponibile — il *Functionally Fungible Group Digital Token Identifier* (FFG DTI) per determinare tutte le implementazioni dell'asset nel perimetro di analisi. Le mappature vengono aggiornate regolarmente sulla base dei dati forniti dalla *Digital Token Identifier Foundation*. Le informazioni riguardanti l'hardware utilizzato e il numero di partecipanti nella rete si basano su ipotesi verificate con il massimo impegno utilizzando dati empirici. In generale, si presume che i partecipanti siano in larga misura razionali dal punto di vista economico. Come principio di precauzione, si adottano ipotesi conservative in caso di dubbio, ossia formulando stime più elevate degli impatti negativi.

Polkadot DOT

Informazioni quantitative

| Campo | Valore | Unità |
|---|----------------------|--------|
| S.1 Nome | Conio SRL | / |
| S.2 Identificatore legale rilevante | 8945000EH59XYZHK0B92 | / |
| S.3 Nome del cripto-asset | Polkadot DOT | / |
| S.6 Inizio del periodo di riferimento della comunicazione | 2024-05-28 | / |
| S.7 Fine del periodo di riferimento della comunicazione | 2025-05-28 | / |
| S.8 Consumo energetico | 630738.70803 | kWh/ a |
| S.10 Consumo di energia rinnovabile | 27.3187045845 | % |

| | | |
|--|-----------|--------|
| S.11 Intensità energetica | 0.00029 | kWh |
| S.12 Emissioni GHG DLT Scope 1 - Controllate | 0.00000 | tCO2e |
| S.13 Emissioni GHG DLT Scope 2 - Acquistate | 186.15026 | tCO2e |
| S.14 Intensità GHG | 0.00009 | kgCO2e |

Informazioni qualitative

S.4 Meccanismo di consenso

Polkadot DOT è presente sulle seguenti reti: Binance Smart Chain, Huobi, Polkadot.

La Binance Smart Chain (BSC) utilizza un meccanismo di consenso ibrido chiamato Proof of Staked Authority (PoSA), che combina elementi di Delegated Proof of Stake (DPoS) e Proof of Authority (PoA). Questo metodo garantisce tempi di blocco rapidi e basse commissioni, mantenendo un livello di decentralizzazione e sicurezza.

Componenti principali:

1. **Validatori ("Membri del Gabinetto"):** i validatori su BSC sono responsabili della produzione di nuovi blocchi, della convalida delle transazioni e del mantenimento della sicurezza della rete. Per diventare validatore, un'entità deve mettere in staking una quantità significativa di BNB (Binance Coin). I validatori vengono selezionati attraverso lo staking e il voto dei detentori di token. Sono attivi 21 validatori in qualsiasi momento, ruotando per garantire decentralizzazione e sicurezza.
2. **Delegatori:** i detentori di token che non desiderano gestire nodi validatori possono delegare i propri token BNB ai validatori. Questa delega aiuta i validatori ad aumentare la loro posta in gioco e migliora le possibilità di essere selezionati per produrre blocchi. I delegatori guadagnano una quota delle ricompense che i validatori ricevono, incentivando un'ampia partecipazione alla sicurezza della rete.
3. **Candidati:** i candidati sono nodi che hanno messo in staking la quantità richiesta di BNB e si trovano nel pool in attesa di diventare validatori. Sono essenzialmente potenziali validatori che non sono attualmente attivi, ma possono essere eletti nel gruppo dei validatori attraverso il voto della comunità. I candidati svolgono un ruolo cruciale nel garantire che vi sia sempre un numero sufficiente di nodi pronti ad assumere compiti di validazione, mantenendo così la resilienza e la decentralizzazione della rete.
4. **Selezione dei validatori:** i validatori vengono scelti in base alla quantità di BNB messa in staking e ai voti ricevuti dai delegatori. Maggiore è il BNB messo in staking e i voti ricevuti, maggiore è la possibilità di essere selezionati per convalidare le transazioni e produrre nuovi blocchi. Il processo di selezione coinvolge sia i validatori attuali che il pool di candidati, garantendo una rotazione dinamica e sicura dei nodi.
5. **Produzione dei blocchi:** i validatori selezionati si alternano nella produzione dei blocchi in modo simile a PoA, garantendo che i blocchi vengano generati rapidamente ed efficientemente. I validatori convalidano le transazioni, le

aggiungono ai nuovi blocchi e trasmettono questi blocchi alla rete.

6. Finalità delle transazioni: la BSC ottiene tempi di blocco rapidi di circa 3 secondi e una finalità veloce delle transazioni. Questo è ottenuto attraverso l'efficiente meccanismo PoSA, che consente ai validatori di raggiungere rapidamente il consenso.
7. Staking: i validatori devono mettere in staking una quantità sostanziale di BNB, che funge da garanzia per assicurare un comportamento onesto. Questo importo messo in staking può essere ridotto se i validatori agiscono in modo malevolo. Lo staking incentiva i validatori ad agire nell'interesse della rete per evitare di perdere i loro BNB messi in staking.
8. Delega e ricompense: i delegatori guadagnano ricompense proporzionali alla loro partecipazione nei validatori. Ciò li incentiva a scegliere validatori affidabili e a partecipare alla sicurezza della rete. I validatori e i delegatori condividono le commissioni di transazione come ricompensa, fornendo incentivi economici continui per mantenere la sicurezza e le prestazioni della rete.
9. Commissioni di transazione: la BSC applica commissioni di transazione basse, pagate in BNB, rendendola conveniente per gli utenti. Queste commissioni vengono raccolte dai validatori come parte delle loro ricompense, incentivandoli ulteriormente a convalidare le transazioni accuratamente ed efficientemente.

La blockchain Huobi Eco Chain (HECO) utilizza un meccanismo di consenso Hybrid-Proof-of-Stake (HPoS), che combina elementi del Proof-of-Stake (PoS) per migliorare l'efficienza delle transazioni e la scalabilità.

Caratteristiche principali del meccanismo di consenso di HECO:

1. Selezione dei validatori: HECO supporta fino a 21 validatori, selezionati in base alla loro posta in gioco nella rete.
2. Elaborazione delle transazioni: i validatori sono responsabili dell'elaborazione delle transazioni e dell'aggiunta dei blocchi alla blockchain.
3. Finalità delle transazioni: il meccanismo di consenso garantisce una finalità rapida, consentendo la conferma immediata delle transazioni.
4. Efficienza energetica: utilizzando elementi PoS, HECO riduce il consumo energetico rispetto ai sistemi Proof-of-Work tradizionali.

Polkadot, un framework multichain eterogeneo progettato per consentire a diverse blockchain di interoperare, utilizza un sofisticato meccanismo di consenso noto come Nominated Proof-of-Stake (NPoS). Questo meccanismo combina elementi di Proof-of-Stake (PoS) e un modello di consenso stratificato che coinvolge ruoli e fasi multiple.

Componenti principali:

1. Validatori: i validatori sono responsabili della produzione di nuovi blocchi e della finalizzazione della relay chain, la catena principale di Polkadot. Essi mettono in staking token DOT e convalidano transazioni, garantendo la sicurezza e l'integrità della rete.

2. Nominatori: i nominatori delegano la loro posta in gioco a validatori di fiducia, scegliendo quelli che ritengono agiranno in modo onesto ed efficace. Essi condividono le ricompense e le penalità dei validatori che nominano.
3. Collators: i collators mantengono le parachain (blockchain individuali che si connettono alla relay chain di Polkadot) raccogliendo le transazioni dagli utenti e producendo prove di transizione di stato per i validatori.
4. Fishermen: i fishermen monitorano la rete per individuare attività malevole. Essi segnalano comportamenti scorretti ai validatori per mantenere la sicurezza della rete.

Il processo di consenso di Polkadot opera attraverso una combinazione di due protocolli chiave: GRANDPA (GHOST-based Recursive Ancestor Deriving Prefix Agreement) e BABE (Blind Assignment for Blockchain Extension).

1. BABE (Produzione dei blocchi): BABE è il meccanismo di produzione dei blocchi. Funziona come una lotteria, in cui i validatori vengono assegnati in modo pseudocasuale a slot per produrre blocchi in base alla loro posta in gioco. Ogni validatore firma i blocchi che produce, che vengono poi propagati nella rete.
2. GRANDPA (Finalità): GRANDPA è il meccanismo di finalità che fornisce un livello più alto di sicurezza finalizzando i blocchi dopo che sono stati prodotti. A differenza delle blockchain tradizionali, in cui i blocchi sono considerati finali dopo un certo numero di conferme, GRANDPA consente una finalità asincrona. I validatori votano sulle catene e, una volta raggiunta una supermaggioranza, la catena è finalizzata istantaneamente.

Fasi dettagliate:

1. Produzione dei blocchi (BABE):
 - o Assegnazione degli slot: i validatori vengono selezionati per produrre blocchi in specifici intervalli di tempo.
 - o Proposta del blocco: il validatore selezionato per uno slot propone un blocco, includendo nuove transazioni e modifiche di stato.
2. Propagazione del blocco e consenso preliminare: i blocchi proposti vengono propagati attraverso la rete, dove altri validatori verificano la correttezza delle transazioni e delle transizioni di stato.
3. Finalizzazione (GRANDPA):
 - o votazione sui blocchi: i validatori votano sulle catene che ritengono rappresentino la cronologia corretta.
 - o Accordo di supermaggioranza: una volta che più di due terzi dei validatori concordano su un blocco, esso è finalizzato.
 - o Finalità istantanea: questo processo garantisce che, una volta finalizzato, un blocco sia irreversibile e diventi parte della catena canonica.
4. Ricompense e penalità: i validatori e i nominatori guadagnano ricompense per la partecipazione al processo di consenso e per il mantenimento della sicurezza della rete. Un comportamento scorretto, come la produzione di blocchi non validi o l'inattività, comporta penalità, incluso lo slashing dei token messi in staking.

S.5 Meccanismi di incentivo e commissioni applicabili

Polkadot DOT è presente sulle seguenti reti: Binance Smart Chain, Huobi, Polkadot.

La Binance Smart Chain (BSC) utilizza il meccanismo di consenso Proof of Staked Authority (PoSA) per garantire la sicurezza della rete e incentivare la partecipazione di validatori e delegatori.

Meccanismi di incentivo

1. Validatori:

- Ricompense per lo staking: i validatori devono mettere in staking una quantità significativa di BNB per partecipare al processo di consenso. Essi guadagnano ricompense sotto forma di commissioni di transazione e ricompense di blocco.
- Processo di selezione: i validatori vengono selezionati in base alla quantità di BNB messa in staking e ai voti ricevuti dai delegatori. Maggiore è la quantità di BNB messa in staking e i voti ricevuti, maggiori sono le possibilità di essere selezionati per convalidare le transazioni e produrre nuovi blocchi.

2. Delegatori:

- Staking delegato: i detentori di token possono delegare i propri BNB ai validatori. Questa delega aumenta la posta totale del validatore e migliora le sue possibilità di essere selezionato per produrre blocchi.
- Ricompense condivise: i delegatori guadagnano una parte delle ricompense che i validatori ricevono. Questo incentiva i detentori di token a partecipare alla sicurezza e alla decentralizzazione della rete scegliendo validatori affidabili.

3. Candidati:

- Pool di potenziali validatori: i candidati sono nodi che hanno messo in staking la quantità richiesta di BNB e stanno aspettando di diventare validatori attivi. Essi garantiscono che vi sia sempre un numero sufficiente di nodi pronti ad assumere compiti di validazione, mantenendo la resilienza della rete.

4. Sicurezza economica:

- Slashing: i validatori possono essere penalizzati per comportamento malevolo o per non aver svolto i propri doveri. Le penalità includono la riduzione di una parte dei token messi in staking, garantendo che i validatori agiscano nell'interesse della rete.
- Costo opportunità: lo staking richiede a validatori e delegatori di bloccare i propri token BNB, fornendo un incentivo economico ad agire in modo onesto per evitare di perdere le proprie risorse messe in staking.

Commissioni sulla Binance Smart Chain

1. Commissioni di transazione:

- Basse commissioni: la BSC è nota per le sue basse commissioni di transazione rispetto ad altre blockchain. Queste commissioni sono pagate in BNB e sono essenziali per mantenere le operazioni della rete e compensare i validatori.
 - Struttura dinamica delle commissioni: le commissioni di transazione possono variare in base alla congestione della rete e alla complessità delle transazioni. Tuttavia, la BSC garantisce che le commissioni rimangano significativamente inferiori rispetto a quelle della rete principale Ethereum.
2. Ricompense di blocco:
- Incentivazione dei validatori: i validatori guadagnano ricompense di blocco oltre alle commissioni di transazione. Queste ricompense vengono distribuite ai validatori per il loro ruolo nel mantenimento della rete e nell'elaborazione delle transazioni.
3. Commissioni cross-chain:
- Costi di interoperabilità: la BSC supporta la compatibilità cross-chain, consentendo il trasferimento di asset tra Binance Chain e Binance Smart Chain. Queste operazioni cross-chain comportano commissioni minime, facilitando trasferimenti di asset senza interruzioni e migliorando l'esperienza utente.
4. Commissioni per smart contract:
- Esecuzione di smart contract: il deploy e l'interazione con smart contract sulla BSC comportano il pagamento di commissioni basate sulle risorse computazionali richieste. Queste commissioni sono pagate in BNB e sono progettate per essere convenienti, incoraggiando gli sviluppatori a costruire sulla piattaforma BSC.

La blockchain Huobi Eco Chain (HECO) impiega un meccanismo di consenso Hybrid-Proof-of-Stake (HPoS), che combina elementi di Proof-of-Stake (PoS) per migliorare l'efficienza e la scalabilità delle transazioni.

Meccanismo di incentivo:

1. Ricompense dei validatori:
I validatori vengono selezionati in base alla loro posta in gioco nella rete. Essi elaborano le transazioni e aggiungono blocchi alla blockchain. I validatori ricevono ricompense sotto forma di commissioni di transazione per il loro ruolo nel mantenimento dell'integrità della blockchain.
2. Partecipazione allo staking:
Gli utenti possono mettere in staking Huobi Token (HT) per diventare validatori o delegare i propri token a validatori esistenti. Lo staking contribuisce alla sicurezza della rete e, in cambio, i partecipanti ricevono una parte delle commissioni di transazione come ricompensa.

Commissioni applicabili:

1. Commissioni di transazione (Gas Fees):
Gli utenti pagano commissioni di gas in token HT per eseguire transazioni e interagire con gli smart contract sulla rete HECO. Queste commissioni compensano i validatori per l'elaborazione e la convalida delle transazioni.

2. Commissioni di esecuzione degli smart contract:

Il deploy e l'interazione con smart contract comportano ulteriori commissioni, anch'esse pagate in token HT. Queste coprono le risorse computazionali richieste per eseguire il codice del contratto.

Polkadot utilizza un meccanismo di consenso chiamato Nominated Proof-of-Stake (NPoS), che implica una combinazione di validatori, nominatori e un processo di consenso stratificato unico per garantire la sicurezza della rete.

Meccanismi di incentivo:

1. Validatori:

- Ricompense per lo staking: i validatori sono responsabili della produzione di nuovi blocchi e della finalizzazione della relay chain. Essi sono incentivati tramite ricompense di staking, distribuite in proporzione alla loro posta in gioco e alla loro performance nel processo di consenso. I validatori guadagnano queste ricompense mantenendo un'elevata operatività e convalidando correttamente le transazioni.
- Commissione: i validatori possono impostare una percentuale di commissione sulle ricompense guadagnate dai loro nominatori. Ciò li incentiva a operare bene per attrarre più nominatori.

2. Nominatori:

- Delegazione: i nominatori mettono in staking i propri token delegandoli a validatori di fiducia. Essi condividono le ricompense guadagnate dai validatori che supportano. Questo meccanismo incentiva i nominatori a selezionare attentamente validatori affidabili.
- Distribuzione delle ricompense: le ricompense vengono distribuite tra validatori e nominatori in base alla quantità di stake fornita da ciascuna parte. Ciò garantisce che entrambe le parti siano incentivate a mantenere la sicurezza della rete.

3. Collators:

- Manutenzione delle parachain: i collators mantengono le parachain raccogliendo transazioni e producendo prove di transizione di stato per i validatori. Essi sono incentivati con ricompense per il loro ruolo nel mantenere operative e sicure le parachain.

4. Fishermen:

- Monitoraggio: i fishermen sono responsabili del monitoraggio della rete per rilevare attività malevole. Essi vengono ricompensati per l'identificazione e la segnalazione di comportamenti malevoli, contribuendo alla sicurezza della rete.

5. Penalità economiche:

- Slashing: i validatori e i nominatori subiscono penalità sotto forma di slashing se si impegnano in attività malevole come la doppia firma o lunghi periodi di inattività. Lo slashing comporta la perdita di una parte dei token messi in staking, fungendo da forte deterrente contro comportamenti scorretti.

- Periodo di unbonding: per ritirare i token messi in staking, i partecipanti devono attendere un periodo di unbonding durante il quale i loro token rimangono a rischio di slashing. Ciò assicura la sicurezza della rete anche quando validatori o nominatori decidono di uscire.

Commissioni sulla blockchain Polkadot:

1. Commissioni di transazione:

- Commissioni dinamiche: le commissioni di transazione su Polkadot sono dinamiche, regolando in base alla domanda della rete e alla complessità della transazione. Questo modello assicura che le commissioni rimangano eque e proporzionate all'utilizzo della rete.
- Bruciatura delle commissioni: una parte delle commissioni di transazione viene bruciata (rimossa permanentemente dalla circolazione), contribuendo a controllare l'inflazione e potenzialmente ad aumentare il valore dei token rimanenti.

2. Commissioni per smart contract:

- Costi di esecuzione: le commissioni per il deploy e l'interazione con gli smart contract su Polkadot si basano sulle risorse computazionali necessarie. Questo incoraggia un uso efficiente delle risorse della rete.

3. Commissioni per aste di slot parachain:

- Offerte per slot: i progetti che desiderano ottenere uno slot parachain devono partecipare a un'asta di slot. Essi offrono token DOT, e i migliori offerenti ottengono il diritto di operare una parachain per un periodo di tempo specificato. Questo processo assicura che solo progetti seri con un solido supporto possano assicurarsi slot parachain, contribuendo alla qualità e alla sicurezza complessiva della rete.

S.9 Fonti e metodologie di consumo energetico

Il consumo energetico di questo asset è aggregato tra più componenti.

Per il calcolo del consumo energetico viene utilizzato il cosiddetto approccio "bottom-up". I nodi sono considerati il fattore centrale per il consumo energetico della rete. Queste ipotesi si basano su risultati empirici ottenuti utilizzando siti di informazione pubblici, crawler open-source e crawler sviluppati internamente. I principali determinanti per stimare l'hardware utilizzato all'interno della rete sono i requisiti per il funzionamento del software client. Il consumo energetico dei dispositivi hardware è stato misurato in laboratori di prova certificati. Nel calcolo del consumo energetico, se disponibile, abbiamo utilizzato il Functionally Fungible Group Digital Token Identifier (FFG DTI) per determinare tutte le implementazioni dell'asset in questione e aggiorniamo regolarmente le mappature, basandoci sui dati della Digital Token Identifier Foundation. Le informazioni relative all'hardware utilizzato e al numero di partecipanti nella rete si basano su ipotesi verificate con il massimo impegno utilizzando dati empirici. In generale, si presume che i partecipanti siano ampiamente razionali dal punto di vista economico. Come principio di precauzione, formuliamo ipotesi conservative in caso di dubbio, ossia facendo stime più alte degli impatti negativi.

Per determinare il consumo energetico di un token, viene prima calcolato il consumo energetico della o delle reti binance_smart_chain, huobi. Per il consumo energetico del token, una frazione del consumo energetico della rete è attribuita al token, la quale è determinata in base all'attività del cripto-asset all'interno della rete. Nel calcolo del consumo energetico, viene

utilizzato — se disponibile — il *Functionally Fungible Group Digital Token Identifier* (FFG DTI) per determinare tutte le implementazioni dell'asset in esame. Le mappature vengono aggiornate regolarmente, sulla base dei dati della *Digital Token Identifier Foundation*. Le informazioni riguardanti l'hardware utilizzato e il numero di partecipanti nella rete si basano su ipotesi che vengono verificate con il massimo impegno utilizzando dati empirici. In generale, si presume che i partecipanti siano ampiamente razionali dal punto di vista economico. Come principio di precauzione, formuliamo ipotesi sul lato conservativo in caso di dubbio, ossia facendo stime più elevate per gli impatti negativi.

S.15 Principali fonti e metodologie energetiche

Per determinare la proporzione di utilizzo di energia rinnovabile, le posizioni dei nodi vengono determinate utilizzando siti di informazione pubblica, crawler open-source e crawler sviluppati internamente. Se non sono disponibili informazioni sulla distribuzione geografica dei nodi, vengono utilizzate reti di riferimento comparabili in termini di struttura di incentivazione e meccanismo di consenso. Queste informazioni geografiche vengono combinate con dati pubblici provenienti da Our World in Data, vedi citazione. L'intensità è calcolata come il costo energetico marginale rispetto a una transazione aggiuntiva.

Ember (2025); Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024) – con principali elaborazioni a cura di *Our World in Data*. "Share of electricity generated by renewables – Ember and Energy Institute" [dataset]. Ember, "Yearly Electricity Data Europe"; Ember, "Yearly Electricity Data"; Energy Institute, "Statistical Review of World Energy" [dati originali]. Disponibile su <https://ourworldindata.org/grapher/share-electricity-renewables>

S.16 Principali fonti e metodologie GHG

Per determinare le emissioni di gas a effetto serra (GHG), le posizioni dei nodi vengono determinate utilizzando siti di informazione pubblica, crawler open-source e crawler sviluppati internamente. Se non sono disponibili informazioni sulla distribuzione geografica dei nodi, vengono utilizzate reti di riferimento comparabili in termini di struttura di incentivazione e meccanismo di consenso. Queste informazioni geografiche vengono combinate con dati pubblici provenienti da Our World in Data, vedi citazione. L'intensità è calcolata come l'emissione marginale rispetto a una transazione aggiuntiva.

Ember (2025); Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024) – con principali elaborazioni a cura di *Our World in Data*. "Carbon intensity of electricity generation – Ember and Energy Institute" [dataset]. Ember, "Yearly Electricity Data Europe"; Ember, "Yearly Electricity Data"; Energy Institute, "Statistical Review of World Energy" [dati originali]. Disponibile su <https://ourworldindata.org/grapher/carbon-intensity-electricity> – Licenza: CC BY 4.0.

Polygon POL

Informazioni quantitative

| Campo | Valore | Unità |
|-------------------------------------|----------------------|-------|
| S.1 Nome | Conio SRL | / |
| S.2 Identificatore legale rilevante | 8945000EH59XYZHK0B92 | / |
| S.3 Nome del cripto-asset | Polygon POL | / |

| | | |
|---|-------------|--------|
| S.6 Inizio del periodo di riferimento della comunicazione | 2024-05-28 | / |
| S.7 Fine del periodo di riferimento della comunicazione | 2025-05-28 | / |
| S.8 Consumo energetico | 89636.32266 | kWh/ a |

Informazioni qualitative

S.4 Meccanismo di consenso

Polygon POL è presente sulle seguenti reti: Ethereum, Polygon.

Il meccanismo di consenso Proof-of-Stake (PoS) del crypto-asset, introdotto con *The Merge* nel 2022, sostituisce il mining con lo staking dei validatori. I validatori devono mettere in staking almeno 32 ETH; a ogni blocco, un validatore viene scelto casualmente per proporre il blocco successivo. Una volta proposto, gli altri validatori verificano l'integrità del blocco.

La rete opera su un sistema di slot ed epoche, in cui un nuovo blocco viene proposto ogni 12 secondi, e la finalizzazione avviene dopo due epoche (~12,8 minuti) utilizzando Casper-FFG. La Beacon Chain coordina i validatori, mentre la regola di scelta del fork (LMD-GHOST) assicura che la catena segua i voti dei validatori con il maggior peso accumulato. I validatori guadagnano ricompense per la proposta e la verifica dei blocchi, ma sono soggetti a *slashing* in caso di comportamento malevolo o inattività. Il PoS mira a migliorare l'efficienza energetica, la sicurezza e la scalabilità, con futuri aggiornamenti come il *Proto-Danksharding* per migliorare l'efficienza delle transazioni.

Polygon, precedentemente noto come Matic Network, è una soluzione di scalabilità di livello 2 per Ethereum che impiega un meccanismo di consenso ibrido. Ecco una spiegazione dettagliata di come Polygon raggiunge il consenso:

Concetti fondamentali:

1. Proof of Stake (PoS):

- Selezione dei validatori: i validatori sulla rete Polygon vengono selezionati in base al numero di token MATIC che hanno messo in staking. Maggiore è il numero di token messi in staking, maggiore è la possibilità di essere selezionati per convalidare transazioni e produrre nuovi blocchi.
- Delegazione: i detentori di token che non desiderano gestire un nodo validatore possono delegare i propri token MATIC ai validatori. I delegatori condividono le ricompense guadagnate dai validatori.

2. Catene Plasma:

- Scalabilità off-chain: Plasma è un framework per creare *child chain* (catene figlie) che operano parallelamente alla catena principale di Ethereum. Queste catene figlie possono elaborare transazioni off-chain e inviare solo lo stato finale alla catena principale di Ethereum, aumentando significativamente la capacità e riducendo la congestione.

- Prove di frode: Plasma utilizza un meccanismo di *fraud proof* per garantire la sicurezza delle transazioni off-chain. Se viene rilevata una transazione fraudolenta, può essere contestata e annullata.

Processo di consenso:

1. Validazione delle transazioni:
Le transazioni vengono prima convalidate dai validatori che hanno messo in staking i token MATIC. Questi validatori confermano la validità delle transazioni e le includono nei blocchi.
2. Produzione dei blocchi:
 - Proposta e voto: i validatori propongono nuovi blocchi in base ai token messi in staking e partecipano a un processo di voto per raggiungere il consenso sul blocco successivo. Il blocco che riceve la maggioranza dei voti viene aggiunto alla blockchain.
 - Checkpointing: Polygon utilizza un sistema di *checkpointing* periodico, in cui istantanee della sidechain di Polygon vengono inviate alla catena principale di Ethereum. Questo processo garantisce la sicurezza e la finalità delle transazioni sulla rete Polygon.
3. Framework Plasma:
 - Catene figlie: le transazioni possono essere elaborate su catene figlie create utilizzando il framework Plasma. Queste transazioni vengono convalidate off-chain e solo lo stato finale viene inviato alla catena principale di Ethereum.
 - Prove di frode: se si verifica una transazione fraudolenta, può essere contestata entro un determinato periodo utilizzando prove di frode. Questo meccanismo garantisce l'integrità delle transazioni off-chain.

Sicurezza e incentivi economici:

1. Incentivi per i validatori:
 - Ricompense di staking: i validatori guadagnano ricompense per aver messo in staking token MATIC e per la partecipazione al processo di consenso. Queste ricompense sono distribuite in token MATIC e sono proporzionali alla quantità messa in staking e alle prestazioni del validatore.
 - Commissioni di transazione: i validatori guadagnano anche una parte delle commissioni di transazione pagate dagli utenti. Ciò fornisce un ulteriore incentivo finanziario a mantenere l'integrità e l'efficienza della rete.
2. Delegazione:
 - Ricompense condivise: i delegatori guadagnano una parte delle ricompense guadagnate dai validatori a cui delegano. Questo incoraggia un maggior numero di detentori di token a partecipare alla sicurezza della rete scegliendo validatori affidabili.
3. Sicurezza economica:

- Slashing: i validatori possono essere penalizzati per comportamento malevolo o per non aver adempiuto ai propri doveri. Questa penalità, nota come *slashing*, comporta la perdita di una parte dei token messi in staking, assicurando che i validatori agiscano nel miglior interesse della rete.

S.5 Meccanismi di incentivo e commissioni applicabili

Polygon POL è presente sulle seguenti reti: Ethereum, Polygon.

Il sistema PoS del cripto-asset protegge le transazioni attraverso incentivi per i validatori e penalità economiche. I validatori mettono in staking almeno 32 ETH e guadagnano ricompense per la proposta dei blocchi, la validazione di quelli validi e la partecipazione ai comitati di sincronizzazione. Le ricompense sono pagate in ETH di nuova emissione e in commissioni di transazione.

Ai sensi dell'EIP-1559, le commissioni di transazione consistono in una commissione base, che viene bruciata per ridurre l'offerta, e una commissione prioritaria opzionale (mancia) pagata ai validatori. I validatori sono soggetti a *slashing* se agiscono in modo malevolo e subiscono penalità per inattività.

Questo sistema mira ad aumentare la sicurezza allineando gli incentivi, rendendo al contempo la struttura delle commissioni del cripto-asset più prevedibile e deflazionistica durante i periodi di elevata attività della rete.

Polygon utilizza una combinazione di Proof of Stake (PoS) e del framework Plasma per garantire la sicurezza della rete, incentivare la partecipazione e mantenere l'integrità delle transazioni.

Meccanismi di incentivo:

1. Validatori:

- Ricompense di staking: i validatori su Polygon garantiscono la sicurezza della rete mettendo in staking token MATIC. Vengono selezionati per convalidare le transazioni e produrre nuovi blocchi in base al numero di token messi in staking. I validatori guadagnano ricompense sotto forma di nuovi token MATIC emessi e di commissioni di transazione per i loro servizi.
- Produzione di blocchi: i validatori sono responsabili della proposta e della verifica di nuovi blocchi. Il validatore selezionato propone un blocco e gli altri validatori lo verificano e lo convalidano. I validatori sono incentivati ad agire in modo onesto ed efficiente per guadagnare ricompense ed evitare penalità.
- Checkpointing: i validatori inviano periodicamente *checkpoint* alla catena principale di Ethereum, garantendo la sicurezza e la finalità delle transazioni elaborate su Polygon. Questo fornisce un ulteriore livello di sicurezza sfruttando la robustezza di Ethereum.

2. Delegatori:

- Delegazione: i detentori di token che non desiderano gestire un nodo validatore possono delegare i propri token MATIC a validatori di fiducia. I delegatori guadagnano una parte delle ricompense ottenute dai validatori, incentivandoli a scegliere validatori affidabili e performanti.
- Ricompense condivise: le ricompense guadagnate dai validatori vengono condivise con i delegatori, in base alla proporzione dei token delegati. Questo sistema incoraggia un'ampia partecipazione e migliora la

decentralizzazione della rete.

3. Sicurezza economica:

- Slashing: i validatori possono essere penalizzati attraverso un processo chiamato *slashing* se si impegnano in comportamenti malevoli o non svolgono correttamente i propri compiti. Questo include la doppia firma o l'inattività prolungata. Lo *slashing* comporta la perdita di una parte dei token messi in staking, fungendo da forte deterrente contro azioni disoneste.
- Requisiti di bond: i validatori devono vincolare una quantità significativa di token MATIC per partecipare al processo di consenso, assicurando che abbiano un interesse diretto nel mantenimento della sicurezza e dell'integrità della rete.

Commissioni sulla blockchain Polygon:

4. Commissioni di transazione:

- Basse commissioni: uno dei principali vantaggi di Polygon è rappresentato dalle sue basse commissioni di transazione rispetto alla catena principale di Ethereum. Le commissioni sono pagate in token MATIC e sono progettate per essere accessibili, incoraggiando un elevato volume di transazioni e l'adozione da parte degli utenti.
- Commissioni dinamiche: le commissioni su Polygon possono variare in base alla congestione della rete e alla complessità delle transazioni. Tuttavia, rimangono significativamente inferiori rispetto a quelle di Ethereum, rendendo Polygon un'opzione attraente per utenti e sviluppatori.

5. Commissioni per smart contract:

- Costi di distribuzione ed esecuzione: il deploy e l'interazione con gli smart contract su Polygon comportano il pagamento di commissioni basate sulle risorse computazionali necessarie. Queste commissioni sono anch'esse pagate in token MATIC e risultano molto più basse rispetto a Ethereum, rendendo lo sviluppo di applicazioni decentralizzate (dApp) su Polygon più conveniente.

6. Framework Plasma:

- Trasferimenti di stato e prelievi: il framework Plasma consente l'elaborazione off-chain delle transazioni, che vengono periodicamente raggruppate e confermate sulla catena principale di Ethereum. Le commissioni associate a questi processi sono anch'esse pagate in token MATIC e contribuiscono a ridurre il costo complessivo dell'utilizzo della rete.

S.9 Fonti e metodologie di consumo energetico

Il consumo energetico di questo asset è aggregato attraverso più componenti.

Per il calcolo dei consumi energetici, viene utilizzato il cosiddetto approccio "bottom-up". I nodi sono considerati il fattore centrale per il consumo energetico della rete. Queste ipotesi si basano su risultati empirici ottenuti mediante l'uso di siti di informazione pubblici, crawler open-source e crawler sviluppati internamente. I principali determinanti per stimare l'hardware utilizzato

all'interno della rete sono i requisiti per l'esecuzione del software client. Il consumo energetico dei dispositivi hardware è stato misurato in laboratori di prova certificati. A causa della struttura di questa rete, non è solo la mainnet ad essere responsabile del consumo energetico. Per calcolare adeguatamente la struttura, deve essere considerata anche una parte del consumo energetico della rete connessa, Ethereum, poiché anche la rete connessa è responsabile della sicurezza. Questa proporzione è determinata sulla base del consumo di gas. Nel calcolo del consumo energetico, abbiamo utilizzato — se disponibile — il *Functionally Fungible Group Digital Token Identifier* (FFG DTI) per determinare tutte le implementazioni dell'asset in questione e aggiorniamo regolarmente le mappature, basandoci sui dati della *Digital Token Identifier Foundation*. Le informazioni riguardanti l'hardware utilizzato e il numero di partecipanti nella rete si basano su ipotesi verificate con il massimo impegno utilizzando dati empirici. In generale, si presume che i partecipanti siano ampiamente razionali dal punto di vista economico. Come principio di precauzione, formuliamo ipotesi sul lato conservativo in caso di dubbio, ossia facendo stime più alte per gli impatti negativi.

Per determinare il consumo energetico di un token, viene prima calcolato il consumo energetico della rete o delle reti Ethereum. Per il consumo energetico del token, una frazione del consumo energetico della rete è attribuita al token, determinata in base all'attività del cripto-asset all'interno della rete. Nel calcolo del consumo energetico, viene utilizzato — se disponibile — il *Functionally Fungible Group Digital Token Identifier* (FFG DTI) per determinare tutte le implementazioni dell'asset in esame. Le mappature vengono aggiornate regolarmente, sulla base dei dati della *Digital Token Identifier Foundation*. Le informazioni riguardanti l'hardware utilizzato e il numero di partecipanti nella rete si basano su ipotesi che vengono verificate con il massimo impegno utilizzando dati empirici. In generale, si presume che i partecipanti siano ampiamente razionali dal punto di vista economico. Come principio di precauzione, formuliamo ipotesi sul lato conservativo in caso di dubbio, ossia facendo stime più elevate per gli impatti negativi.

Ripple XRP

Informazioni quantitative

| Campo | Valore | Unità |
|---|----------------------|--------|
| S.1 Nome | Conio SRL | / |
| S.2 Identificatore legale rilevante | 8945000EH59XYZHK0B92 | / |
| S.3 Nome del cripto-asset | Ripple XRP | / |
| S.6 Inizio del periodo di riferimento della comunicazione | 2024-05-28 | / |
| S.7 Fine del periodo di riferimento della comunicazione | 2025-05-28 | / |
| S.8 Consumo energetico | 299621.75295 | kWh/ a |

Informazioni qualitative

S.4 Meccanismo di consenso

Ripple XRP è presente sulle seguenti reti: Binance Smart Chain, Klaytn, Ripple.

La Binance Smart Chain (BSC) utilizza un meccanismo di consenso ibrido chiamato *Proof of Staked Authority* (PoSA), che combina elementi del *Delegated Proof of Stake* (DPoS) e del *Proof of Authority* (PoA). Questo metodo garantisce tempi di blocco rapidi e basse commissioni, mantenendo al contempo un livello di decentralizzazione e sicurezza.

Componenti principali:

1. **Validatori** (i cosiddetti "Cabinet Members"): i validatori su BSC sono responsabili della produzione di nuovi blocchi, della validazione delle transazioni e del mantenimento della sicurezza della rete. Per diventare validatore, un'entità deve mettere in staking una quantità significativa di BNB (Binance Coin). I validatori vengono selezionati attraverso lo staking e il voto da parte dei detentori di token. Vi sono 21 validatori attivi in qualsiasi momento, che ruotano per garantire decentralizzazione e sicurezza.
2. **Delegatori**: i detentori di token che non desiderano gestire nodi validatori possono delegare i propri token BNB ai validatori. Questa delega aiuta i validatori ad aumentare la loro posta e migliora le loro possibilità di essere selezionati per produrre blocchi. I delegatori guadagnano una quota delle ricompense che i validatori ricevono, incentivando un'ampia partecipazione alla sicurezza della rete.
3. **Candidati**: i candidati sono nodi che hanno messo in staking la quantità richiesta di BNB e sono in attesa di diventare validatori. Essi sono potenziali validatori non ancora attivi, ma che possono essere eletti nel gruppo dei validatori tramite il voto della comunità. I candidati svolgono un ruolo cruciale nel garantire che vi sia sempre un numero sufficiente di nodi pronti ad assumere compiti di validazione, mantenendo così la resilienza e la decentralizzazione della rete.

Processo di consenso:

4. **Selezione dei validatori**: i validatori sono scelti in base alla quantità di BNB messa in staking e ai voti ricevuti dai delegatori. Maggiore è la quantità di BNB messa in staking e i voti ricevuti, maggiore è la possibilità di essere selezionati per validare le transazioni e produrre nuovi blocchi. Il processo di selezione coinvolge sia i validatori attuali che il gruppo dei candidati, garantendo una rotazione dinamica e sicura dei nodi.
5. **Produzione dei blocchi**: i validatori selezionati si alternano nella produzione dei blocchi in modo simile al PoA, garantendo che i blocchi vengano generati rapidamente ed efficientemente. I validatori convalidano le transazioni, le aggiungono ai nuovi blocchi e li trasmettono alla rete.
6. **Finalità delle transazioni**: la BSC raggiunge tempi di blocco rapidi di circa 3 secondi e una finalità veloce delle transazioni. Ciò è reso possibile dall'efficiente meccanismo PoSA che consente ai validatori di raggiungere rapidamente il consenso.

Sicurezza e incentivi economici:

7. **Staking**: i validatori devono mettere in staking una quantità sostanziale di BNB, che funge da garanzia per assicurare un comportamento onesto. Questa quantità messa in staking può essere ridotta (*slashed*) se i validatori agiscono in modo malevolo. Lo staking incentiva i validatori ad agire nell'interesse della rete per evitare di perdere i BNB messi in staking.
8. **Delegazione e ricompense**: i delegatori guadagnano ricompense proporzionali alla loro partecipazione nei validatori. Ciò li incentiva a scegliere validatori affidabili e a partecipare alla sicurezza della rete. I validatori e i delegatori condividono le commissioni di transazione come ricompense, fornendo incentivi economici continui per mantenere la sicurezza e le prestazioni della rete.
9. **Commissioni di transazione**: la BSC utilizza basse commissioni di transazione, pagate in BNB, rendendo la rete economica per gli utenti. Queste commissioni vengono raccolte dai validatori come parte delle loro ricompense, incentivandoli ulteriormente a convalidare le transazioni in modo accurato ed efficiente.

Klaytn impiega un algoritmo di consenso *Istanbul Byzantine Fault Tolerance (IBFT)* modificato, una variante del *Proof of Authority (PoA)*, che consente alte prestazioni e finalità immediata delle transazioni.

Componenti principali del consenso di Klaytn:

1. Algoritmo IBFT modificato:
Finalità immediata delle transazioni: l'algoritmo IBFT di Klaytn assicura che, una volta validato un blocco, questo sia immediatamente finale e non possa essere annullato. Ciò garantisce che le transazioni vengano rapidamente confermate, offrendo un'esperienza utente sicura ed efficiente.
2. Klaytn Governance Council:
 - o Governance guidata dal consiglio: la rete Klaytn è governata dal Klaytn Governance Council, un consorzio di organizzazioni globali responsabili della selezione e del mantenimento dei *Consensus Nodes (CN)*. Questo modello di governance basato sul consiglio bilancia la decentralizzazione con le prestazioni e garantisce trasparenza nei processi decisionali.
 - o Maggioranza di due terzi per la finalizzazione: affinché un blocco venga finalizzato, deve ricevere le firme di oltre due terzi dei membri del consiglio, garantendo un ampio consenso e la sicurezza della rete.
3. Architettura a tre livelli dei nodi:
 - o *Consensus Nodes (CNS)*: i validatori selezionati responsabili della produzione e validazione dei blocchi. I CN sono il nucleo della sicurezza e stabilità della rete.
 - o *Proxy Nodes (PNs)*: agiscono come intermediari, inoltrando dati tra CN e la rete più ampia, contribuendo a distribuire il traffico e migliorare l'accessibilità.
 - o *Endpoint Nodes (ENs)*: interagiscono direttamente con gli utenti finali, facilitando le transazioni, eseguendo smart contract e fungendo da punti di accesso per la rete Klaytn.

La blockchain Ripple, nello specifico il *XRP Ledger (XRPL)*, utilizza un meccanismo di consenso noto come *Ripple Protocol Consensus Algorithm (RPCA)*. Esso differisce dal *Proof of Work (PoW)* e dal *Proof of Stake (PoS)*, poiché non si basa su mining o staking, ma sfrutta validatori affidabili in un modello di *Federated Byzantine Agreement (FBA)*.

Concetti principali:

1. Validatori e Unique Node Lists (UNL): i validatori sono nodi affidabili nella rete che convalidano le transazioni e propongono nuovi aggiornamenti del registro. Ogni nodo mantiene un elenco di validatori fidati noto come *Unique Node List (UNL)*. Il consenso viene raggiunto quando l'80% dei validatori nella UNL di un nodo concorda sulla validità di una transazione o di un blocco. Ciò garantisce elevati livelli di sicurezza e decentralizzazione.
2. Ordinamento e validazione delle transazioni: le transazioni vengono trasmesse ai validatori, e una volta che l'80% dei validatori concorda, la transazione è considerata confermata. Ogni registro nel XRPL contiene i dati delle transazioni, e i validatori ne garantiscono la validità e il corretto ordinamento.

Processo di consenso:

1. Fase di proposta: i validatori propongono nuove transazioni da aggiungere al registro.
2. Fase di validazione: i validatori votano sulle transazioni proposte confrontandole con la propria UNL. Il consenso è raggiunto quando l'80% dei validatori concorda.
3. Finalizzazione: una volta raggiunto il consenso, le transazioni vengono scritte nel nuovo registro, rendendole irreversibili e definitive.

S.5 Meccanismi di incentivo e commissioni applicabili

Ripple XRP è presente sulle seguenti reti: Binance Smart Chain, Klaytn, Ripple.

La Binance Smart Chain (BSC) utilizza il meccanismo di consenso *Proof of Staked Authority* (PoSA) per garantire la sicurezza della rete e incentivare la partecipazione di validatori e delegatori.

Meccanismi di incentivo:

1. Validatori:
 - Ricompense di staking: i validatori devono mettere in staking una quantità significativa di BNB per partecipare al processo di consenso. Essi guadagnano ricompense sotto forma di commissioni di transazione e ricompense di blocco.
 - Processo di selezione: i validatori sono selezionati in base alla quantità di BNB messa in staking e ai voti ricevuti dai delegatori. Maggiore è la quantità di BNB e i voti, maggiori sono le probabilità di essere selezionati per validare le transazioni e produrre nuovi blocchi.
2. Delegatori:
 - Staking delegato: i detentori di token possono delegare i propri BNB ai validatori. Ciò aumenta la posta complessiva del validatore e le sue possibilità di essere selezionato per produrre blocchi.
 - Ricompense condivise: i delegatori guadagnano una parte delle ricompense dei validatori, incentivando la partecipazione alla sicurezza e alla decentralizzazione della rete.
3. Candidati:
 - Pool di potenziali validatori: i candidati sono nodi che hanno messo in staking la quantità richiesta di BNB e attendono di diventare validatori attivi. Essi assicurano che vi sia sempre un numero sufficiente di nodi pronti a convalidare, mantenendo la resilienza della rete.
4. Sicurezza economica:
 - Slashing: i validatori possono essere penalizzati per comportamento malevolo o per non aver adempiuto ai propri doveri. Le penalità includono la riduzione di parte dei token messi in staking.

- Costo opportunità: lo staking richiede di bloccare i token BNB, fornendo un incentivo economico ad agire onestamente per evitare perdite.

Commissioni sulla Binance Smart Chain:

1. Commissioni di transazione:
 - Basse commissioni: le transazioni su BSC hanno costi ridotti rispetto ad altre blockchain. Queste commissioni sono pagate in BNB e compensano i validatori.
 - Struttura dinamica: le commissioni variano in base alla congestione della rete e alla complessità delle transazioni, ma restano più basse rispetto alla rete principale Ethereum.
2. Ricompense di blocco:
 - Incentivo per i validatori: oltre alle commissioni di transazione, i validatori guadagnano ricompense di blocco per il loro ruolo nella manutenzione della rete.
3. Commissioni cross-chain:
 - Costi di interoperabilità: le operazioni tra Binance Chain e Binance Smart Chain comportano commissioni minime, favorendo trasferimenti senza interruzioni.
4. Commissioni per smart contract:
 - Le commissioni per il deploy e l'interazione con smart contract su BSC sono pagate in BNB e basate sulle risorse computazionali utilizzate.

La struttura di incentivi di Klaytn include ricompense di blocco e commissioni di transazione distribuite ai *Consensus Nodes* (CN) e a vari fondi di rete, favorendo sicurezza, sostenibilità e sviluppo della comunità.

Meccanismi di incentivo:

1. Ricompense per i Consensus Nodes (CN):
 - Ricompense fisse di blocco: i CN guadagnano ricompense fisse in token KLAY per validare e produrre blocchi.
 - Commissioni di transazione: gli utenti pagano commissioni in KLAY, che vengono distribuite ai CN come ricompense aggiuntive.
2. Distribuzione delle ricompense di blocco:
 - *Governance Council (GC) Reward*: 10% della ricompensa di blocco va al CN che ha proposto il blocco.
 - *GC Staking Award*: 40% viene distribuito tra tutti i membri del consiglio che mettono in staking KLAY.

- *Klaytn Community Fund (KCF)*: 30% va al fondo KCF per sostenere lo sviluppo della comunità e delle dApp.
 - *Klaytn Foundation Fund (KFF)*: 20% è destinato al KFF per la sostenibilità a lungo termine della rete.
3. Commissioni di transazione:
- Gli utenti pagano commissioni in KLAY basate sul consumo di gas e sul prezzo del gas, che vengono distribuite ai CN.

Commissioni applicabili:

Le commissioni di transazione su Klaytn sono pagate in KLAY e calcolate in base al consumo di gas.

La blockchain Ripple XRP utilizza una struttura di incentivi unica, diversa dai modelli PoW o PoS, basata sul *Ripple Protocol Consensus Algorithm (RPCA)*.

Meccanismi di incentivo per garantire le transazioni:

1. **Validatori**: i validatori sulla rete Ripple non ricevono ricompense dirette come nei modelli PoW/PoS. Sono incentivati dall'utilità e dalla stabilità della rete, specialmente le istituzioni finanziarie che beneficiano dell'efficienza di Ripple nei pagamenti transfrontalieri.
2. **Assenza di mining**: poiché Ripple non utilizza il mining, elimina la necessità di calcoli ad alta intensità energetica, garantendo velocità e scalabilità delle transazioni.

Commissioni sulla blockchain Ripple XRP:

1. **Commissioni di transazione**: Ripple applica commissioni minime (frazioni di un XRP, note come "drops") per ogni transazione. Lo scopo di tali commissioni è prevenire spam e sovraccarichi di rete.
2. **Meccanismo di bruciatura**: una parte di ogni commissione di transazione viene bruciata, cioè rimossa permanentemente dalla circolazione. Questo riduce l'offerta complessiva di XRP nel tempo, contribuendo alla stabilità del valore nel lungo periodo.

S.9 Fonti e metodologie di consumo energetico

Il consumo energetico di questo asset è aggregato attraverso molteplici componenti.

Per il calcolo dei consumi energetici viene utilizzato il cosiddetto approccio "bottom-up". I nodi sono considerati il fattore centrale per il consumo energetico della rete. Queste ipotesi si basano su risultati empirici ottenuti tramite siti di informazione pubblici, crawler open-source e crawler sviluppati internamente. I principali determinanti per stimare l'hardware utilizzato nella rete sono i requisiti per l'esecuzione del software client. Il consumo energetico dell'hardware è stato misurato in laboratori di prova certificati. Nel calcolo del consumo energetico abbiamo utilizzato — se disponibile — il *Functionally Fungible Group Digital Token Identifier (FFG DTI)* per determinare tutte le implementazioni dell'asset in questione e aggiorniamo regolarmente le mappature basandoci sui dati della *Digital Token Identifier Foundation*. Le informazioni relative all'hardware utilizzato e al numero di partecipanti nella rete si basano su ipotesi verificate con il massimo impegno mediante dati empirici. In generale, si presume che i partecipanti

siano ampiamente razionali dal punto di vista economico. Come principio di precauzione, formuliamo ipotesi sul lato conservativo in caso di dubbio, ossia effettuando stime più elevate per gli impatti negativi.

Per determinare il consumo energetico di un token, viene prima calcolato il consumo energetico della o delle reti *binance_smart_chain*, *klaytn*. Per il consumo energetico del token, una frazione del consumo energetico della rete viene attribuita al token, determinata in base all'attività del cripto-asset all'interno della rete. Nel calcolo del consumo energetico, viene utilizzato — se disponibile — il *Functionally Fungible Group Digital Token Identifier* (FFG DTI) per determinare tutte le implementazioni dell'asset in esame. Le mappature vengono aggiornate regolarmente, sulla base dei dati della *Digital Token Identifier Foundation*. Le informazioni sull'hardware utilizzato e sul numero di partecipanti nella rete si basano su ipotesi verificate con dati empirici. In generale, si presume che i partecipanti siano ampiamente razionali dal punto di vista economico. Come principio di precauzione, formuliamo ipotesi sul lato conservativo in caso di dubbio, ossia facendo stime più alte per gli impatti negativi.

SKY Governance Token

Informazioni quantitative

| Campo | Valore | Unità |
|---|----------------------|--------|
| S.1 Nome | Conio SRL | / |
| S.2 Identificatore legale rilevante | 8945000EH59XYZHK0B92 | / |
| S.3 Nome del cripto-asset | SKY Governance Token | / |
| S.6 Inizio del periodo di riferimento della comunicazione | 2025-04-21 | / |
| S.7 Fine del periodo di riferimento della comunicazione | 2026-04-21 | / |
| S.8 Consumo energetico | 681,75997 | kWh/ a |

Informazioni qualitative

S.4 Meccanismo di consenso

Il meccanismo di consenso *Proof-of-Stake* (PoS) del cripto-asset, introdotto con The Merge nel 2022, sostituisce il mining con lo staking dei validatori. I validatori devono mettere in staking almeno 32 ETH ogni blocco un validatore è scelto casualmente per proporre il blocco successivo. Una volta proposto, gli altri validatori verificano l'integrità del blocco.

La rete opera con un sistema di slot ed epoch, in cui un nuovo blocco è proposto ogni 12 secondi, e la finalizzazione avviene dopo due epoch (~12,8 minuti) usando Casper-FFG. La Beacon Chain coordina i validatori, mentre la regola di scelta del ramo (*fork-choice rule*, LMD-GHOST) assicura che la catena segua i voti dei validatori accumulati più "pesanti". I validatori guadagnano ricompense per proporre e verificare i blocchi, ma affrontano *slashing* per comportamenti malevoli o inattività. Il PoS mira a

migliorare efficienza energetica, sicurezza e scalabilità, con futuri aggiornamenti come Proto-Danksharding che migliorano l'efficienza delle transazioni.

S.5 Meccanismi di incentivo e commissioni applicabili

Il sistema PoS del cripto-asset protegge le transazioni tramite incentivi per i validatori e penalità economiche. I validatori mettono in staking almeno 32 ETH e guadagnano ricompense per proporre blocchi, attestare quelli validi e partecipare alle *sync committees*. Le ricompense sono pagate in ETH di nuova emissione e in commissioni di transazione.

Ai sensi di EIP-1559, le commissioni di transazione consistono in una *base fee*, che viene bruciata per ridurre l'offerta, e una *priority fee* opzionale (mancia) pagata ai validatori. I validatori affrontano *slashing* se agiscono in modo malevolo e incorrono in penalità per inattività.

Questo sistema mira ad aumentare la sicurezza allineando gli incentivi, rendendo al contempo la struttura delle commissioni del cripto-asset più prevedibile e potenzialmente deflazionistica durante periodi di alta attività della rete.

S.9 Fonti e metodologie di consumo energetico

Il consumo energetico di questo asset è aggregato attraverso molteplici componenti:

Per determinare il consumo energetico di un token, viene innanzitutto calcolato il consumo energetico della(e) rete(i) ethereum. Per il consumo energetico del token, una frazione del consumo energetico della rete è attribuita al token, che è determinata in base all'attività del cripto-asset all'interno della rete. Nel calcolo del consumo energetico, viene utilizzato — se disponibile — il *Functionally Fungible Group Digital Token Identifier* (FFG DTI) per determinare tutte le implementazioni dell'asset in ambito. Le mappature sono aggiornate regolarmente, sulla base dei dati della *Digital Token Identifier Foundation*. Le informazioni riguardo l'hardware utilizzato e il numero di partecipanti nella rete si basano su assunzioni che sono verificate con il massimo sforzo usando dati empirici. In generale, si presume che i partecipanti siano ampiamente razionali dal punto di vista economico. Come principio di precauzione, facciamo assunzioni sul lato conservativo in caso di dubbio, cioè facendo stime più elevate per gli impatti avversi.

Solana SOL

Informazioni quantitative

| Campo | Valore | Unità |
|-------------------------------------|----------------------|-------|
| S.1 Nome | Conio SRL | / |
| S.2 Identificatore legale rilevante | 8945000EH59XYZHK0B92 | / |
| S.3 Nome del cripto-asset | Solana SOL | / |

| | | |
|---|---------------|--------|
| S.6 Inizio del periodo di riferimento della comunicazione | 2024-05-28 | / |
| S.7 Fine del periodo di riferimento della comunicazione | 2025-05-28 | / |
| S.8 Consumo energetico | 6436410.00000 | kWh/ a |
| S.10 Consumo di energia rinnovabile | 27.0081797971 | % |
| S.11 Intensità energetica | 0.00000 | kWh |
| S.12 Emissioni GHG DLT Scope 1 - Controllate | 0.00000 | tCO2e |
| S.13 Emissioni GHG DLT Scope 2 - Acquistate | 2181.10041 | tCO2e |
| S.14 Intensità GHG | 0.00000 | kgCO2e |

Informazioni qualitative

S.4 Meccanismo di consenso

Solana utilizza una combinazione unica di *Proof of History* (PoH) e *Proof of Stake* (PoS) per ottenere un'elevata capacità di elaborazione, bassa latenza e solida sicurezza.

Concetti fondamentali:

1. Proof of History (PoH):
 - Transazioni con marca temporale: PoH è una tecnica crittografica che assegna un timestamp alle transazioni, creando un registro storico che dimostra che un evento è avvenuto in un momento specifico nel tempo.
 - Funzione di ritardo verificabile: PoH utilizza una *Verifiable Delay Function* (VDF) per generare un hash univoco che include la transazione e l'orario in cui è stata elaborata. Questa sequenza di hash fornisce un ordine verificabile degli eventi, consentendo alla rete di concordare in modo efficiente sulla sequenza delle transazioni.
2. Proof of Stake (PoS):
 - Selezione dei validatori: i validatori sono scelti per produrre nuovi blocchi in base al numero di token SOL che hanno messo in staking. Maggiore è la quantità di token messi in staking, maggiore è la probabilità di essere

selezionati per convalidare le transazioni e produrre nuovi blocchi.

- Delegazione: i detentori di token possono delegare i propri token SOL ai validatori, guadagnando ricompense proporzionali alla loro quota e rafforzando la sicurezza della rete.

Processo di consenso:

1. Validazione delle transazioni:
Le transazioni vengono trasmesse alla rete e raccolte dai validatori. Ogni transazione è convalidata per assicurarsi che rispetti i criteri della rete, come firme corrette e fondi sufficienti.
2. Generazione della sequenza PoH:
Un validatore genera una sequenza di hash utilizzando PoH, ognuno contenente un timestamp e l'hash precedente. Questo processo crea un registro storico delle transazioni, stabilendo un orologio crittografico per la rete.
3. Produzione del blocco:
La rete utilizza PoS per selezionare un validatore leader in base alla sua quota di staking. Il leader è responsabile del raggruppamento delle transazioni convalidate in un blocco. Il validatore leader utilizza la sequenza PoH per ordinare le transazioni all'interno del blocco, assicurando che tutte le transazioni vengano elaborate nell'ordine corretto.
4. Consenso e finalizzazione:
Gli altri validatori verificano il blocco prodotto dal validatore leader. Essi controllano la correttezza della sequenza PoH e convalidano le transazioni all'interno del blocco. Una volta verificato, il blocco viene aggiunto alla blockchain. I validatori firmano il blocco, che è quindi considerato finale.

Sicurezza e incentivi economici:

1. Incentivi per i validatori:
 - Ricompense di blocco: i validatori guadagnano ricompense per la produzione e la validazione dei blocchi. Queste ricompense sono distribuite in token SOL e sono proporzionali alla quota e alle prestazioni del validatore.
 - Commissioni di transazione: i validatori guadagnano anche le commissioni di transazione delle transazioni incluse nei blocchi che producono. Queste commissioni offrono un incentivo aggiuntivo per elaborare le transazioni in modo efficiente.
2. Sicurezza:
 - Staking: i validatori devono mettere in staking token SOL per partecipare al processo di consenso. Lo staking funge da garanzia, incentivando i validatori ad agire onestamente. Se un validatore si comporta in modo malevolo o non adempie ai propri doveri, rischia di perdere i token messi in staking.
 - Staking delegato: i detentori di token possono delegare i propri token SOL ai validatori, migliorando la sicurezza e la decentralizzazione della rete. I delegatori condividono le ricompense e sono incentivati a scegliere validatori affidabili.

3. Penalità economiche:

- Slashing: i validatori possono essere penalizzati per comportamenti malevoli, come la doppia firma o la produzione di blocchi non validi. Questa penalità, nota come *slashing*, comporta la perdita di una parte dei token messi in staking, scoraggiando azioni disoneste.

S.5 Meccanismi di incentivo e commissioni applicabili

Solana utilizza una combinazione di *Proof of History* (PoH) e *Proof of Stake* (PoS) per proteggere la propria rete e convalidare le transazioni.

Meccanismi di incentivo:

1. Validatori:

- Ricompense di staking: i validatori sono selezionati in base al numero di token SOL messi in staking. Essi guadagnano ricompense per la produzione e la validazione dei blocchi, distribuite in SOL. Maggiore è la quantità di token messi in staking, maggiore è la probabilità di essere selezionati per validare le transazioni e produrre nuovi blocchi.
- Commissioni di transazione: i validatori guadagnano una parte delle commissioni di transazione pagate dagli utenti per le transazioni incluse nei blocchi. Questo fornisce un ulteriore incentivo economico per elaborare le transazioni in modo efficiente e mantenere l'integrità della rete.

2. Delegatori:

- Staking delegato: i detentori di token che non desiderano gestire un nodo validatore possono delegare i propri token SOL a un validatore. In cambio, i delegatori condividono le ricompense guadagnate dai validatori. Questo incoraggia un'ampia partecipazione alla sicurezza della rete e garantisce la decentralizzazione.

3. Sicurezza economica:

- Slashing: i validatori possono essere penalizzati per comportamenti malevoli, come la produzione di blocchi non validi o l'essere frequentemente offline. Questa penalità, nota come *slashing*, comporta la perdita di una parte dei token messi in staking. Lo *slashing* scoraggia le azioni disoneste e assicura che i validatori agiscano nell'interesse della rete.
- Costo opportunità: mettendo in staking i token SOL, validatori e delegatori bloccano i propri token, che altrimenti potrebbero essere utilizzati o venduti. Questo costo opportunità incentiva i partecipanti ad agire onestamente per guadagnare ricompense ed evitare penalità.

Commissioni applicabili sulla blockchain di Solana:

1. Commissioni di transazione:

- Basse e prevedibili: Solana è progettata per gestire un'elevata capacità di transazioni, mantenendo le commissioni basse e prevedibili. La commissione media per transazione su Solana è significativamente

inferiore rispetto ad altre blockchain come Ethereum.

2. Struttura delle commissioni:

- Le commissioni sono pagate in SOL e vengono utilizzate per compensare i validatori per le risorse impiegate nell'elaborazione delle transazioni, incluse la potenza computazionale e la larghezza di banda della rete.

3. Commissioni di affitto (*rent fees*):

- Archiviazione dello stato: Solana applica commissioni di affitto per l'archiviazione dei dati sulla blockchain. Queste commissioni sono progettate per scoraggiare un uso inefficiente dell'archiviazione e per incoraggiare gli sviluppatori a rimuovere dati inutilizzati. Le *rent fees* aiutano a mantenere l'efficienza e le prestazioni della rete.

4. Commissioni per smart contract:

- Costi di esecuzione: simili alle commissioni di transazione, le commissioni per il deploy e l'interazione con gli smart contract su Solana si basano sulle risorse computazionali richieste. Ciò assicura che gli utenti vengano addebitati proporzionalmente alle risorse che consumano.

S.9 Fonti e metodologie di consumo energetico

Per il calcolo dei consumi energetici viene utilizzato il cosiddetto approccio "bottom-up". I nodi sono considerati il fattore centrale per il consumo energetico della rete. Queste ipotesi si basano su risultati empirici ottenuti tramite l'uso di siti di informazione pubblici, crawler open-source e crawler sviluppati internamente. I principali determinanti per stimare l'hardware utilizzato nella rete sono i requisiti per l'esecuzione del software client. Il consumo energetico dei dispositivi hardware è stato misurato in laboratori di prova certificati.

Nel calcolo del consumo energetico, abbiamo utilizzato — se disponibile — il *Functionally Fungible Group Digital Token Identifier* (FFG DTI) per determinare tutte le implementazioni dell'asset in questione e aggiorniamo regolarmente le mappature basandoci sui dati della *Digital Token Identifier Foundation*. Le informazioni relative all'hardware utilizzato e al numero di partecipanti nella rete si basano su ipotesi che sono verificate con il massimo impegno utilizzando dati empirici. In generale, si presume che i partecipanti siano ampiamente razionali dal punto di vista economico. Come principio di precauzione, formuliamo ipotesi sul lato conservativo in caso di dubbio, ossia facendo stime più elevate per gli impatti negativi.

S.15 Principali fonti e metodologie energetiche

Per determinare la proporzione di utilizzo di energia rinnovabile, le ubicazioni dei nodi devono essere determinate utilizzando siti di informazione pubblici, crawler open-source e crawler sviluppati internamente. Se non sono disponibili informazioni sulla distribuzione geografica dei nodi, si utilizzano reti di riferimento che sono comparabili in termini di struttura di incentivazione e meccanismo di consenso. Queste geo-informazioni sono fuse con informazioni pubbliche provenienti da Our World in Data, vedi citazione. L'intensità è calcolata come il costo energetico marginale rispetto a una transazione in più.

Ember (2025); Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024) – con principali elaborazioni a cura di *Our World in Data*. "Share of electricity generated by renewables – Ember and Energy Institute" [dataset]. Ember, "Yearly Electricity Data Europe"; Ember, "Yearly Electricity Data"; Energy Institute, "Statistical Review of World Energy" [dati originali]. Disponibile su <https://ourworldindata.org/grapher/share-electricity-renewables>

S.16 Principali fonti e metodologie GHG

Per determinare le emissioni di GHG, le ubicazioni dei nodi devono essere determinate utilizzando siti di informazione pubblici, crawler open-source e crawler sviluppati internamente. Se non sono disponibili informazioni sulla distribuzione geografica dei nodi, si utilizzano reti di riferimento che sono comparabili in termini di struttura di incentivazione e meccanismo di consenso. Queste geo-informazioni sono fuse con informazioni pubbliche provenienti da Our World in Data, vedi citazione. L'intensità è calcolata come l'emissione marginale rispetto a una transazione in più.

Ember (2025); Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024) – con principali elaborazioni a cura di *Our World in Data*. "Carbon intensity of electricity generation – Ember and Energy Institute" [dataset]. Ember, "Yearly Electricity Data Europe"; Ember, "Yearly Electricity Data"; Energy Institute, "Statistical Review of World Energy" [dati originali]. Disponibile su <https://ourworldindata.org/grapher/carbon-intensity-electricity> – Licenza: CC BY 4.0.

Stacks

Informazioni quantitative

| Campo | Valori | Unità |
|---|----------------------|--------|
| S.1 Nome | Conio SRL | / |
| S.2 Identificatore legale rilevante | 8945000EH59XYZHK0B92 | / |
| S.3 Nome del cripto-asset | Stacks | / |
| S.6 Inizio del periodo di riferimento della comunicazione | 2024-05-28 | / |
| S.7 Fine del periodo di riferimento della comunicazione | 2025-05-28 | / |
| S.8 Consumo energetico | 9140789.95331 | kWh/ a |
| S.10 Consumo di energia rinnovabile | 24.1347029759 | % |
| S.11 Intensità energetica | 0.01439 | kWh |
| S.12 Emissioni GHG DLT Scope 1 - Controllate | 0.00000 | tCO2e |

| | | |
|---|------------|--------|
| S.13 Emissioni GHG DLT Scope 2 - Acquistate | 3765.96946 | tCO2e |
| S.14 Intensità GHG | 0.00593 | kgCO2e |

Informazioni qualitative

S.4 Meccanismo di consenso

La blockchain Stacks, una soluzione Layer 2 costruita sopra Bitcoin, utilizza un meccanismo di consenso unico chiamato *Proof of Transfer* (PoX). Il PoX è ispirato al *Proof of Work* (PoW) di Bitcoin e sfrutta la sicurezza di Bitcoin ancorando le transazioni di Stacks sulla blockchain di Bitcoin.

Concetti fondamentali del Proof of Transfer (PoX):

1. Riciclo della sicurezza di Bitcoin:
 - Stacks utilizza la potenza di hash e l'energia del PoW di Bitcoin richiedendo ai miner di Stacks di trasferire BTC in cambio del token nativo STX, "riciclando" essenzialmente l'energia di Bitcoin senza ulteriore mining.
 - Le transazioni su Stacks raggiungono la finalità di Bitcoin — sono garantite dall'immutabile blockchain di Bitcoin.
2. Meccanismo di ancoraggio a due livelli (Two-Layered Peg Mechanism):
Stacks introduce un peg decentralizzato e a fiducia minimizzata chiamato *sBTC*, che consente agli asset di muoversi tra Bitcoin e Stacks. Questo peg permette agli smart contract di Stacks di interagire con Bitcoin in modo sicuro e decentralizzato, migliorandone l'utilità e abilitando la DeFi su Bitcoin.
3. Smart contract con linguaggio Clarity:
Stacks supporta Clarity, un linguaggio di smart contract progettato per la prevedibilità e la sicurezza. I contratti Clarity permettono agli sviluppatori di sapere esattamente cosa farà un contratto prima della sua esecuzione, garantendo maggiore sicurezza.
4. Miner e Staker:
I miner trasferiscono BTC per guadagnare nuovi STX conati, garantendo la sicurezza della rete. I detentori di STX (*staker*) sono incentivati a bloccare i token STX, ricevendo in cambio ricompense in BTC.

S.5 Meccanismi di incentivo e commissioni applicabili

La rete Stacks incentiva la sicurezza delle transazioni e la partecipazione alla rete attraverso il suo esclusivo modello di consenso *Proof of Transfer* (PoX), che integra incentivi sia per i miner che per i detentori di STX.

Meccanismi di incentivo per garantire le transazioni:

1. Incentivi per i miner:

- Trasferimenti BTC per ricompense di blocco: i miner di Stacks garantiscono la sicurezza della rete trasferendo Bitcoin (BTC) per competere per l'opportunità di minare un nuovo blocco e guadagnare ricompense in STX. Questo trasferimento di BTC assicura che i miner siano coinvolti nella sicurezza della rete senza consumare ulteriore potenza computazionale.
 - Ricompense in STX di nuova emissione: i miner che riescono a minare un blocco ricevono ricompense in nuovi token STX conati. Questa ricompensa incentiva i miner a continuare a partecipare al mantenimento della sicurezza della rete Stacks.
 - Finalità di Bitcoin: poiché i blocchi di Stacks sono ancorati a Bitcoin, la rete sfrutta la sicurezza di Bitcoin per garantire la finalità, il che significa che una volta confermate su Bitcoin, le transazioni sono considerate immutabili e sicure.
2. Incentivi per i detentori di STX (*Stacking Rewards*):
- Ricompense in BTC per lo *stacking*: i detentori di STX possono partecipare al processo di consenso tramite un meccanismo chiamato *Stacking*. Bloccando temporaneamente i propri token STX, questi partecipanti contribuiscono alla stabilità e alla sicurezza della rete. In cambio, ricevono ricompense in BTC pagate dai miner.
 - Contributo alla decentralizzazione e alla sicurezza: il processo di *Stacking* promuove la decentralizzazione incoraggiando un'ampia partecipazione dei detentori di STX, che aiutano a mantenere la stabilità e la sicurezza della rete. Questo modello riduce la dipendenza da pochi grandi attori e fornisce ricompense economiche per la partecipazione attiva.
3. Meccanismo a due livelli e utilità decentralizzata:
- Utilizzando un meccanismo di *two-way peg*, la rete Stacks consente al BTC di essere trasferito tra Bitcoin e Stacks, abilitando transazioni sicure e decentralizzate. Ciò aumenta l'utilità complessiva della rete, incoraggiando più utenti e sviluppatori a partecipare all'ecosistema.

S.9 Fonti e metodologie di consumo energetico

Per il calcolo dei consumi energetici viene utilizzato il cosiddetto approccio "bottom-up". I nodi sono considerati il fattore centrale per il consumo energetico della rete. Queste ipotesi si basano su risultati empirici ottenuti tramite l'uso di siti di informazione pubblici, crawler open-source e crawler sviluppati internamente. I principali determinanti per stimare l'hardware utilizzato nella rete sono i requisiti per l'esecuzione del software client. Il consumo energetico dei dispositivi hardware è stato misurato in laboratori di prova certificati.

Nel calcolo del consumo energetico, abbiamo utilizzato — se disponibile — il *Functionally Fungible Group Digital Token Identifier* (FFG DTI) per determinare tutte le implementazioni dell'asset in questione e aggiorniamo regolarmente le mappature basandoci sui dati della *Digital Token Identifier Foundation*. Le informazioni relative all'hardware utilizzato e al numero di partecipanti nella rete si basano su ipotesi che sono verificate con il massimo impegno utilizzando dati empirici. In generale, si presume che i partecipanti siano ampiamente razionali dal punto di vista economico. Come principio di precauzione, formuliamo ipotesi sul lato conservativo in caso di dubbio, ossia facendo stime più elevate per gli impatti negativi.

S.15 Principali fonti e metodologie energetiche

Per determinare la proporzione di utilizzo di energia rinnovabile, le ubicazioni dei nodi devono essere determinate utilizzando siti di informazione pubblici, crawler open-source e crawler sviluppati internamente. Se non sono disponibili informazioni sulla distribuzione geografica dei nodi, si utilizzano reti di riferimento che sono comparabili in termini di struttura di incentivazione e meccanismo di consenso. Queste geo-informazioni sono combinate con informazioni pubbliche provenienti da *Our World in Data*, vedi citazione. L'intensità è calcolata come il costo energetico marginale rispetto a una transazione aggiuntiva.

Ember (2025); Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024) – con principali elaborazioni a cura di *Our World in Data*. "Share of electricity generated by renewables – Ember and Energy Institute" [dataset]. Ember, "Yearly Electricity Data Europe"; Ember, "Yearly Electricity Data"; Energy Institute, "Statistical Review of World Energy" [dati originali]. Disponibile su <https://ourworldindata.org/grapher/share-electricity-renewables>

S.16 Principali fonti e metodologie GHG

Per determinare le emissioni di gas serra (GHG), le ubicazioni dei nodi devono essere determinate utilizzando siti di informazione pubblici, crawler open-source e crawler sviluppati internamente. Se non sono disponibili informazioni sulla distribuzione geografica dei nodi, si utilizzano reti di riferimento che sono comparabili in termini di struttura di incentivazione e meccanismo di consenso. Queste geo-informazioni sono combinate con informazioni pubbliche provenienti da *Our World in Data*, vedi citazione. L'intensità è calcolata come l'emissione marginale rispetto a una transazione aggiuntiva.

Ember (2025); Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024) – con principali elaborazioni a cura di *Our World in Data*. "Carbon intensity of electricity generation – Ember and Energy Institute" [dataset]. Ember, "Yearly Electricity Data Europe"; Ember, "Yearly Electricity Data"; Energy Institute, "Statistical Review of World Energy" [dati originali]. Disponibile su <https://ourworldindata.org/grapher/carbon-intensity-electricity> – Licenza: CC BY 4.0.

Uniswap

Informazioni quantitative

| Campo | Valore | Unità |
|---|----------------------|--------|
| S.1 Nome | Conio SRL | / |
| S.2 Identificatore legale rilevante | 8945000EH59XYZHK0B92 | / |
| S.3 Nome del cripto-asset | Uniswap | / |
| S.6 Inizio del periodo di riferimento della comunicazione | 2024-05-28 | / |
| S.7 Fine del periodo di riferimento della comunicazione | 2025-05-28 | / |
| S.8 Consumo energetico | 6734.93098 | kWh/ a |

Informazioni qualitative

S.4 Meccanismo di consenso

Uniswap è presente sulle seguenti reti: Binance Smart Chain ed Ethereum.

La Binance Smart Chain (BSC) utilizza un meccanismo di consenso ibrido chiamato *Proof of Staked Authority* (PoSA), che combina elementi del *Delegated Proof of Stake* (DPoS) e del *Proof of Authority* (PoA). Questo metodo garantisce tempi di blocco rapidi e commissioni basse, mantenendo al contempo un buon livello di decentralizzazione e sicurezza.

Componenti principali:

1. **Validatori (i cosiddetti "Cabinet Members"):**
I validatori su BSC sono responsabili della produzione di nuovi blocchi, della validazione delle transazioni e del mantenimento della sicurezza della rete.
Per diventare validatore, un'entità deve mettere in stake una quantità significativa di BNB (Binance Coin).
I validatori vengono selezionati attraverso un processo di staking e di voto da parte dei detentori di token.
Ci sono 21 validatori attivi in qualsiasi momento, che ruotano periodicamente per garantire decentralizzazione e sicurezza.
2. **Delegatori:**
I detentori di token che non desiderano gestire nodi validatori possono delegare i propri BNB ai validatori.
Questa delega aiuta i validatori ad aumentare il proprio stake e migliora le possibilità di essere selezionati per la produzione dei blocchi.
I delegatori guadagnano una quota delle ricompense ricevute dai validatori, incentivando un'ampia partecipazione alla sicurezza della rete.
3. **Candidati:**
I candidati sono nodi che hanno messo in stake la quantità richiesta di BNB e si trovano nel pool in attesa di diventare validatori attivi.
Essi rappresentano potenziali validatori non ancora attivi, ma che possono essere eletti tramite il voto della comunità.
I candidati svolgono un ruolo cruciale nel garantire che vi sia sempre un numero sufficiente di nodi pronti ad assumere compiti di validazione, mantenendo così la resilienza e la decentralizzazione della rete.
4. **Selezione dei validatori:**
I validatori vengono scelti in base alla quantità di BNB messa in stake e ai voti ricevuti dai delegatori.
Maggiore è lo stake e il numero di voti, più alte sono le possibilità di essere selezionati per validare transazioni e produrre nuovi blocchi.
Il processo di selezione coinvolge sia i validatori attuali sia il pool di candidati, garantendo una rotazione dinamica e sicura dei nodi.
5. **Produzione dei blocchi:**
I validatori selezionati si alternano nella produzione dei blocchi in modo simile al PoA, assicurando che i blocchi vengano generati in modo rapido ed efficiente.
I validatori convalidano le transazioni, le aggiungono a nuovi blocchi e li trasmettono alla rete.
6. **Finalità delle transazioni:**
La BSC ottiene tempi di blocco rapidi (circa 3 secondi) e una finalità quasi immediata grazie al meccanismo PoSA, che consente ai validatori di raggiungere rapidamente il consenso.

Sicurezza e incentivi economici:

7. Staking: I validatori devono mettere in stake una quantità sostanziale di BNB, che funge da garanzia per assicurare un comportamento onesto.

Questa quantità può essere tagliata (*slashed*) in caso di comportamenti malevoli, incentivando i validatori ad agire nell'interesse della rete.

8. Delegazione e ricompense: I delegatori guadagnano ricompense proporzionali al proprio stake presso i validatori, incentivandoli a scegliere validatori affidabili e partecipare alla sicurezza della rete.

9. Commissioni di transazione: La BSC applica commissioni basse, pagate in BNB, rendendo la rete economica per gli utenti.

Queste commissioni vengono raccolte dai validatori come parte delle loro ricompense, motivandoli ulteriormente a convalidare le transazioni in modo accurato ed efficiente.

Il meccanismo di consenso *Proof-of-Stake* (PoS) dell'asset, introdotto con The Merge (2022), sostituisce il mining con lo staking dei validatori.

I validatori devono mettere in stake almeno 32 ETH; a ogni blocco un validatore viene scelto casualmente per proporre il blocco successivo. Gli altri validatori ne verificano poi l'integrità.

La rete opera secondo un sistema di *slot* ed *epoch*, in cui un nuovo blocco viene proposto ogni 12 secondi e la finalizzazione avviene dopo due epoch (~12,8 minuti) utilizzando Casper-FFG.

La Beacon Chain coordina i validatori, mentre la regola di scelta del fork (*LMD-GHOST*) assicura che la catena segua il ramo con il maggior numero di voti accumulati.

I validatori guadagnano ricompense per la proposta e la verifica dei blocchi, ma subiscono *slashing* per comportamento malevolo o inattività. Il PoS mira a migliorare l'efficienza energetica, la sicurezza e la scalabilità, con futuri aggiornamenti come Proto-Danksharding che miglioreranno l'efficienza delle transazioni.

S.5 Meccanismi di incentivo e commissioni applicabili

Uniswap è presente sulle seguenti reti: Binance Smart Chain ed Ethereum.

La Binance Smart Chain (BSC) utilizza il meccanismo di consenso *Proof of Staked Authority* (PoSA) per garantire la sicurezza della rete e incentivare la partecipazione di validatori e delegatori.

Meccanismi di incentivo:

1. Validatori:

- Ricompense da staking: i validatori devono mettere in stake una quantità significativa di BNB per partecipare al processo di consenso.
Guadagnano ricompense sotto forma di commissioni di transazione e ricompense per blocco.
- Processo di selezione: i validatori vengono selezionati in base alla quantità di BNB messa in stake e ai voti ricevuti dai delegatori.

2. Delegatori:

- Staking delegato: i titolari di token possono delegare i propri BNB ai validatori, aumentando lo stake totale di questi ultimi e le loro possibilità di essere selezionati.
- Ricompense condivise: i delegatori ricevono una parte delle ricompense dei validatori, incentivando la partecipazione diffusa e la decentralizzazione.

3. Candidati:

- I candidati sono nodi in attesa di diventare validatori attivi e assicurano che ci sia sempre un pool di nodi pronti per la validazione, garantendo resilienza alla rete.

4. Sicurezza economica:

- Slashing: i validatori possono essere penalizzati per comportamenti malevoli o negligenza, perdendo una parte dei token in staking.
- Costo opportunità: lo staking blocca i token, creando un incentivo economico a comportarsi in modo corretto per evitare perdite.

Commissioni sulla Binance Smart Chain:

1. Commissioni di transazione:

- Commissioni basse: la BSC è nota per le sue basse commissioni rispetto ad altre blockchain. Le commissioni, pagate in BNB, sono fondamentali per il mantenimento della rete e la compensazione dei validatori.
- Struttura dinamica: le commissioni possono variare in base alla congestione e alla complessità delle transazioni, ma restano comunque inferiori a quelle di Ethereum.

2. Ricompense per blocco:

- I validatori guadagnano ricompense per blocco in aggiunta alle commissioni di transazione per il loro ruolo nel mantenimento della rete.

3. Commissioni cross-chain:

- La BSC supporta la compatibilità cross-chain tra Binance Chain e BSC, consentendo trasferimenti di asset con commissioni minime.

4. Commissioni per smart contract:

- L'implementazione e l'interazione con gli smart contract comportano commissioni basate sulle risorse computazionali richieste, pagate in BNB.

Il sistema *Proof-of-Stake (PoS)* dell'asset garantisce la sicurezza delle transazioni tramite incentivi ai validatori e penalità economiche.

I validatori mettono in stake almeno 32 ETH e guadagnano ricompense in ETH di nuova emissione e commissioni di transazione.

Ai sensi dell'EIP-1559, le commissioni sono composte da una base fee, bruciata per ridurre l'offerta, e da una tip, una mancia opzionale pagata ai validatori. I validatori subiscono *slashing* per comportamenti malevoli e penalità per inattività. Questo sistema aumenta la sicurezza allineando gli incentivi e rende la struttura delle commissioni più prevedibile e deflazionistica durante periodi di alta attività.

S.9 Fonti e metodologie di consumo energetico

Il consumo energetico di questo asset è aggregato su più componenti.

Per determinare il consumo energetico di un token, viene innanzitutto calcolato il consumo energetico delle reti Binance Smart Chain ed Ethereum. Per il consumo energetico del token, una frazione del consumo della rete è attribuita al token stesso, in base all'attività del crypto-asset nella rete. Nel calcolo, viene utilizzato — se disponibile — il *Functionally Fungible Group Digital Token Identifier (FFG DTI)* per determinare tutte le implementazioni dell'asset in esame. Le mappature vengono aggiornate regolarmente sulla base dei dati della *Digital Token Identifier Foundation*. Le informazioni relative all'hardware e al numero di partecipanti nella rete si basano su ipotesi verificate tramite dati empirici. In generale, si presume che i partecipanti agiscano in modo razionale dal punto di vista economico. Come principio di precauzione, vengono adottate ipotesi conservative in caso di dubbio, stimando valori più elevati per gli impatti negativi.

USDC

Informazioni quantitative

| Campo | Valore | Unità |
|---|----------------------|--------|
| S.1 Nome | Conio SRL | / |
| S.2 Identificatore legale rilevante | 8945000EH59XYZHK0B92 | / |
| S.3 Nome del crypto-asset | USD Coin | / |
| S.6 Inizio del periodo di riferimento della comunicazione | 2024-05-28 | / |
| S.7 Fine del periodo di riferimento della comunicazione | 2025-05-28 | / |
| S.8 Consumo energetico | 323583.90538 | kWh/ a |

Informazioni qualitative

S.4 Meccanismo di consenso

USD Coin è presente sulle seguenti reti: Algorand, Avalanche, Ethereum, Flow, Hedera Hbar, Solana, Stellar, Tron.

La blockchain Algorand utilizza un meccanismo di consenso denominato *Pure Proof-of-Stake* (PPoS). Il consenso, in questo contesto, descrive il metodo con cui i blocchi vengono selezionati e aggiunti alla blockchain. Algorand impiega una *verifiable random function* (VRF, funzione casuale verificabile) per selezionare i leader che propongono i blocchi per ogni round.

Al momento della proposta del blocco, viene scelta pseudocasualmente una commissione di votanti per valutare la proposta. Se una supermaggioranza di questi voti proviene da partecipanti onesti, il blocco è certificato. Ciò che rende questo algoritmo un *Pure Proof of Stake* è che gli utenti sono scelti per le commissioni in base al numero di *algos* nei loro account. Questo sistema sfrutta la selezione casuale delle commissioni per mantenere alte prestazioni e inclusività all'interno della rete.

Il processo di consenso comprende tre fasi:

1. Propose: un leader propone un nuovo blocco.
2. Soft Vote: una commissione di votanti valuta il blocco proposto.
3. Certify Vote: un'altra commissione certifica il blocco se soddisfa la soglia di onestà richiesta.

La rete blockchain Avalanche impiega un meccanismo di consenso *Proof-of-Stake* unico chiamato *Avalanche Consensus*, che coinvolge tre protocolli interconnessi: Snowball, Snowflake e Avalanche.

Processo di Avalanche Consensus:

1. Protocollo Snowball:
 - Campionamento casuale: ogni validatore campiona casualmente un sottoinsieme piccolo e di dimensione costante di altri validatori.
 - Sondaggi ripetuti: i validatori interrogano ripetutamente i validatori campionati per determinare la transazione preferita.
 - Contatori di confidenza: i validatori mantengono contatori di confidenza per ciascuna transazione, incrementandoli ogni volta che un validatore campionato supporta la loro transazione preferita.
 - Soglia decisionale: una volta che il contatore di confidenza supera una soglia predefinita, la transazione è considerata accettata.
2. Protocollo Snowflake:
 - Decisione binaria: migliora il protocollo Snowball incorporando un processo decisionale binario. I validatori decidono tra due transazioni in conflitto.
 - Confidenza binaria: i contatori di confidenza sono usati per tracciare la decisione binaria preferita.

- Finalità: quando una decisione binaria raggiunge un certo livello di confidenza, diventa finale.
3. Protocollo Avalanche:
 - Struttura DAG: utilizza una struttura *Directed Acyclic Graph* (DAG) per organizzare le transazioni, consentendo l'elaborazione in parallelo e una maggiore capacità.
 - Ordinamento delle transazioni: le transazioni vengono aggiunte al DAG in base alle loro dipendenze, garantendo un ordine coerente.
 - Consenso sul DAG: mentre la maggior parte dei protocolli *Proof-of-Stake* usa un consenso *Byzantine Fault Tolerant* (BFT), *Avalanche* usa l'*Avalanche Consensus*. I validatori raggiungono il consenso sulla struttura e sui contenuti del DAG tramite Snowball e Snowflake ripetuti.

Il meccanismo di consenso *Proof-of-Stake* (PoS) del crypto-asset, introdotto con The Merge nel 2022, sostituisce il mining con lo staking dei validatori. I validatori devono mettere in stake almeno 32 ETH; a ogni blocco un validatore è scelto casualmente per proporre il blocco successivo. Una volta proposto, gli altri validatori verificano l'integrità del blocco.

La rete opera con un sistema di slot ed epoch, in cui un nuovo blocco è proposto ogni 12 secondi, e la finalizzazione avviene dopo due epoch (~12,8 minuti) usando Casper-FFG. La Beacon Chain coordina i validatori, mentre la regola di scelta del fork (LMD-GHOST) assicura che la catena segua i voti dei validatori con il maggior peso accumulato. I validatori guadagnano ricompense per proporre e verificare blocchi, ma subiscono *slashing* per comportamento malevolo o inattività. Il PoS mira a migliorare efficienza energetica, sicurezza e scalabilità, con futuri aggiornamenti come il Proto-Danksharding che migliorano l'efficienza delle transazioni.

Flow impiega un modello *Proof of Stake* (PoS) con un'architettura a ruoli multipli per i nodi e il protocollo *HotStuff Byzantine Fault Tolerant* (BFT) per ottenere alta capacità, scalabilità e finalità rapida.

Componenti principali del consenso di Flow:

1. Proof of Stake con architettura a ruoli multipli:
Ruoli di nodo specializzati: il modello PoS di Flow presenta un'architettura multi-nodo in cui i ruoli sono suddivisi tra diversi tipi di nodi specializzati, ciascuno responsabile di compiti specifici. Questa separazione aumenta la scalabilità permettendo ai nodi di concentrarsi su operazioni particolari, con conseguente elaborazione efficiente delle transazioni e alta capacità.
2. Algoritmo di consenso HotStuff:
 - Ottimizzato per alta capacità e finalità rapida: Flow utilizza una versione ottimizzata del protocollo HotStuff, progettato per supportare transazioni ad alta velocità e bassa latenza essenziali per la blockchain orientata alle prestazioni di Flow.
 - Conformità BFT: HotStuff è un protocollo BFT, che consente di tollerare fino a un terzo dei nodi malevoli senza compromettere la sicurezza della rete. Questa resilienza assicura che la rete rimanga sicura e funzionale anche in presenza di guasti o nodi disonesti.
3. Proposta di blocchi basata su leader:

- Nodi leader e replica: HotStuff opera con un approccio basato su leader, in cui un nodo leader designato propone nuovi blocchi e gli altri nodi (repliche) li convalidano. Questo metodo semplifica il processo di consenso, riducendo la complessità e migliorando l'efficienza.
- Meccanismo di rotazione del leader: per prevenire la centralizzazione e migliorare la tolleranza ai guasti, HotStuff incorpora un sistema di rotazione del leader, sostituendolo se diventa non reattivo o si comporta in modo malevolo. Questa rotazione garantisce affidabilità continua della rete e minimizza i tempi di inattività.

Hedera Hashgraph opera con un algoritmo di consenso Hashgraph unico, un sistema DAG (grafo aciclico diretto) che si discosta dalla tecnologia blockchain tradizionale. Utilizza una *Asynchronous Byzantine Fault Tolerance* (aBFT) per proteggere la rete.

Componenti principali:

1. Consenso Hashgraph e aBFT:
Il meccanismo di consenso di Hedera Hashgraph raggiunge l'aBFT, che consente alla rete di tollerare nodi malevoli senza compromettere la sicurezza, garantendo alti livelli di tolleranza ai guasti e stabilità.
2. Protocollo "Gossip about Gossip":
La rete impiega un protocollo "Gossip about Gossip", in cui i nodi condividono informazioni sulle transazioni insieme ai dettagli dei precedenti eventi di *gossip*. Questo processo consente a ciascun nodo di apprendere rapidamente l'intero stato della rete, migliorando l'efficienza della comunicazione e riducendo al minimo la latenza.
3. Voto virtuale:
Hedera non si basa su miner o *staker* tradizionali. Invece, utilizza il voto virtuale, in cui i nodi raggiungono il consenso analizzando la storia del *gossip* e simulando i voti in base all'ordine e alla frequenza delle transazioni ricevute. Il voto virtuale elimina la necessità di messaggi di voto reali, riducendo la congestione della rete e accelerando il consenso.
4. Finalità deterministica:
Una volta raggiunto il consenso, le transazioni ottengono finalità deterministica istantaneamente, diventando irreversibili e confermate in pochi secondi. Questa caratteristica è ideale per applicazioni che necessitano di conferme rapide e irreversibili.
5. Staking per la sicurezza della rete:
Hedera incorpora lo staking per rafforzare la sicurezza della rete. I detentori di HBAR possono mettere in stake i loro token per supportare i nodi validatori, contribuendo alla resilienza della rete e incoraggiando un impegno a lungo termine nelle operazioni di consenso.

Solana utilizza una combinazione unica di *Proof of History* (PoH) e *Proof of Stake* (PoS) per ottenere alta capacità, bassa latenza e solida sicurezza.

Concetti chiave:

1. Proof of History (PoH):
 - Transazioni con timestamp: PoH è una tecnica crittografica che appone marcature temporali alle transazioni, creando un registro storico che dimostra che un evento è avvenuto in un momento specifico.

- Verifiable Delay Function: PoH utilizza una *Verifiable Delay Function* (VDF) per generare un hash unico che include la transazione e l'istante in cui è stata elaborata. Questa sequenza di hash fornisce un ordine di eventi verificabile, permettendo alla rete di concordare in modo efficiente sulla sequenza delle transazioni.
2. Proof of Stake (PoS):
 - Selezione dei validatori: i validatori sono scelti per produrre nuovi blocchi in base al numero di token SOL messi in stake. Maggiore è lo stake, più alta è la probabilità di essere selezionati per convalidare transazioni e produrre nuovi blocchi.
 - Delegazione: i detentori di token possono delegare i loro SOL ai validatori, guadagnando ricompense proporzionali al loro stake e migliorando la sicurezza della rete.

Processo di consenso:

1. Validazione delle transazioni:
Le transazioni sono trasmesse alla rete e raccolte dai validatori. Ogni transazione è convalidata per assicurare che rispetti i criteri della rete, come firme corrette e fondi sufficienti.
2. Generazione della sequenza PoH:
Un validatore genera una sequenza di hash usando PoH, ciascuno contenente un timestamp e l'hash precedente. Questo crea un registro storico delle transazioni, stabilendo un "orologio" crittografico per la rete.
3. Produzione dei blocchi:
La rete usa il PoS per selezionare un validatore leader in base allo stake. Il leader è responsabile dell'aggregazione delle transazioni convalidate in un blocco. Il leader usa la sequenza PoH per ordinare le transazioni nel blocco, assicurando che siano elaborate nell'ordine corretto.
4. Consenso e finalizzazione:
Gli altri validatori verificano il blocco prodotto dal leader. Controllano la correttezza della sequenza PoH e convalidano le transazioni nel blocco. Una volta verificato, il blocco viene aggiunto alla blockchain. I validatori firmano il blocco, che è considerato finalizzato.

Sicurezza e incentivi economici:

1. Incentivi per i validatori:
 - Ricompense per blocco: i validatori guadagnano ricompense per la produzione e la validazione dei blocchi. Queste ricompense sono distribuite in SOL e sono proporzionali allo stake e alle prestazioni del validatore.
 - Commissioni di transazione: i validatori guadagnano anche le commissioni delle transazioni incluse nei blocchi che producono. Queste commissioni forniscono un ulteriore incentivo a elaborare le transazioni in modo efficiente.
2. Sicurezza:
 - Staking: i validatori devono mettere in stake token SOL per partecipare al consenso. Questo staking funge da garanzia, incentivando un comportamento onesto. In caso di comportamento malevolo o di scarse prestazioni, rischiano di

perdere i token messi in stake.

- Staking delegato: i detentori di token possono delegare i loro SOL ai validatori, migliorando la sicurezza e la decentralizzazione della rete. I deleganti condividono le ricompense e sono incentivati a scegliere validatori affidabili.
3. Penalità economiche:
- Slashing*: i validatori possono essere penalizzati per comportamenti malevoli, come la doppia firma o la produzione di blocchi non validi. Questa penalità, nota come *slashing*, comporta la perdita di una parte dei token messi in stake, scoraggiando azioni disoneste.

Stellar utilizza un meccanismo di consenso unico noto come *Stellar Consensus Protocol (SCP)*.

Concetti chiave:

1. Federated Byzantine Agreement (FBA):
 - SCP è costruito sui principi della *Federated Byzantine Agreement (FBA)*, che consente un consenso decentralizzato e senza leader, senza la necessità di un sistema chiuso di partecipanti fidati.
 - Quorum slices: ogni nodo nella rete seleziona un insieme di altri nodi (quorum slice) di cui si fida. Il consenso è raggiunto quando queste *slice* si sovrappongono e concordano collettivamente sullo stato delle transazioni.
2. Nodi e validatori:
 - Nodi: i nodi che eseguono il software Stellar partecipano alla rete convalidando le transazioni e mantenendo il registro.
 - Validatori: nodi responsabili della convalida delle transazioni e del raggiungimento del consenso sullo stato del registro.
3. Processo di consenso:
 - Validazione delle transazioni: le transazioni sono inviate alla rete e i nodi le convalidano in base a regole predefinite, come saldi sufficienti e firme valide.
4. Fase di nomina:
 - Nomina: i nodi nominano valori (transazioni proposte) che ritengono debbano essere inclusi nel prossimo registro. I nodi comunicano le loro nomine alle rispettive *quorum slices*.
 - Accordo sulle nomine: i nodi votano sui valori nominati e, attraverso un processo di voto e accordo federato, emerge un insieme di valori candidati. Questa fase continua finché i nodi non concordano su un singolo valore o su un insieme di valori.
5. Ballot Protocol (voto e accettazione):
 - Balloting: i valori concordati nella fase di nomina vengono inseriti in *ballot*. Ogni *ballot* attraversa più round di voto, in cui i nodi votano per accettare o rifiutare i valori proposti.

- Voto federato: i nodi scambiano voti all'interno delle loro *quorum slices* e, se un valore riceve voti sufficienti attraverso slice sovrapposte, passa alla fase successiva.
 - Accettazione e conferma: se un valore accumula abbastanza voti attraverso più fasi (prepare, confirm, externalize), viene accettato ed esternalizzato come il prossimo stato del registro.
6. Aggiornamento del registro:
Una volta raggiunto il consenso, le nuove transazioni sono registrate nel *ledger*. I nodi aggiornano le proprie copie del registro per riflettere il nuovo stato.
Sicurezza e incentivi economici
 7. Fiducia e quorum slices:
I nodi sono liberi di scegliere le proprie *quorum slices*, il che fornisce flessibilità e decentralizzazione. La natura sovrapposta delle *slice* assicura che la rete possa raggiungere il consenso anche se alcuni nodi sono difettosi o malevoli.
 8. Stabilità e sicurezza:
SCP assicura che la rete possa raggiungere il consenso in modo efficiente senza fare affidamento su processi di mining ad alta intensità energetica. Questo rende il sistema ecologico e adatto ad applicazioni ad alto throughput.
 9. Meccanismi di incentivo:
A differenza dei sistemi PoW o PoS, Stellar non si affida a incentivi economici diretti come le ricompense di mining. Invece, la rete incentiva la partecipazione attraverso il valore intrinseco del mantenimento di una rete di pagamenti sicura, efficiente e affidabile.

La blockchain Tron opera con un meccanismo di consenso *Delegated Proof of Stake* (DPoS), progettato per migliorare scalabilità, velocità delle transazioni ed efficienza energetica.

Componenti principali:

1. Delegated Proof of Stake (DPoS): Tron utilizza il DPoS, in cui i detentori di token votano per un gruppo di delegati noti come *Super Representatives* (SR) che sono responsabili della validazione delle transazioni e della produzione di nuovi blocchi sulla rete. I detentori di token possono votare per gli SR in base al loro stake nella rete Tron, e i primi 27 SR (o più, a seconda della versione del protocollo) sono selezionati per partecipare al processo di produzione dei blocchi. Gli SR si alternano nella produzione dei blocchi, che vengono aggiunti alla blockchain. Ciò avviene su base rotazionale per garantire la decentralizzazione e prevenire il controllo da parte di un piccolo gruppo di validatori.
2. Produzione dei blocchi: i *Super Representatives* generano nuovi blocchi e confermano le transazioni. La blockchain Tron raggiunge una finalità rapida, con produzione di blocchi ogni 3 secondi, risultando altamente efficiente e capace di elaborare migliaia di transazioni al secondo.
3. Voto e governance: il sistema DPoS di Tron permette anche ai detentori di token di votare su decisioni importanti della rete, come aggiornamenti del protocollo e modifiche ai parametri del sistema. Il potere di voto è proporzionale alla quantità di TRX (il token nativo di Tron) che un utente detiene e decide di mettere in stake. Questo fornisce un sistema di governance in cui la comunità può partecipare attivamente al processo decisionale.
4. Super Representatives: i *Super Representatives* svolgono un ruolo cruciale nel mantenimento della sicurezza e stabilità della blockchain Tron. Sono responsabili di convalidare le transazioni, proporre nuovi blocchi e garantire la funzionalità

complessiva della rete. Gli SR sono incentivati con ricompense per blocco (nuovi token TRX) e commissioni di transazione per il loro lavoro.

S.5 Meccanismi di incentivo e commissioni applicabili

USD Coin è presente sulle seguenti reti: Algorand, Avalanche, Ethereum, Flow, Hedera Hbar, Solana, Stellar, Tron.

Il meccanismo di consenso di Algorand, *Pure Proof-of-Stake* (PPoS), si basa sulla partecipazione dei detentori di token (staker) per garantire la sicurezza e l'integrità della rete:

1. Ricompense di partecipazione:
 - Ricompense da staking: gli utenti che partecipano al protocollo di consenso mettendo in stake i token ALGO guadagnano ricompense. Queste ricompense sono distribuite periodicamente e sono proporzionali alla quantità di ALGO in stake. Ciò incentiva gli utenti a detenere e mettere in stake i propri token, contribuendo a sicurezza e stabilità della rete.
 - Ricompense per i nodi di partecipazione: i validatori, noti anche come *participation nodes*, sono responsabili di proporre e votare i blocchi. Questi nodi ricevono ricompense aggiuntive per il loro ruolo attivo nel mantenere la rete.
2. Commissioni di transazione:
 - Modello a commissione fissa: Algorand impiega un modello a commissione fissa per le transazioni, che garantisce prevedibilità e semplicità. La commissione standard di transazione su Algorand è molto bassa (circa 0,001 ALGO per transazione). Queste commissioni sono pagate dagli utenti per far elaborare le loro transazioni e includerle in un blocco.
 - Redistribuzione delle commissioni: le commissioni di transazione raccolte sono redistribuite ai partecipanti della rete. Ciò include staker e validatori, incentivando ulteriormente la loro partecipazione e assicurando un funzionamento continuo della rete.
3. Sicurezza economica:

Blocco dei token: per partecipare al meccanismo di consenso, gli utenti devono bloccare i loro token ALGO. Questa posta economica funge da deposito di sicurezza che può essere tagliato (*slashed*) se il partecipante agisce in modo malevolo. La potenziale perdita dei token in stake scoraggia comportamenti disonesti e aiuta a mantenere l'integrità della rete.

Commissioni sulla blockchain Algorand

1. Commissioni di transazione:

Algorand utilizza un modello a commissione fissa. La commissione standard attuale è 0,001 ALGO per transazione. Questa commissione è minima rispetto ad altre reti blockchain, assicurando accessibilità e convenienza.
2. Commissioni di esecuzione degli smart contract:

Le commissioni per l'esecuzione degli smart contract su Algorand sono anch'esse progettate per essere basse. Tali commissioni si basano sulle risorse computazionali richieste per eseguire il contratto, assicurando che gli utenti paghino

solo per le risorse effettivamente consumate.

3. Commissioni per la creazione di asset:
La creazione di nuovi asset (token) sulla blockchain Algorand comporta una piccola commissione. Questa commissione è necessaria per prevenire lo *spam* e garantire che vengano creati e mantenuti solo asset genuini sulla rete.

Avalanche utilizza un meccanismo di consenso noto come *Avalanche Consensus*, che si basa su una combinazione di validatori, staking e un approccio innovativo al consenso per garantire sicurezza e integrità della rete.

1. Validatori:

Staking: i validatori sulla rete Avalanche devono mettere in stake token AVAX. L'importo in stake influenza la probabilità di essere selezionati per proporre o convalidare nuovi blocchi.

Ricompense: i validatori guadagnano ricompense per la loro partecipazione al processo di consenso. Queste ricompense sono proporzionali alla quantità di AVAX in stake e al loro *uptime* e alle prestazioni nella validazione delle transazioni.

Delegazione: i validatori possono anche accettare deleghe da altri detentori di token. I deleganti condividono le ricompense in base all'importo delegato, incentivando i piccoli detentori a partecipare indirettamente alla sicurezza della rete.

2. Incentivi economici:

Ricompense per blocco: i validatori ricevono ricompense per blocco per proporre e convalidare blocchi. Queste ricompense sono distribuite dall'emissione inflazionistica della rete di token AVAX.

Commissioni di transazione: i validatori guadagnano anche una parte delle commissioni di transazione pagate dagli utenti. Questo include commissioni per transazioni semplici, interazioni con smart contract e creazione di nuovi asset sulla rete.

3. Sanzioni:

- Slashing: a differenza di alcuni altri sistemi PoS, Avalanche non impiega lo *slashing* (cioè la confisca dei token in stake) come penalità per comportamenti scorretti. Invece, la rete si affida al disincentivo finanziario della perdita di ricompense future per i validatori che non sono costantemente online o che agiscono in modo malevolo.
- Requisiti di disponibilità: i validatori devono mantenere un alto livello di *uptime* e convalidare correttamente le transazioni per continuare a guadagnare ricompense. Prestazioni scarse o azioni malevole comportano la perdita di ricompense, fornendo un forte incentivo economico ad agire onestamente.

Commissioni sulla blockchain Avalanche

1. Commissioni di transazione:
 - Commissioni dinamiche: le commissioni su Avalanche sono dinamiche, variando in base alla domanda di rete e alla complessità delle transazioni. Ciò assicura che le commissioni rimangano eque e proporzionali all'utilizzo della rete.
 - Bruciatura delle commissioni: una parte delle commissioni di transazione viene bruciata, rimuovendola permanentemente dalla circolazione. Questo meccanismo deflazionistico aiuta a bilanciare l'inflazione dovuta alle

ricompense per blocco e può incentivare i detentori aumentando potenzialmente il valore di AVAX nel tempo.

2. Commissioni per smart contract:
Costi di esecuzione: le commissioni per il deploy e l'interazione con gli smart contract sono determinate dalle risorse computazionali richieste. Queste commissioni assicurano che la rete rimanga efficiente e che le risorse siano utilizzate responsabilmente.
3. Commissioni di creazione asset:
Creazione di nuovi asset: sono previste commissioni per la creazione di nuovi asset (token) sulla rete Avalanche. Queste commissioni contribuiscono a prevenire lo *spam* e a garantire che solo progetti seri utilizzino le risorse della rete.

Il sistema PoS del cripto-asset garantisce le transazioni tramite incentivi ai validatori e penalità economiche. I validatori mettono in stake almeno 32 ETH e guadagnano ricompense per proporre blocchi, attestare quelli validi e partecipare ai *sync committees*. Le ricompense sono pagate in ETH di nuova emissione e in commissioni di transazione.

Ai sensi dell'EIP-1559, le commissioni di transazione comprendono una *base fee*, che viene bruciata per ridurre l'offerta, e una *priority fee* opzionale (tip) pagata ai validatori. I validatori sono soggetti a *slashing* se agiscono in modo malevolo e subiscono penalità per inattività.

Questo sistema mira a incrementare la sicurezza allineando gli incentivi, rendendo al contempo la struttura delle commissioni più prevedibile e deflazionistica durante periodi di elevata attività della rete.

Il modello di incentivi di Flow ricompensa i nodi validatori, supporta la crescita dell'ecosistema e mantiene commissioni accessibili per sviluppatori e utenti.

Meccanismi di incentivo:

1. Ricompense da staking per nodi specializzati:
Ricompense basate sul ruolo: i validatori guadagnano token Flow in base ai loro ruoli specifici e ai contributi all'interno dell'architettura multi-nodo, allineando le ricompense alle responsabilità di ciascun nodo per incoraggiare una partecipazione bilanciata ed efficace alla rete.
2. Commissioni di transazione:
Commissioni stabili e orientate al consumatore: la struttura delle commissioni di Flow è progettata per la prevedibilità, mantenendo i costi stabili per sviluppatori e utenti. Le commissioni si basano sulla complessità della transazione e forniscono un flusso di entrate continuo per i validatori.
3. Penalità per comportamenti scorretti:
Sanzioni per *downtime* o comportamento malevolo: per mantenere la stabilità della rete, Flow impone penalità ai validatori per *misbehavior* o inattività. Questo incentiva una partecipazione valida di alta qualità e assicura prestazioni costanti.
4. Supporto all'ecosistema e agli sviluppatori:
Quota dedicata di commissioni e ricompense: una parte delle commissioni e delle ricompense di Flow è allocata a iniziative per sviluppatori, crescita dell'ecosistema e coinvolgimento della comunità. Questo investimento stimola l'innovazione, sostiene la salute a lungo termine della rete e allinea gli incentivi per lo sviluppo dell'ecosistema.

Hedera Hashgraph incentiva la partecipazione alla rete tramite commissioni di transazione e ricompense da staking, con un modello di commissioni strutturato e prevedibile pensato per l'uso enterprise.

Meccanismi di incentivo:

1. Ricompense da staking per i nodi:
 - Ricompense HBAR per gli operatori di nodo: gli operatori guadagnano HBAR per fornire sicurezza alla rete ed elaborare le transazioni, incentivandoli ad agire onestamente e a sostenere la stabilità della rete.
 - Staking da parte degli utenti: i detentori di HBAR possono mettere in stake i propri token per supportare i nodi. Le ricompense da staking offrono un incentivo aggiuntivo ai detentori per partecipare alle operazioni della rete, sebbene la struttura possa evolvere con la crescita della rete.
2. Ricompense basate sui servizi dei nodi:

I nodi ricevono ricompense in base ai servizi specifici che forniscono alla rete, come:

 - Consensus Services: raggiungimento del consenso e mantenimento dell'ordine delle transazioni.
 - File Storage: archiviazione dei dati sulla rete Hedera.
 - Elaborazione di smart contract: supporto all'esecuzione di contratti per applicazioni decentralizzate.

Commissioni applicabili:

1. Commissioni di transazione prevedibili: la struttura delle commissioni di Hedera è fissa e prevedibile, garantendo costi trasparenti per gli utenti e risultando attraente per applicazioni di livello enterprise. Le commissioni sono pagate in HBAR e progettate per essere stabili, facilitando la pianificazione dei costi.
2. Allocazione delle commissioni: tutte le commissioni di transazione raccolte in HBAR sono distribuite ai nodi della rete come ricompense, rafforzando il loro ruolo nel mantenere l'integrità della rete e l'elaborazione efficiente delle transazioni.

Solana utilizza una combinazione di PoH e PoS per proteggere la rete e convalidare le transazioni.

Meccanismi di incentivo:

1. Validatori:
 - Ricompense da staking: i validatori sono scelti in base al numero di SOL messi in stake. Guadagnano ricompense per la produzione e la validazione dei blocchi, distribuite in SOL. Maggiore è lo stake, più alte sono le probabilità di essere selezionati per convalidare e produrre blocchi.
 - Commissioni di transazione: i validatori guadagnano una parte delle commissioni pagate dagli utenti per le transazioni incluse nei blocchi, fornendo un ulteriore incentivo a mantenere integrità ed efficienza.

2. Delegatori:

- Staking delegato: i detentori che non desiderano gestire un nodo validatore possono delegare i propri SOL a un validatore. In cambio, condividono le ricompense guadagnate dai validatori, favorendo un'ampia partecipazione e la decentralizzazione.

3. Sicurezza economica:

- Slashing: i validatori possono essere penalizzati per comportamenti malevoli, come produrre blocchi non validi o essere frequentemente offline. Lo *slashing* comporta la perdita di una parte dei token in stake, scoraggiando azioni disoneste.
- Costo opportunità: mettendo in stake SOL, validatori e delegatori bloccano i token, che altrimenti potrebbero essere usati o venduti. Questo costo opportunità incentiva comportamenti onesti per guadagnare ricompense ed evitare penalità.

Commissioni applicabili sulla blockchain Solana

Commissioni di transazione:

1. Commissioni basse e prevedibili: Solana è progettata per gestire un elevato throughput, che contribuisce a mantenere le commissioni basse e prevedibili. La commissione media è significativamente inferiore rispetto ad altre blockchain come Ethereum.
2. Struttura delle commissioni: le commissioni sono pagate in SOL e compensano i validatori per le risorse impiegate nell'elaborazione, inclusa potenza computazionale e banda di rete.
3. Commissioni di *rent*:
Archiviazione dello stato: Solana addebita commissioni di *rent* per l'archiviazione dei dati sulla blockchain. Queste commissioni scoraggiano un uso inefficiente dello stato e incoraggiano gli sviluppatori a ripulire lo stato non utilizzato, aiutando a mantenere efficienza e prestazioni.
4. Commissioni per smart contract:
Costi di esecuzione: analogamente alle commissioni di transazione, le commissioni per il deploy e l'interazione con gli smart contract si basano sulle risorse computazionali richieste, assicurando che gli utenti paghino in modo proporzionato.

Il meccanismo di consenso di Stellar, lo *Stellar Consensus Protocol (SCP)*, è progettato per ottenere una validazione delle transazioni decentralizzata e sicura tramite un modello di *federated Byzantine agreement (FBA)*. A differenza dei sistemi PoW o PoS, Stellar non si basa su incentivi economici diretti come ricompense di mining. Invece, assicura sicurezza e validazione tramite meccanismi intrinseci di rete e commissioni di transazione.

Meccanismi di incentivo:

1. Quorum slices e fiducia:

- Quorum slices: ogni nodo nella rete Stellar seleziona altri nodi di cui si fida per formare una *quorum slice*. Il consenso è raggiunto tramite l'intersezione di queste *slice*, creando una rete di fiducia robusta e decentralizzata.
 - Voto federato: i nodi comunicano i propri voti all'interno delle *quorum slices* e, attraverso più round di voto federato, concordano sullo stato delle transazioni. Questo assicura che, anche se alcuni nodi sono compromessi, la rete possa comunque raggiungere il consenso in modo sicuro.
2. Valore intrinseco e partecipazione:
- Valore della rete: il valore intrinseco di partecipare a una rete di pagamenti sicura, efficiente e affidabile incentiva i nodi ad agire onestamente e a mantenere la sicurezza della rete. Organizzazioni e individui che gestiscono nodi beneficiano della funzionalità della rete e della capacità di facilitare transazioni.
 - Decentralizzazione: consentendo ai nodi di scegliere le proprie *quorum slices*, Stellar promuove la decentralizzazione, riducendo il rischio di punti di fallimento centrali e rendendo la rete più resiliente.
Commissioni sulla blockchain Stellar
3. Commissioni di transazione:
- Struttura a tariffa fissa: ogni transazione sulla rete Stellar comporta una commissione fissa di 0,00001 XLM (nota come *base fee*). Questa struttura bassa e prevedibile rende Stellar adatto a micropagamenti e transazioni ad alto volume.
 - Prevenzione dello spam: la commissione funge da deterrente contro gli attacchi di spam. Richiedendo una piccola commissione per transazione, Stellar assicura che la rete rimanga efficiente e che le risorse non vengano sprecate in transazioni malevole o futili.
4. Costi operativi:
Commissioni minime: le commissioni minime non solo prevengono lo spam, ma coprono anche i costi operativi della rete, assicurando sostenibilità senza gravare sugli utenti.
5. Requisiti di riserva:
- Riserve di account: per creare un nuovo account sulla rete Stellar è richiesto un saldo minimo di 1 XLM. Questa riserva previene la creazione di un numero eccessivo di account, proteggendo la rete dallo spam e assicurando un uso efficiente delle risorse.
 - Riserve per *trustline* e *offer*: esistono riserve aggiuntive per creare *trustline* e *offer* sul DEX decentralizzato di Stellar, aiutando a mantenere l'integrità della rete e a prevenire abusi.

La blockchain Tron utilizza un meccanismo DPoS per proteggere la rete e incentivare la partecipazione.

Meccanismo di incentivo:

1. Ricompense per i Super Representatives (SR):
 - Ricompense per blocco: i Super Representatives (SR), eletti dai detentori di TRX, sono ricompensati per la produzione dei blocchi. Ogni blocco prodotto comporta una ricompensa in TRX.

- Commissioni di transazione: oltre alle ricompense per blocco, gli SR ricevono commissioni di transazione per la convalida e l'inclusione delle transazioni nei blocchi, assicurando l'incentivo a elaborare in modo efficiente.
2. Voto e delega:
 - Staking di TRX: i detentori possono mettere in stake i propri token e votare per gli SR. Quando votano, delegano il proprio potere di voto agli SR, permettendo loro di guadagnare ricompense in TRX di nuova emissione.
 - Ricompense per i deleganti: i detentori che delegano i propri voti a un SR possono ricevere una quota delle ricompense. Ciò significa che i deleganti condividono le ricompense per blocco e le commissioni di transazione guadagnate dall'SR.
 - Incentivo alla partecipazione: più token un utente mette in stake, maggiore è il potere di voto, il che incoraggia la partecipazione alla governance e alla sicurezza della rete.
 3. Incentivo per gli SR:

Gli SR sono incentivati a mantenere la salute e le prestazioni della rete. La loro reputazione e la rielezione dipendono dalla capacità di produrre blocchi in modo coerente e di elaborare le transazioni in modo efficiente.

Commissioni applicabili:

1. Commissioni di transazione:
 - Calcolo delle commissioni: gli utenti devono pagare commissioni per far elaborare le proprie transazioni. La commissione varia in base alla complessità della transazione e alla domanda di rete corrente. È pagata in TRX.
 - Distribuzione delle commissioni: le commissioni sono distribuite ai Super Representatives (SR), fornendo un flusso di entrate per mantenere e sostenere la rete.
2. Commissioni di archiviazione:

Tron addebita commissioni per l'archiviazione dei dati sulla blockchain, inclusi smart contract, token e altri dati. Gli utenti devono pagare queste commissioni in TRX per archiviare i dati.
3. Energia e banda:

Energia: Tron utilizza un modello di risorse che consente agli utenti di accedere a risorse di rete come banda ed energia tramite staking. Gli utenti che mettono in stake i propri TRX ricevono energia.

S.9 Fonti e metodologie di consumo energetico

Il consumo energetico di questo asset è aggregato su più componenti:

Per determinare il consumo energetico di un token, viene innanzitutto calcolato il consumo energetico delle reti algorand, avalanche, ethereum, flow, hedera_hbar, solana, stellar, tron. Per il consumo energetico del token, una frazione del consumo energetico della rete è attribuita al token, determinata sulla base dell'attività del cripto-asset all'interno della rete. Nel calcolo del consumo energetico, viene utilizzato — se disponibile — il *Functionally Fungible Group Digital Token Identifier* (FFG DTI) per determinare tutte le implementazioni dell'asset in scope. Le mappature sono aggiornate regolarmente, sulla base dei dati della *Digital Token Identifier Foundation*. Le informazioni riguardanti l'hardware utilizzato e il numero di partecipanti nella rete si basano

su ipotesi verificate al meglio tramite dati empirici. In generale, si presume che i partecipanti siano ampiamente razionali dal punto di vista economico. Come principio di precauzione, in caso di dubbio adottiamo ipotesi sul lato conservativo, cioè stime più alte per gli impatti avversi.

