

### 7 Wonders Duel

7 Wonders Duel (7WD) è un gioco per due giocatori pubblicato nel 2015, ispirato a 7 Wonders. È fra i giochi più popolari di Board Game Arena (BGA), con una grande comunità di appassionati e numerose discussioni e analisi sulle strategie di gioco.

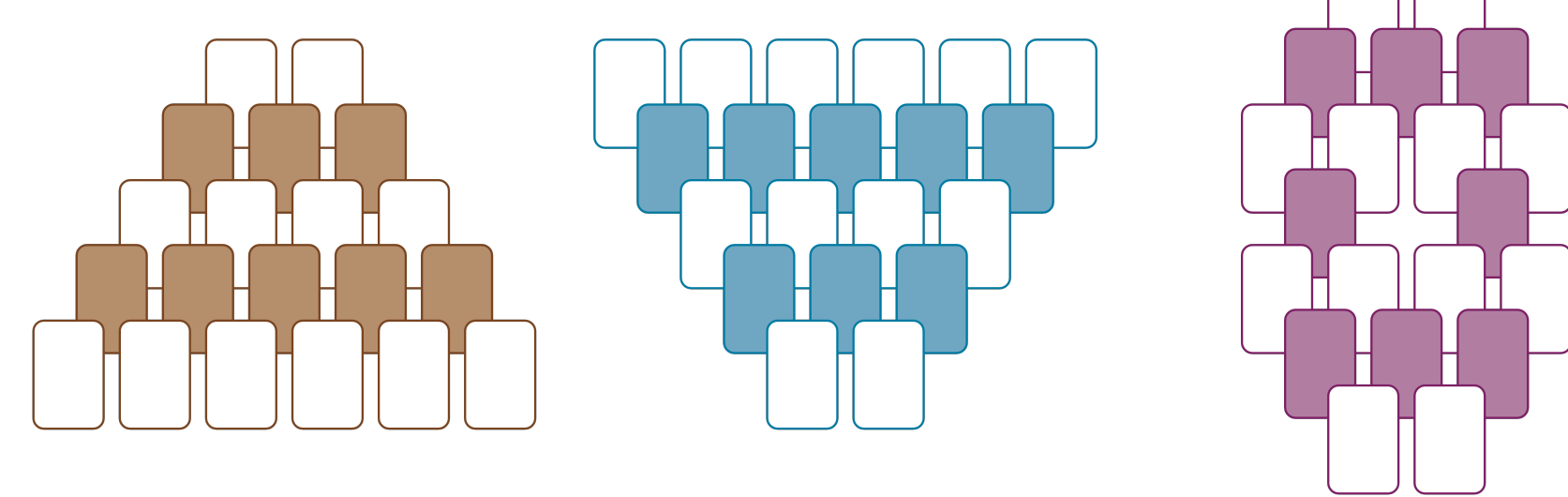
In 7WD, due giocatori competono per sviluppare la propria civiltà e vincere in uno di tre diversi modi. La necessità di bilanciare le condizioni di vittoria aggiunge profondità strategica al gioco.

Il gioco inizia con la selezione delle meraviglie, che avviene tramite due draft.

Vengono rivelate 4 meraviglie. Il primo giocatore ne sceglie una per sé, quindi il secondo giocatore ne sceglie due, e la rimanente va nuovamente al primo giocatore. La procedura viene quindi ripetuta invertendo l'ordine di selezione.

In questo modo, ogni giocatore ottiene 4 meraviglie da costruire durante la partita, ma **soltanto 7 meraviglie possono essere costruite complessivamente**. Scegliere il momento migliore per costruire una meraviglia è una delle decisioni strategiche più delicate del gioco.

Il gioco si sviluppa in 3 epoche, durante le quali i giocatori si alternano selezionando una carta fra quelle disponibili, non coperte da altre carte. La disposizione iniziale in ciascuna era è la seguente.



Selezionata una carta, un giocatore può:

- pagarne il costo per i relativi benefici,
- usarla per costruire una meraviglia,
- scartarla per ottenere monete.

Se un giocatore colleziona due simboli scientifici uguali, ottiene un segnalino progresso fra quelli disponibili.

I giocatori si alternano a giocare finché una delle condizioni di vittoria non è soddisfatta, oppure finché non finiscono le tre epoche.

### 7 Wonders Duel Rebalanced

Nelle partite giocate da ZeusAI contro sé stesso il 1° giocatore vince circa il 67% delle volte, in linea con quanto accade fra giocatori esperti.

Per bilanciare il gioco abbiamo formulato una variante in cui il 2° giocatore decide, in ciascuna delle due fasi di selezione delle meraviglie, se scegliere per primo o per secondo, sempre seguendo lo schema A-B-B-A.

Tramite ZeusAI abbiamo stimato che in questo modo la percentuale di vittorie per il 1° giocatore scende al 55%. Questa variante è stata testata in 12 tornei fra giocatori esperti, in cui il 1° giocatore ha vinto il 52% delle volte su 353 partite.

#### Tre modi per vincere

- Civile:** realizzando più punti vittoria
- Scienza:** ottenendo 6 simboli distinti
- Militare:** spingendo la pedina conflitto fino alla capitale avversaria

#### Sette categorie di carte

- Marroni e grigie** → Risorse
- Gialle** → Vantaggi commerciali
- Rosse** → Potenza militare
- Verdi** → Simboli scientifici
- Blu e viola** → Punti vittoria

### Come funziona ZeusAI?

ZeusAI combina tecniche avanzate di machine learning per giocare a 7WD, mostrando capacità di gioco pari o superiori a quelle di giocatori umani esperti.

**La componente intuitiva.** La rete neurale di ZeusAI svolge un ruolo simile all'intuito di un giocatore umano: osserva una situazione di gioco e valuta rapidamente chi sta vincendo e quali mosse sembrano promettenti. Proprio come un giocatore esperto, ZeusAI ha imparato a riconoscere le configurazioni di carte, risorse e meraviglie per prevedere l'esito probabile della partita senza analizzare esplicitamente le possibili mosse future.

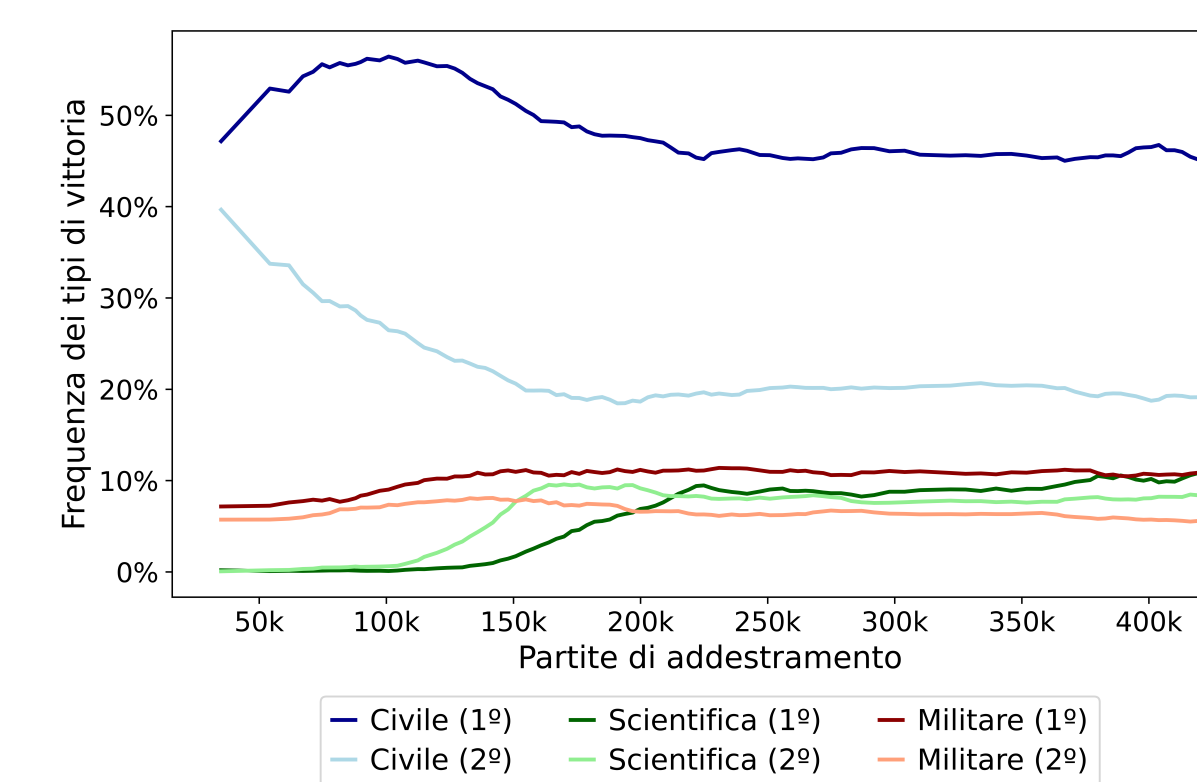
**La componente che ragiona.** Davanti a una posizione di gioco, ZeusAI esplora le sequenze di mosse più promettenti per selezionare quella che porta al risultato migliore. L'esplorazione è guidata dalla rete neurale e usa una tecnica chiamata Monte Carlo Tree Search (MCTS).



Preferenze	Probabilità stimate di vittoria/sconfitta
✗ Presidio	8% → 64% 61%
✓ Stamperia	62% → 31% 59%
✗ Stamperia	18% → 4% 56%
✗ Torre di Guardia	5% → 1% 50%
✓ Torre di Guardia	4% → 0% 40%
✓ Presidio	3% → 0% 37%
Valutazione a priori della rete: 60%	

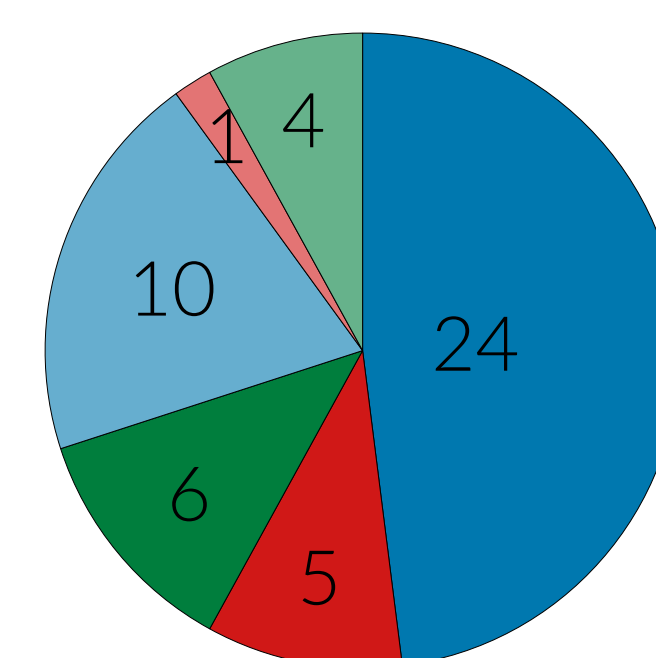
ZeusAI analizza una partita famosa tra *rlai002* e *SnowWonder*, suggerendo inaspettatamente di scartare una carta rossa (il Presidio) invece di ottenere una carta grigia (la Stamperia).

**L'addestramento.** ZeusAI ha imparato a giocare a 7WD allenandosi contro sé stesso per circa 420.000 partite (si veda il grafico a destra), che richiederebbero 9 anni a giocatori umani. Le partite sono state usate per migliorare progressivamente la rete neurale, rendendo ZeusAI sempre più forte. Inizialmente giocate in modo praticamente casuale, le partite sono diventate via via più profonde, mostrando i progressi di ZeusAI.



### ZeusAI contro giocatori esperti

Abbiamo testato ZeusAI in tre serie di partite "al meglio delle cinque" contro tre dei migliori giocatori su BGA. ZeusAI ha avuto la meglio in due serie su tre, vincendo sempre almeno due partite. Le registrazioni degli incontri sono disponibili su YouTube.



- Vittoria civile
- Sconfitta civile
- Vittoria militare
- Sconfitta militare
- Vittoria scientifica
- Sconfitta scientifica

In una serie di 50 partite contro *Arrigo II*, ritenuto da molti il miglior giocatore di 7WD in Italia e tra i migliori al mondo, ZeusAI ha ottenuto uno strabiliante 70% di vittorie (distribuite come nel grafico).

Dopo 900+ partite contro giocatori selezionati, stimiamo che ZeusAI avrebbe 800+ punti Elo su BGA, mentre i migliori giocatori umani (nel gioco base) raramente superano i 650 punti Elo.

### Come gioca ZeusAI?

Analizzando le partite di ZeusAI contro sé stesso, possiamo dedurre informazioni sul suo stile di gioco e utilizzarle per migliorarci, come già accade abitualmente nel mondo degli scacchi.

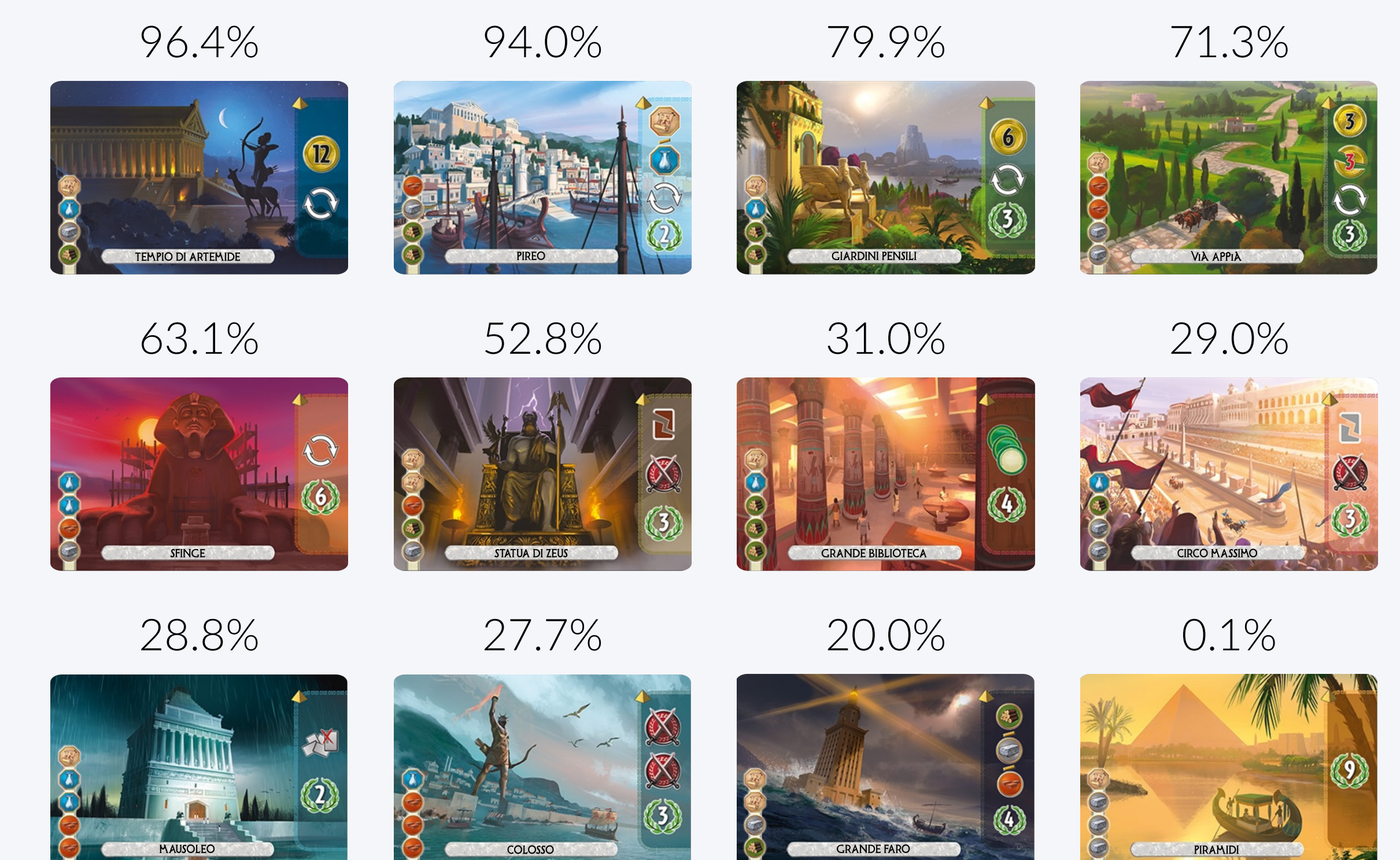
ZeusAI ritiene molto importante il numero di turni totali giocati, tende a costruire presto le proprie meraviglie, e dà grande valore alla Statua di Zeus, ritenuta invece mediocre da molti giocatori.

Inoltre, ha una spiccata preferenza per le risorse marroni rispetto a quelle gialle, e spesso comincia presto ad accumulare punti vittoria. Infine, non disdegna le carte verdi e rosse, anche per mettere pressione all'avversario e non solo allo scopo di ottenere una vittoria scientifica o militare.

Vediamo più in dettaglio le sue preferenze in fatto di meraviglie e segnalini progresso.

#### Le meraviglie

La percentuale indica il numero di volte in cui, nelle partite di ZeusAI contro sé stesso, ciascuna meraviglia viene preferita a una delle altre.



#### I segnalini progresso

La figura mostra i segnalini progresso in ordine di preferenza da parte di ZeusAI.

Nella prima riga troviamo i tre segnalini la cui presenza influenza molto il valore stimato delle carte scienza e della Grande Biblioteca.

I rimanenti vengono considerati meno appetibili, ed Edilizia è ritenuto di gran lunga il peggiore.



#### Bibliografia

[1] Giovanni Paolini, Lorenzo Moreschini, Francesco Veneziano e Alessandro Iraci: *Learning to Play 7 Wonders Duel Without Human Supervision*, IEEE Conference on Games (CoG) 2024.

# Dentro la mente di ZEUSAI

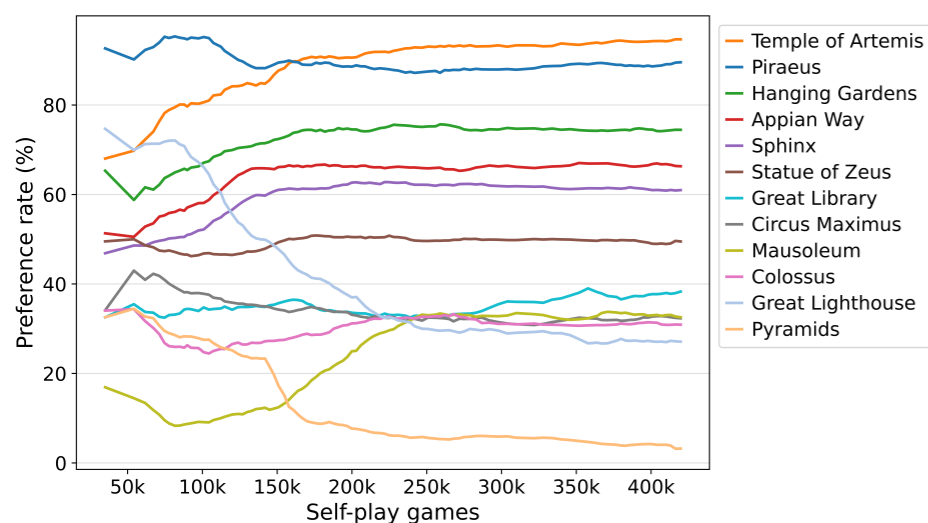
Giovanni Paolini (Università di Bologna)

Lorenzo Moreschini (LIGHT S.c.ar.l.)

Francesco Veneziano (Università di Genova)

Alessandro Iraci (Università Telematica Pegaso)

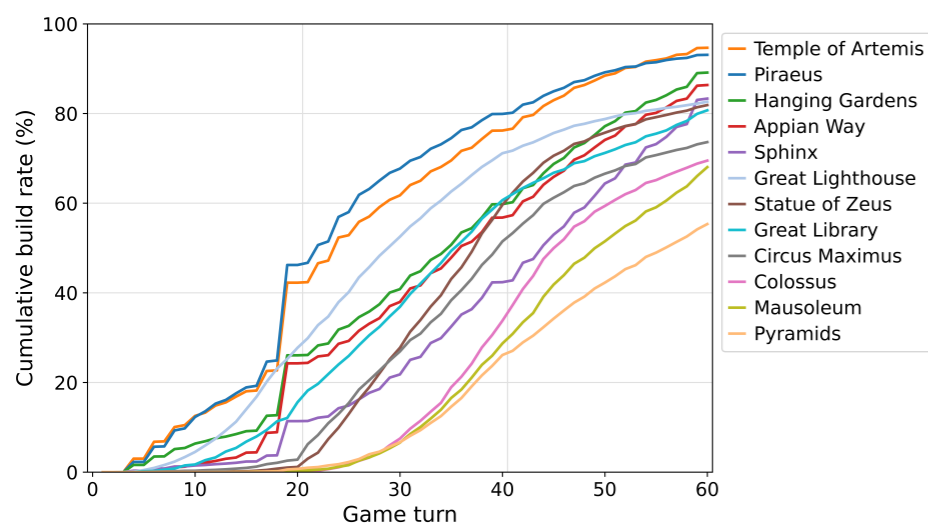
## Che meraviglie preferisce ZeusAI?



Questo grafico mostra l'evoluzione, durante l'addestramento, delle preferenze di ZeusAI per le varie meraviglie. Ogni preferenza è la media dei seguenti valori, attribuiti sulla base dell'ordine di scelta delle meraviglie durante la due fasi di selezione: 100% per la prima, 50% per la seconda e la terza, e 0% per la quarta.

Evidenziamo la lenta ascesa del **Mausoleo**; il declino del **Faro** e delle **Piramidi**; una netta preferenza per la **Statua di Zeus** tra le meraviglie che non garantiscono un turno extra; una leggera ma costante preferenza per il **Tempio di Artemide** rispetto al **Pireo**.

## Quando costruisce le meraviglie?



Questo grafico mostra in quale momento della partita ZeusAI preferisce costruire le diverse meraviglie. I bruschi salti al turno 19 per le cinque meraviglie che forniscono un turno extra riflettono una strategia ben nota, che ZeusAI impiega più frequentemente dei giocatori umani. Inoltre, le curve relative a queste cinque meraviglie appaiono maggiormente spezzate perché spesso è vantaggioso ottenere un turno extra in turni di una specifica parità.

## ZeusAI commette un errore!



È il turno di *giovep*, e ZeusAI suggerisce di costruire i **Giardini**. Un'attenta analisi mostra che, dopo questa mossa, l'avversario *the\_jokerS90* può forzare una vittoria militare con una probabilità di 21/56 (assumendo un gioco ottimale da parte di entrambi i giocatori).

Tuttavia, se *giovep* costruisce entrambe le meraviglie e poi l'**Opificio d'Assedio** (la carta rossa visibile a sinistra), la probabilità di sconfitta militare scende a 11/56. Poiché in questa posizione la probabilità di una vittoria civile per *the\_jokerS90* è trascurabile, concludiamo che la mossa suggerita da ZeusAI è sbagliata.

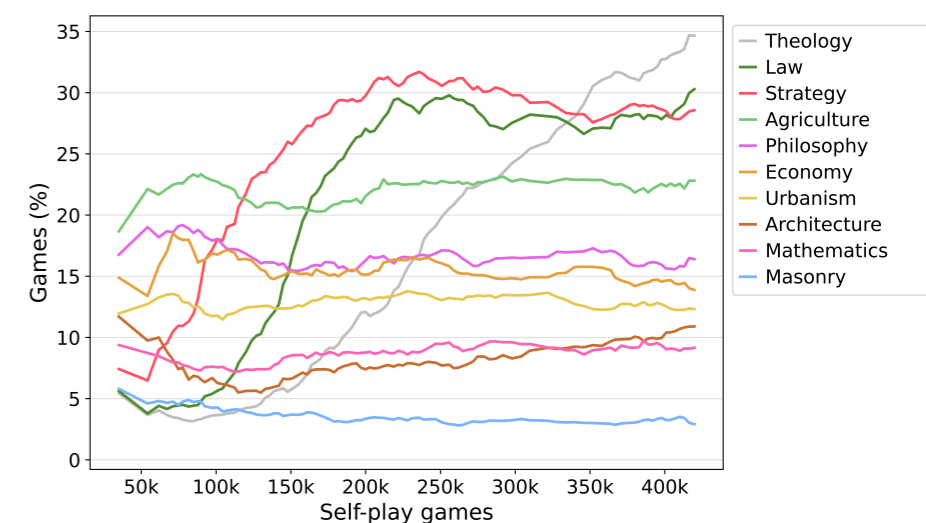
## Continua a seguire ZeusAI



Per ulteriori informazioni e aggiornamenti su ZeusAI:

<https://sites.google.com/view/zeus-ai>

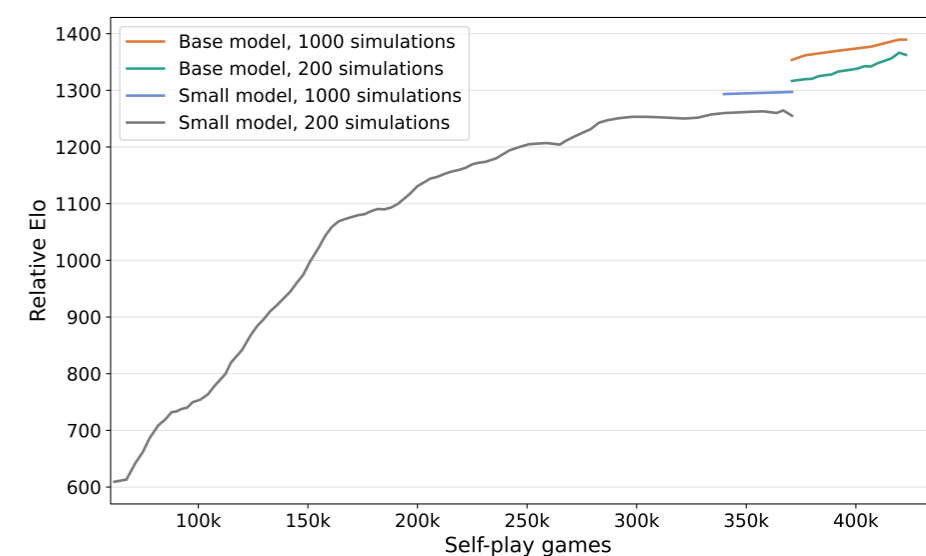
## L'opinione di ZeusAI sui segnalini progresso



Questo grafico mostra l'evoluzione delle preferenze di ZeusAI per i diversi segnalini progresso, calcolate come la percentuale di volte in cui un segnalino è stato ottenuto durante le partite di addestramento.

I segnalini **Strategia** e **Legge** sono strettamente legati alle vittorie militari e scientifiche e la preferenza per essi è aumentata man mano che ZeusAI ha imparato a perseguire questi tipi di vittoria. Il segnalino **Teologia** conferisce il potere del turno extra a tutte le meraviglie; può essere estremamente potente ma richiede maggior abilità per essere sfruttato in modo efficace.

## L'addestramento di ZeusAI



Questo grafico mostra l'evoluzione del punteggio Elo stimato di ZeusAI durante l'addestramento. Questo punteggio è basato unicamente sulle partite giocate da ZeusAI contro sé stesso e non può essere confrontato con il punteggio Elo dei giocatori su BGA. Colori diversi corrispondono a reti neurali di dimensione diversa e a un diverso numero di simulazioni nella MCTS.