

# RETI NEURALI PER REGRESSIONE

OBIETTIVO: VALUTARE L'EFFETTO DEL  
NUMERO DI NEURONI NELLO STRATO  
NASCOSTO SULL'ERRORE DI  
APPROSSIMAZIONE DI UNA RETE NEURALE  
FEEDFORWARD.

De Bernardis Emanuele Pio

Mat: 1587410

08/01/2026

# INTRODUZIONE

- L'obiettivo di questa esercitazione è lo studio delle prestazioni di una rete neurale artificiale feedforward applicata a un problema di regressione. In particolare, si analizza l'effetto del numero di neuroni nello strato nascosto sull'errore di approssimazione, valutato tramite l'errore quadratico medio (MSE) sia sul training set sia sul test set. Gli esperimenti sono stati condotti su due dataset distinti forniti dal docente.

# DESCRIZIONE DEI DATASET

- Sono stati utilizzati due dataset di regressione, denominati **WIZMIR** ed **ELE-2**, entrambi forniti in formato testuale.

Ogni dataset è strutturato come una matrice in cui le righe rappresentano le osservazioni e le colonne gli attributi; l'ultimo attributo rappresenta il valore target da stimare in funzione degli altri.

# PREPROCESSING DEI DATI

- Durante la fase di caricamento dei dataset è emersa una differenza nel formato numerico tra i file analizzati.  
In particolare, il dataset *WIZMIR* presentava un carattere NULL nell'ultima riga, mentre il dataset *ELE-2* utilizzava una notazione numerica con separatore decimale standard.  
Il problema è stato risolto mediante una semplice procedura di pulizia preliminare, consistente nella rimozione della riga finale non informativa e nell'adozione di parametri di lettura coerenti con il formato dei file.
- Successivamente, gli attributi di ingresso e il target sono stati normalizzati mediante standardizzazione, al fine di migliorare la stabilità e la convergenza dell'addestramento della rete neurale.

# MODELLO DI RETE NEURALE

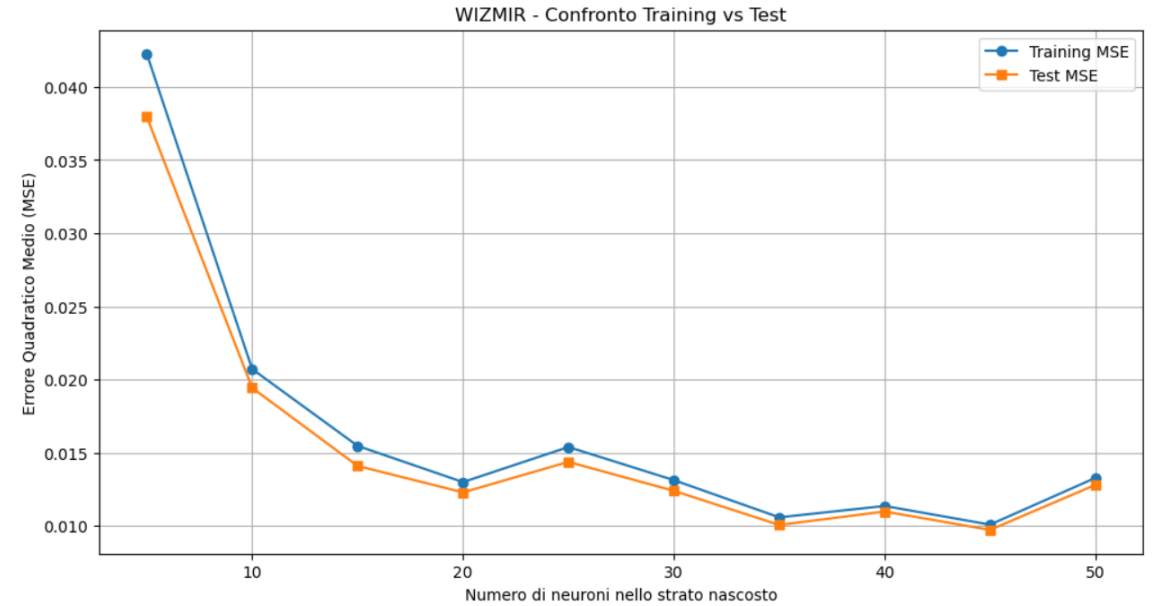
- Il modello utilizzato è una rete neurale artificiale **feedforward** con:
- un solo strato nascosto
- funzione di attivazione **sigmoidale**
- algoritmo di ottimizzazione **Adam**
- Il numero di neuroni nello strato nascosto è stato variato da 5 a 50 con passo 5, al fine di studiare il compromesso tra capacità di approssimazione e generalizzazione.

# PROTOCOLLO DI TRAINING

- Per ciascun dataset, il campione è stato suddiviso in:
- 70% training set
- 30% test set
- Per ogni configurazione della rete neurale è stato calcolato l'errore quadratico medio (MSE) sia sul training set sia sul test set.

## Risultati - WIZMIR

Neuroni: 5	MSE Train: 0.0423	MSE Test: 0.0380
Neuroni: 10	MSE Train: 0.0207	MSE Test: 0.0194
Neuroni: 15	MSE Train: 0.0155	MSE Test: 0.0141
Neuroni: 20	MSE Train: 0.0130	MSE Test: 0.0123
Neuroni: 25	MSE Train: 0.0154	MSE Test: 0.0144
Neuroni: 30	MSE Train: 0.0131	MSE Test: 0.0124
Neuroni: 35	MSE Train: 0.0106	MSE Test: 0.0101
Neuroni: 40	MSE Train: 0.0114	MSE Test: 0.0110
Neuroni: 45	MSE Train: 0.0101	MSE Test: 0.0097
Neuroni: 50	MSE Train: 0.0133	MSE Test: 0.0128



*RISULTATI TRAINING WIZMIR*

# DISCUSSIONE DEI RISULTATI

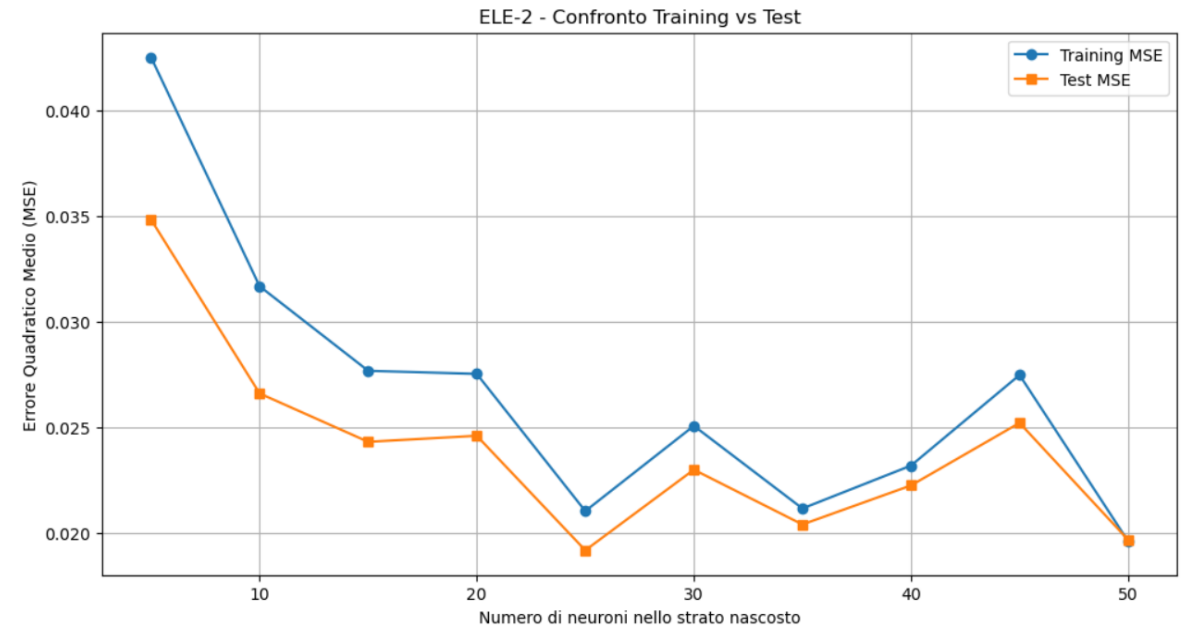
## WIZMIR

- Per il dataset WIZMIR si osserva una progressiva riduzione dell'errore all'aumentare del numero di neuroni fino a circa 35–45 neuroni.  
Oltre tale soglia, l'errore sul test set non migliora ulteriormente e in alcuni casi tende ad aumentare leggermente, indicando l'insorgere di un possibile overfitting.
- Il valore minimo dell'MSE sul test set viene ottenuto con circa **45 neuroni**, rappresentando il miglior compromesso tra accuratezza e capacità di generalizzazione.



## Risultati - ELE-2

Neuroni: 5	MSE Train: 0.0425	MSE Test: 0.0348
Neuroni: 10	MSE Train: 0.0317	MSE Test: 0.0266
Neuroni: 15	MSE Train: 0.0277	MSE Test: 0.0243
Neuroni: 20	MSE Train: 0.0275	MSE Test: 0.0246
Neuroni: 25	MSE Train: 0.0211	MSE Test: 0.0192
Neuroni: 30	MSE Train: 0.0251	MSE Test: 0.0230
Neuroni: 35	MSE Train: 0.0212	MSE Test: 0.0204
Neuroni: 40	MSE Train: 0.0232	MSE Test: 0.0223
Neuroni: 45	MSE Train: 0.0275	MSE Test: 0.0252
Neuroni: 50	MSE Train: 0.0196	MSE Test: 0.0197



*RISULTATI TRAINING ELE-2*

# DISCUSSIONE DEI RISULTATI ELE-2

- Nel dataset ELE-2 l'andamento dell'errore risulta più irregolare, suggerendo una maggiore complessità del problema di regressione.  
Il minimo errore sul test set viene raggiunto con circa **25–50 neuroni**, con valori di MSE comparabili tra loro.
- Questo comportamento indica una minore sensibilità del modello al numero di neuroni, probabilmente dovuta alla natura dei dati e alla distribuzione degli attributi.

# CONFRONTO TRA I DUE DATASET

- Dal confronto emerge che il dataset WIZMIR presenta una struttura più regolare e beneficia maggiormente dell'aumento controllato della capacità del modello.  
Al contrario, il dataset ELE-2 mostra una maggiore variabilità dell'errore, suggerendo un problema di regressione più complesso o maggiormente rumoroso.
- In entrambi i casi, l'uso di un numero eccessivo di neuroni non porta a miglioramenti significativi e può compromettere la generalizzazione.

# CONCLUSIONI FINALI

- Gli esperimenti condotti mostrano come il numero di neuroni nello strato nascosto influenzi significativamente le prestazioni di una rete neurale per regressione.  
Un numero troppo ridotto di neuroni porta a underfitting, mentre un numero eccessivo può causare overfitting.
- L'approccio sperimentale adottato ha permesso di individuare configurazioni ottimali diverse per i due dataset, confermando l'importanza di adattare la complessità del modello alle caratteristiche dei dati.

# MATERIALE UTILIZZATO E REPOSITORY

- Dataset utilizzati nell'esperimento: wizmir, ele-2
- Notebook Jupyter



- Tutto il materiale del progetto è disponibile al seguente link: