

An aerial photograph of a large container ship sailing on a deep blue ocean. The ship is viewed from above, showing its long hull and the deck covered with numerous colorful shipping containers in shades of orange, red, blue, and white. The ship is moving from left to right, leaving a white wake behind it. The sky is not visible, as the focus is on the ship and the water.

PROGETTO MACHINE
LEARNING - ANNO 2023-
2024

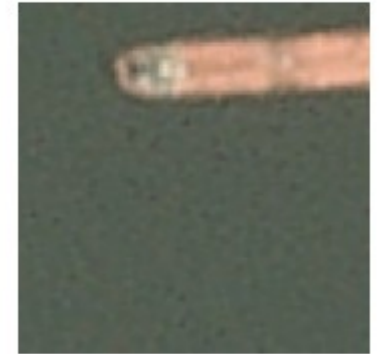
AUTORI: V.M. & A.P.

CLASSIFICATORE PER IMMAGINI
SATELLITARI DI NAVI

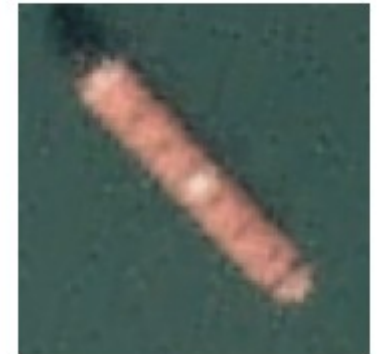
DOMINIO DI RIFERIMENTO E OBIETTIVI

- **DATASET:** IMMAGINI SATELLITARI A COLORI ETICHETTATE CON:
 - **1 (SHIP):** RAPPRESENTAZIONE COMPLETA DI UNA NAVE
 - **0 (NO SHIP):** RAPPRESENTAZIONE PARZIALE DI UNA NAVE O NESSUNA NAVE
- **OBIETTIVO:** SVILUPPO DI DUE MODELLI SUPERVISIONATI PER LA CLASSIFICAZIONE DI IMMAGINI
- **POSSIBILI DOMINI APPLICATIVI:**
 - SENSORI MONTATI SU MISSILI ANTINAVE
 - DRONI PER OPERAZIONI DI RICERCA DI NAVI DISPERSE

Label: 0

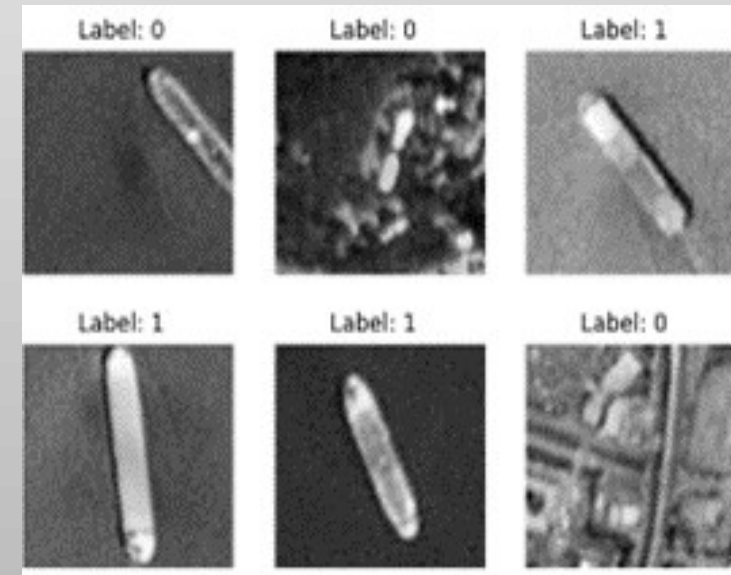
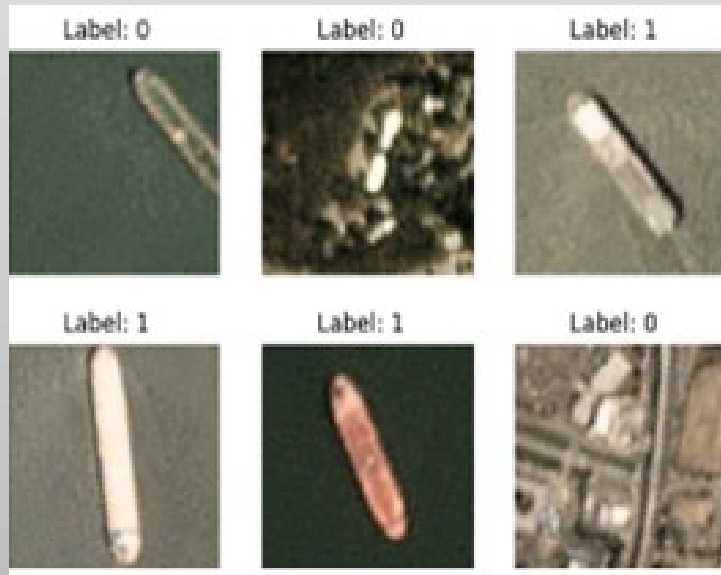


Label: 1



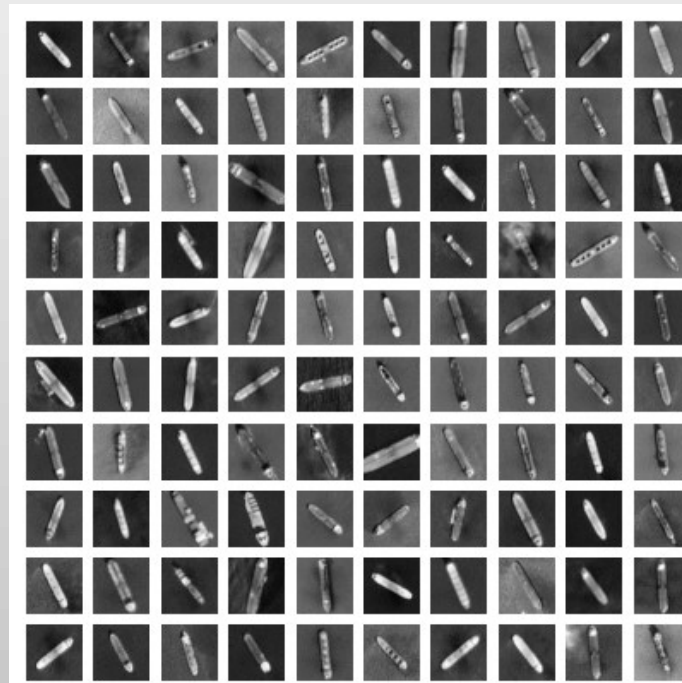
PREPROCESSING

- LE IMMAGINI IN FORMATO **RGB** ($80 \times 80 \times 3$) SONO STATE PORTATE IN **SCALA DI GRIGI** (80×80)
- LE **FEATURES** SONO STATE **NORMALIZZATE**, PORTANDOLE A MEDIA 0 E VARIANZA 1

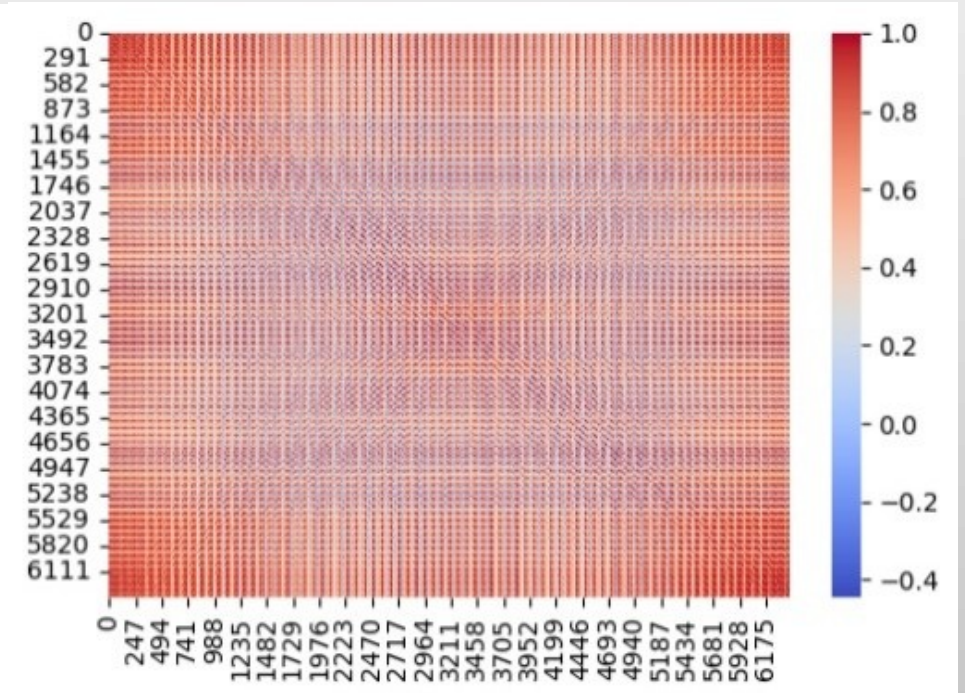


ANALISI ESPLORATIVA – CORRELAZIONE (1)

- LE IMMAGINI PRESENTANO ***CORRELAZIONE***
- UTILIZZO DI **MODELLI DI APPRENDIMENTO AUTOMATICO** CHE SIANO IN GRADO DI GESTIRLA



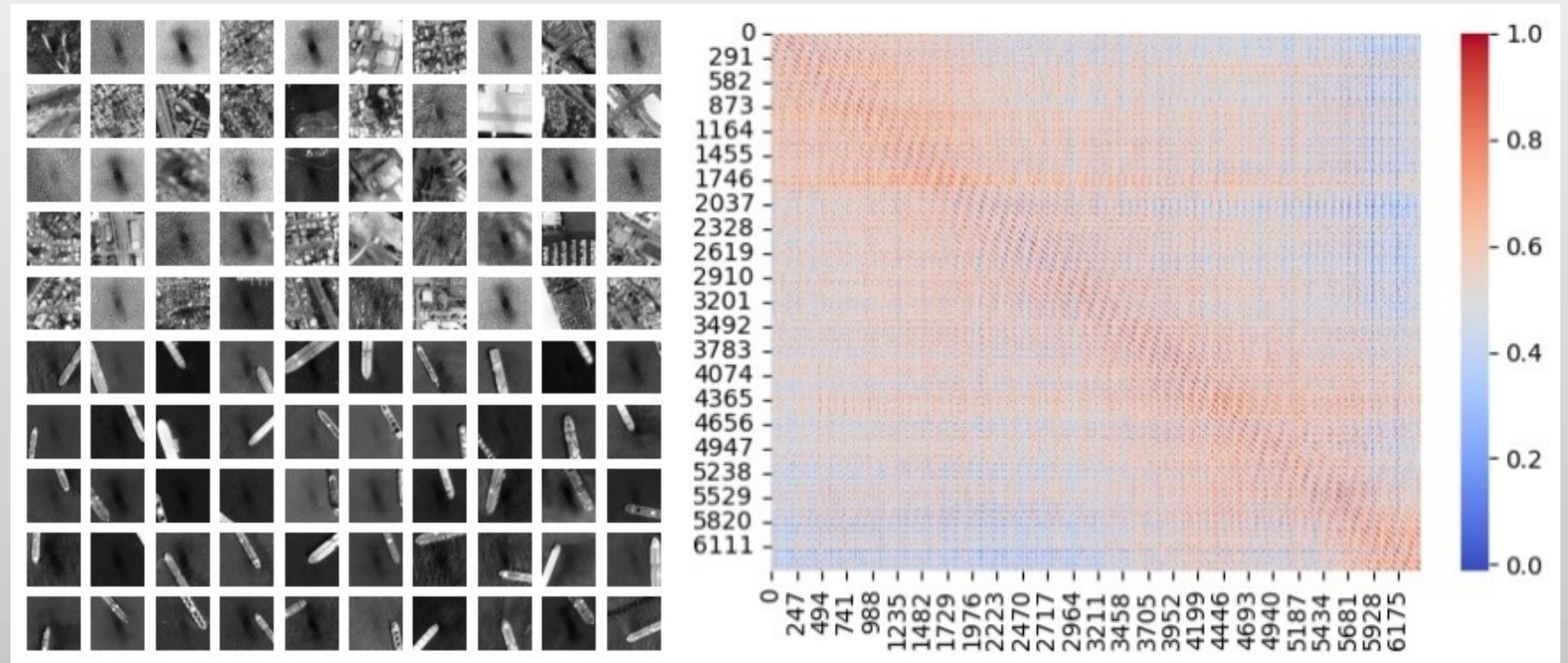
Prime cento immagini
(classe 1)



Matrice di correlazione

ANALISI ESPLORATIVA – CORRELAZIONE (2)

- LE IMMAGINI PRESENTANO ***CORRELAZIONE***
- UTILIZZO DI **MODELLI DI APPRENDIMENTO AUTOMATICO** CHE SIANO IN GRADO DI GESTIRLA

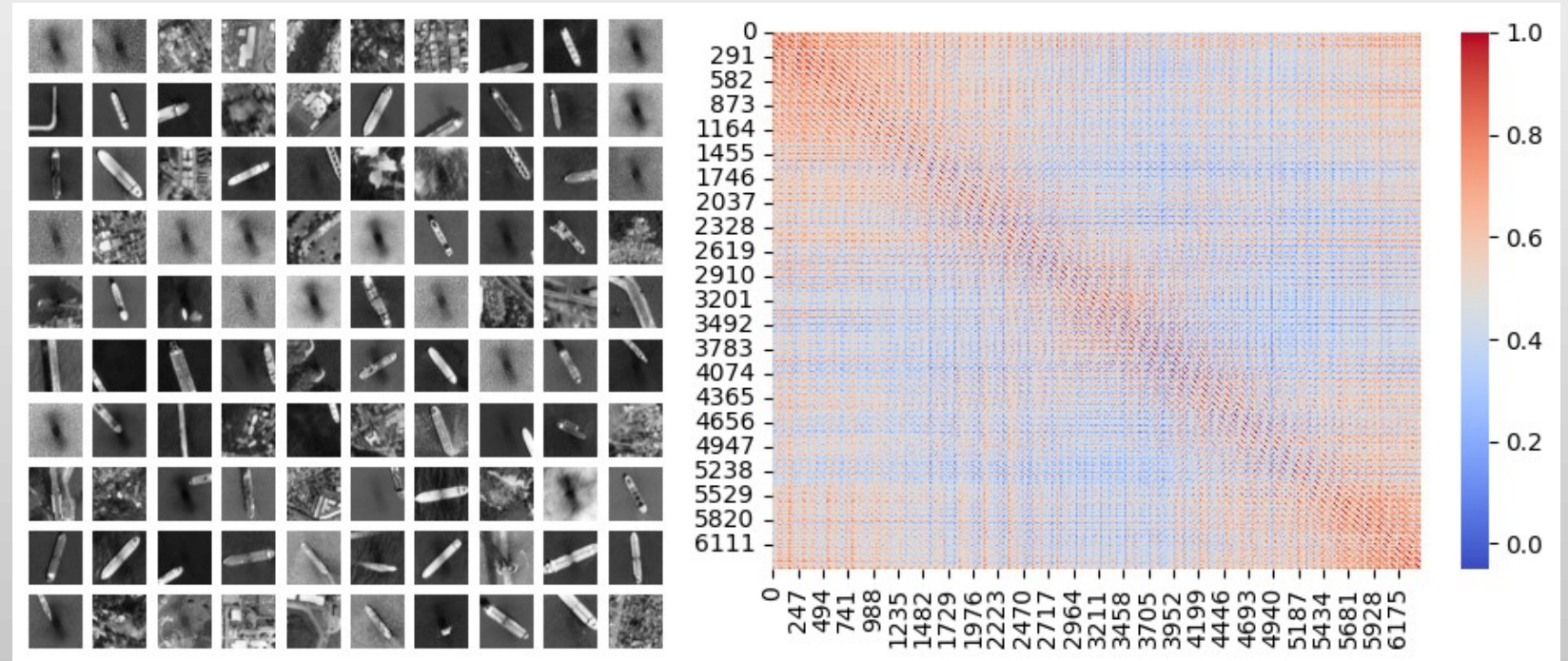


Cento immagini centrali
(classe 0)

Matrice di correlazione

ANALISI ESPLORATIVA – CORRELAZIONE (3)

- LE IMMAGINI PRESENTANO ***CORRELAZIONE***
- UTILIZZO DI **MODELLI DI APPRENDIMENTO AUTOMATICO** CHE SIANO IN GRADO DI GESTIRLA

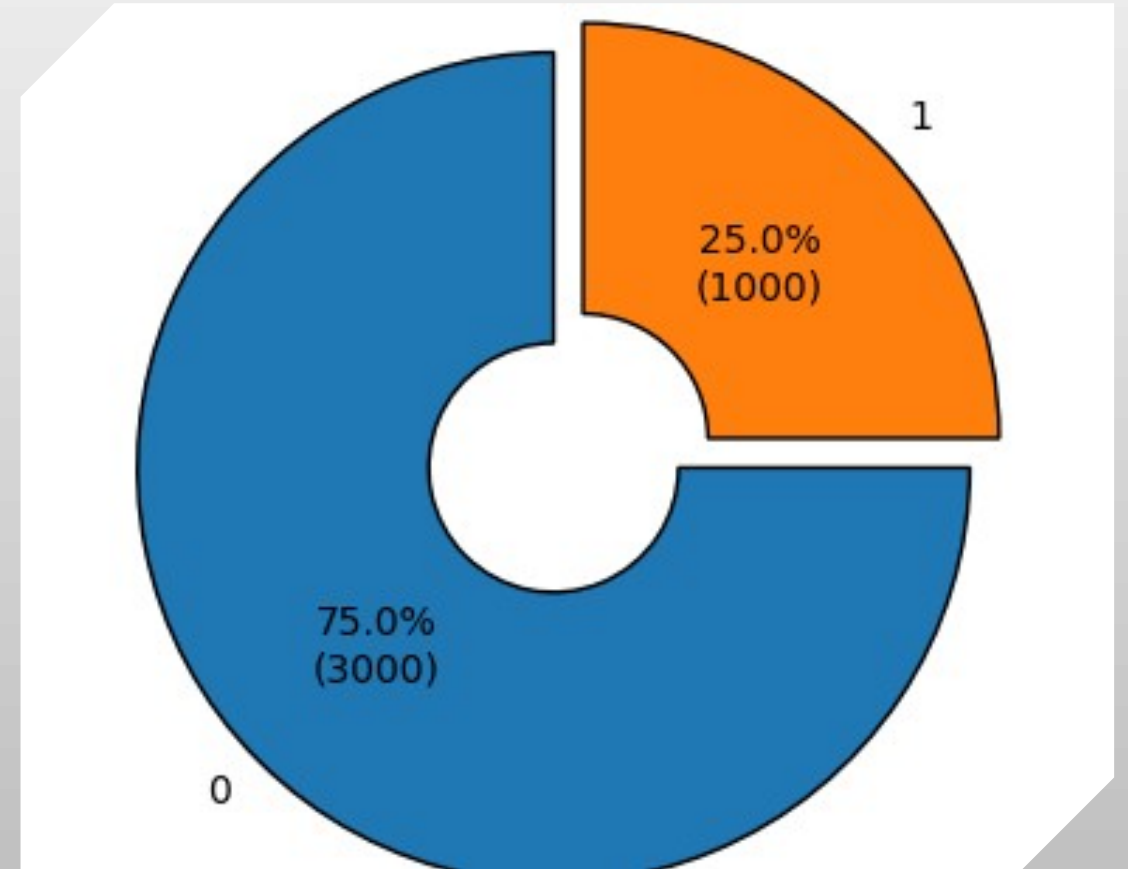


Cento immagini casuali

Matrice di correlazione

ANALISI ESPLORATIVA – DISTRIBUZIONE DELLE CLASSI

- 4000 IMMAGINI IN TOTALE
- **RAPPORTO 3:1 A FAVORE DELLA CLASSE 0 (NO SHIP)**
- OPERAZIONI DI ***RESAMPLING*** PER EQUILIBRARE LE CLASSI



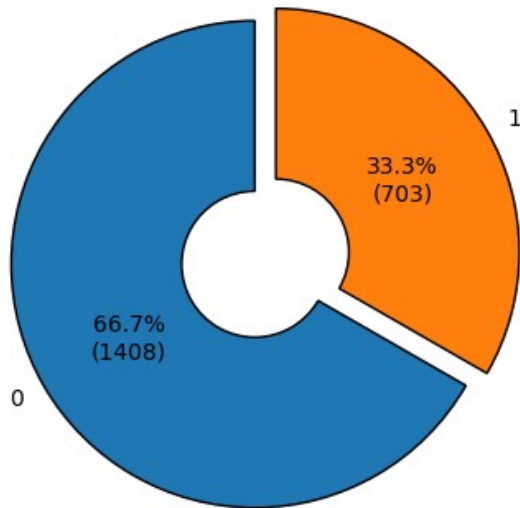
ANALISI ESPLORATIVA – RESAMPLING

- **UNDERSAMPLING**

- ELIMINAZIONE DI 688 ELEMENTI (32.8%):

RAPPORTO 2:1

Distribuzione delle classi nel training set dopo undersampling



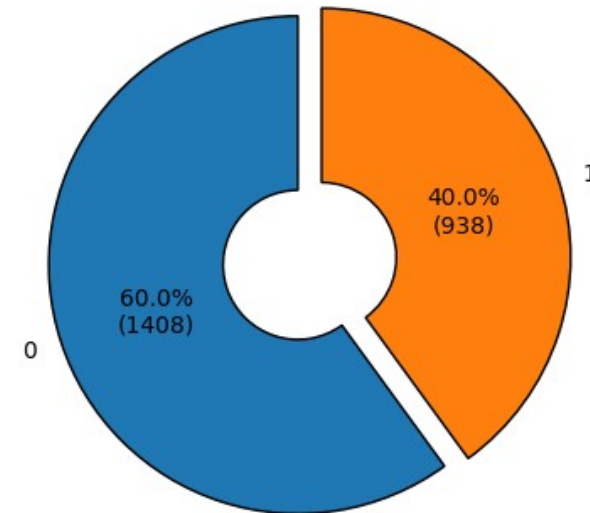
Su 2111 esempi

- **OVERSAMPLING**

- GENERAZIONE DI 354 ELEMENTI (25.1%):

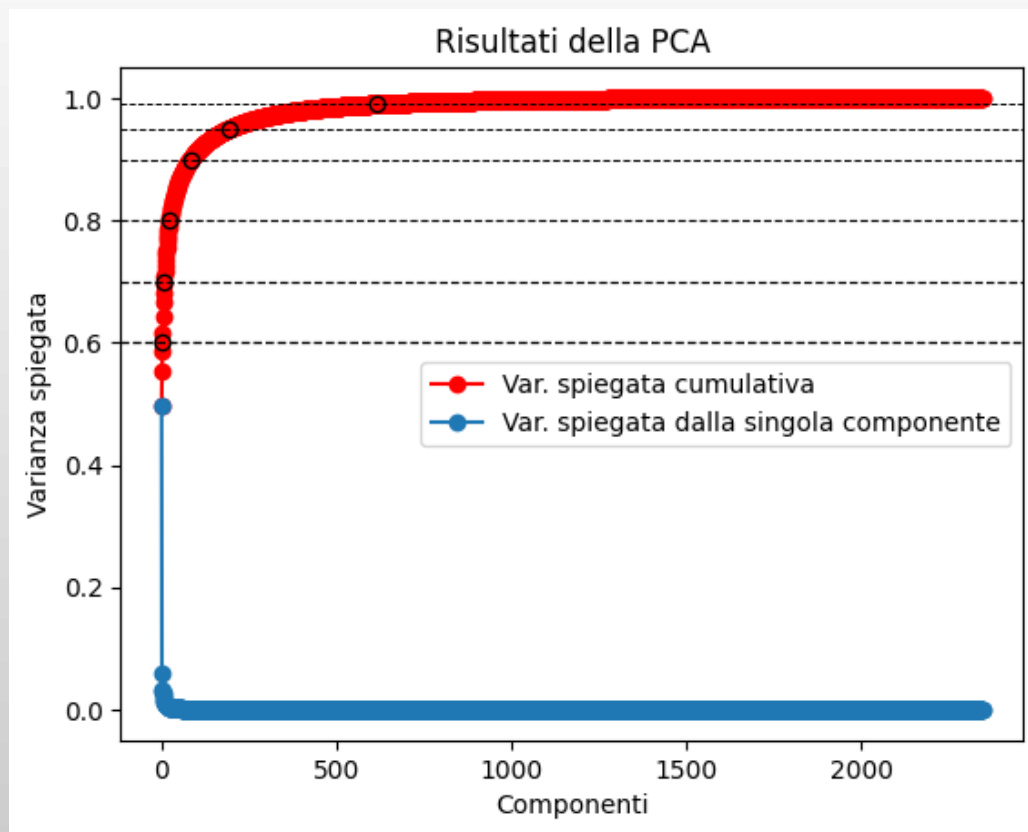
RAPPORTO 3:2

Distribuzione delle classi nel training set dopo oversampling



Su 2346 esempi

ANALISI ESPLORATIVA - PCA



Varianza spiegata	Componenti
0.6	4
0.7	9
0.8	24
0.9	84
0.95	195
0.99	615

- SELEZIONE DELLE PRIME **84 COMPONENTI** (1.31%)
- **VARIANZA SPIEGATA** DEL 90%
- COMPLESSITÀ RIDOTTA

SVM – MOTIVAZIONI

- MODELLO STORICO MA COMUNQUE MOLTO USATO NELLA **IMAGE RECOGNITION**
- SEMPLICITÀ CONCETTUALE
- BUONA VELOCITÀ DI **ADDESTRAMENTO E INFERENZA.**

SVM – STRUTTURA

- SVM SOFT MARGIN (SVC DELLA LIBRERIA SKLEARN)
- KERNEL: ***RADIAL BASIS FUNCTION***
- PENALITÀ PER GLI ERRORI DI CLASSIFICAZIONE:
C=8

SVM - ESPERIMENTI

- RICERCA **SEQUENZIALE E INDIPENDENTE** I MIGLIORI **IPERPARAMETRI**:
 1. MIGLIOR KERNEL TRA LINEARE, RADIAL BASIS FUNCTION, POLINOMIALE, SIGMOID (C=1)
 - ☐☐ → MIGLIOR **KERNEL** RISULTA ESSERE **RADIAL BASIS FUNCTION**
 3. MIGLIOR C TRA 1 E 10 (KERNEL=RBF)
 - ☐☐ → MIGLIOR **C** RISULTA ESSERE **8**.

Validazione: *10-folds stratified cross validation*

Metrica	Media	Intervallo di confidenza (95%)
Accuracy	0.967	(0.9588, 0.9745)
Recall	0.932	(0.9127, 0.9513)
Precision	0.935	(0.9152, 0.9541)
F1-Score	0.933	(0.9176, 0.9486)

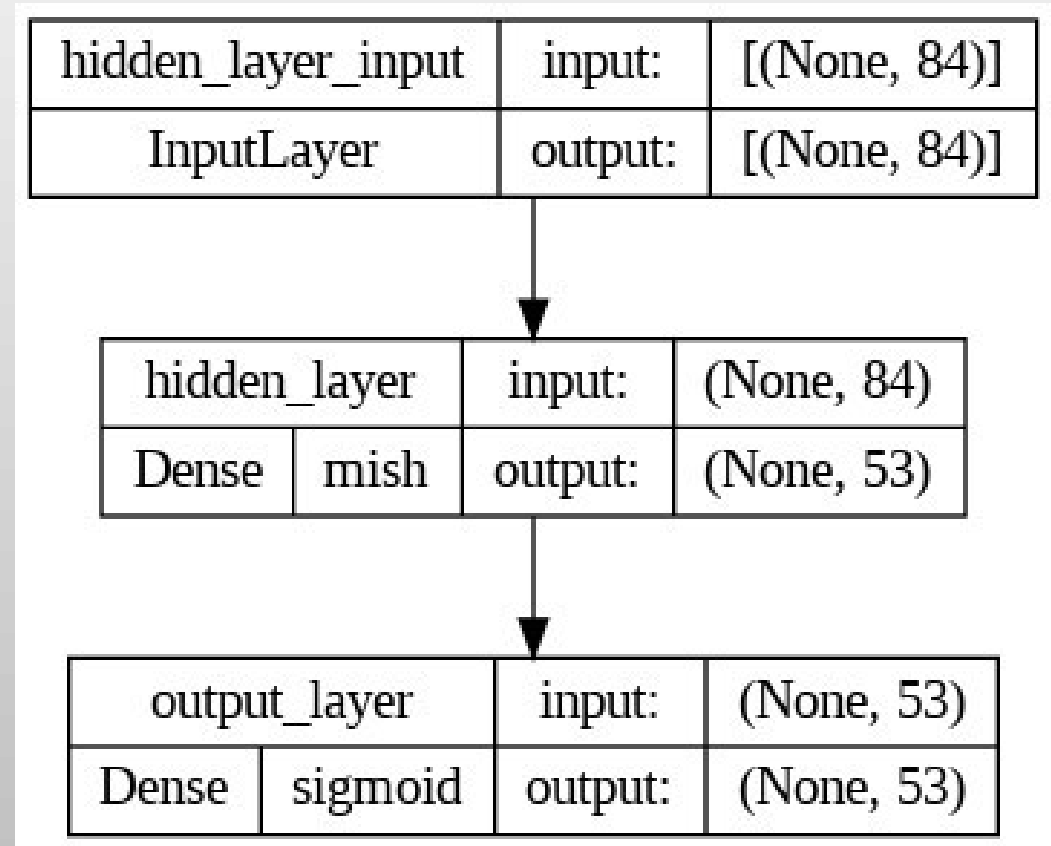
RETE NEURALE - MOTIVAZIONI

- NUMEROSI ESEMPI DI SUCCESSO NEL **RICONOSCIMENTO DI IMMAGINI**
 - *IMAGENET*
 - *MNIST*
 - ...
- TOLLERANZA AL **RUMORE**
- TOLLERANZA ALLO **SBILANCIAMENTO DELLE CLASSI**



RETE NEURALE - STRUTTURA

- RETE A 3 STRATI:
 - **INPUT:** 84 NODI
 - **STRATO NASCOSTO:** 53 NODI, FUNZIONE DI ATTIVAZIONE ***MISH***
 - **OUTPUT:** SINGOLO NODO, FUNZIONE DI ATTIVAZIONE: ***SIGMOID***
- **FUNZIONE DI LOSS:** *BINARY CROSSENTROPY*
- **OTTIMIZZATORE SGD:** *ADAM*
- **EPOCHE** DI ADDESTRAMENTO: 22



RETE NEURALE - ESPERIMENTI

- **RICERCA SEQUENZIALE** DEI MIGLIORI **IPERPARAMETRI** → COMPLESSITÀ RIDOTTA
 1. **FUNZIONE DI ATTIVAZIONE** STRATO NASCOSTO
 2. **ARCHITETTURA** STRATO NASCOSTO
 3. **EPOCHE** DI ADDESTRAMENTO OTTIMALI

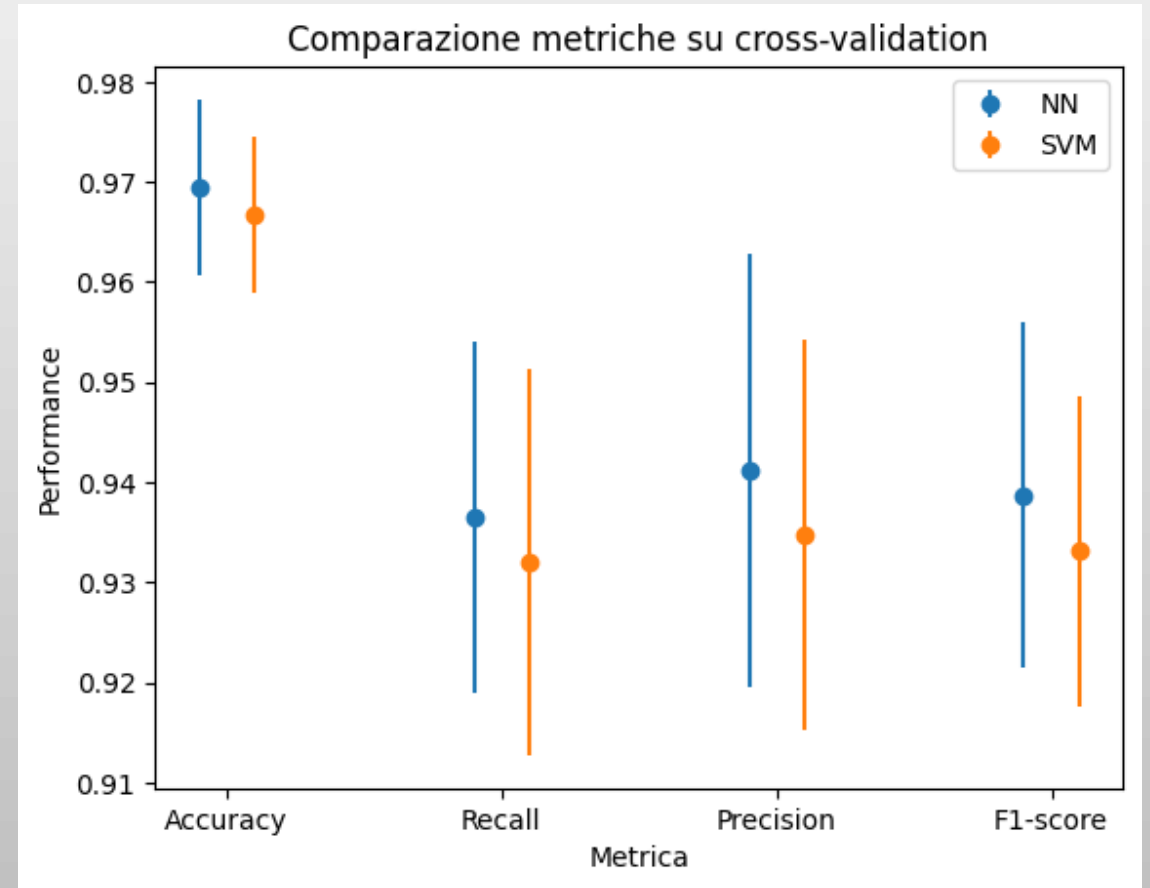
Validazione: *10-folds stratified cross validation*

Metrica	Media	Intervallo di confidenza (95%)
Accuracy	0.969	(0.9607, 0.9782)
Recall	0.937	(0.9189, 0.9541)
Precision	0.941	(0.9196, 0.9829)
F1-Score	0.939	(0.9214, 0.9560)

RISULTATI – CONFRONTO METRICHE (1)

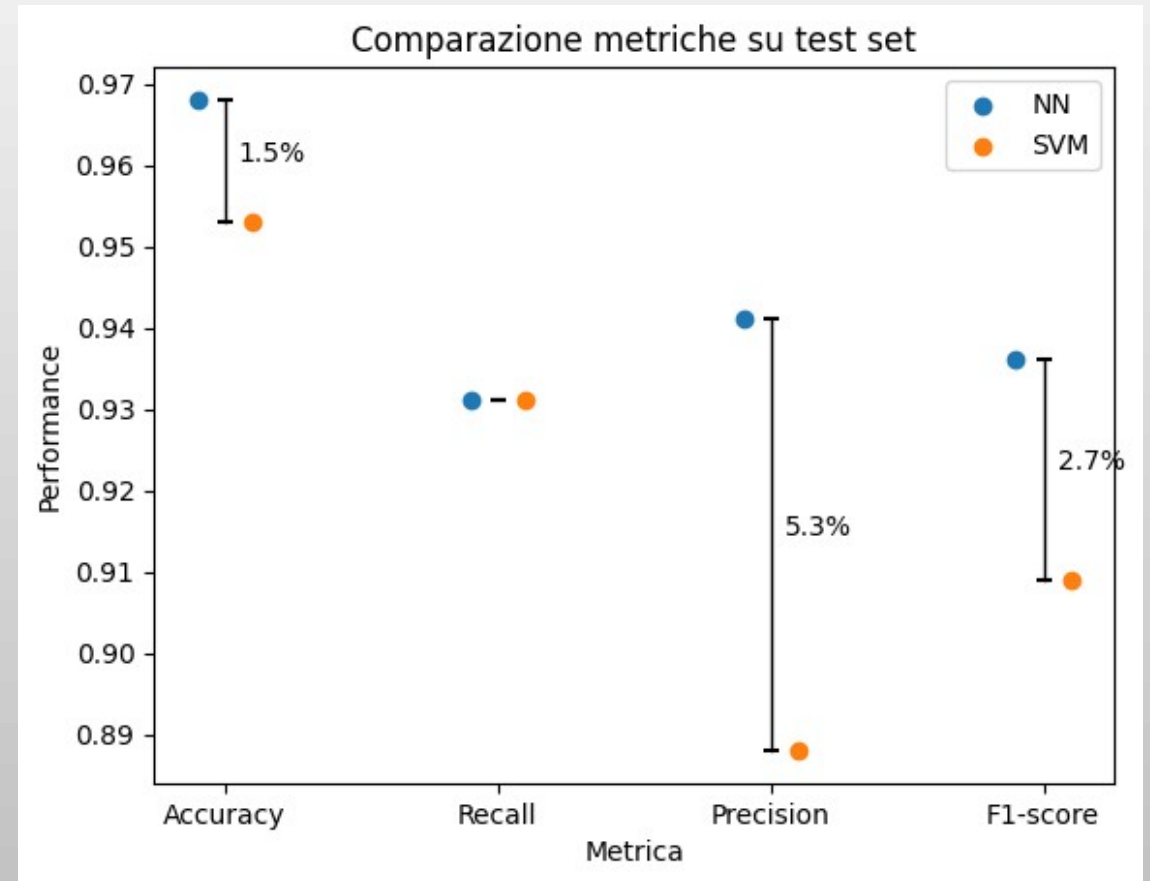
- **10-FOLDS STRATIFIED CROSS VALIDATION**

➤ PERFORMANCE LEGGERMENTE MIGLIORI PER LA **RETE NEURALE** SU TUTTE LE **METRICHE**



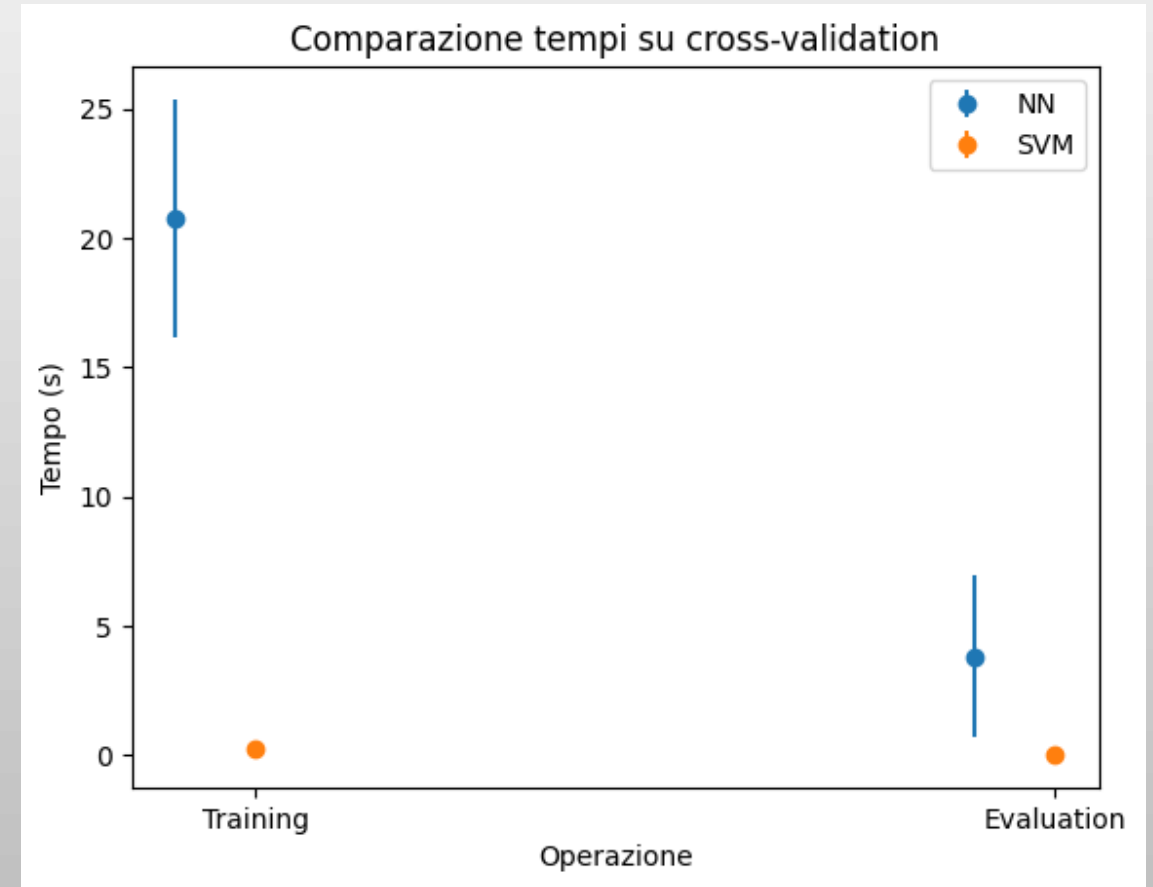
RISULTATI – CONFRONTO METRICHE (2)

- **TEST SET (400 IMMAGINI)**
 - **RETE NEURALE:** CONFERMA DEI VALORI OTTENUTI CON **CROSS-VALIDATION**
 - **SVM:** PEGGIORAMENTO DEL 5% SULLA ***PRECISION*** RISPETTO ALLA **CROSS-VALIDATION**



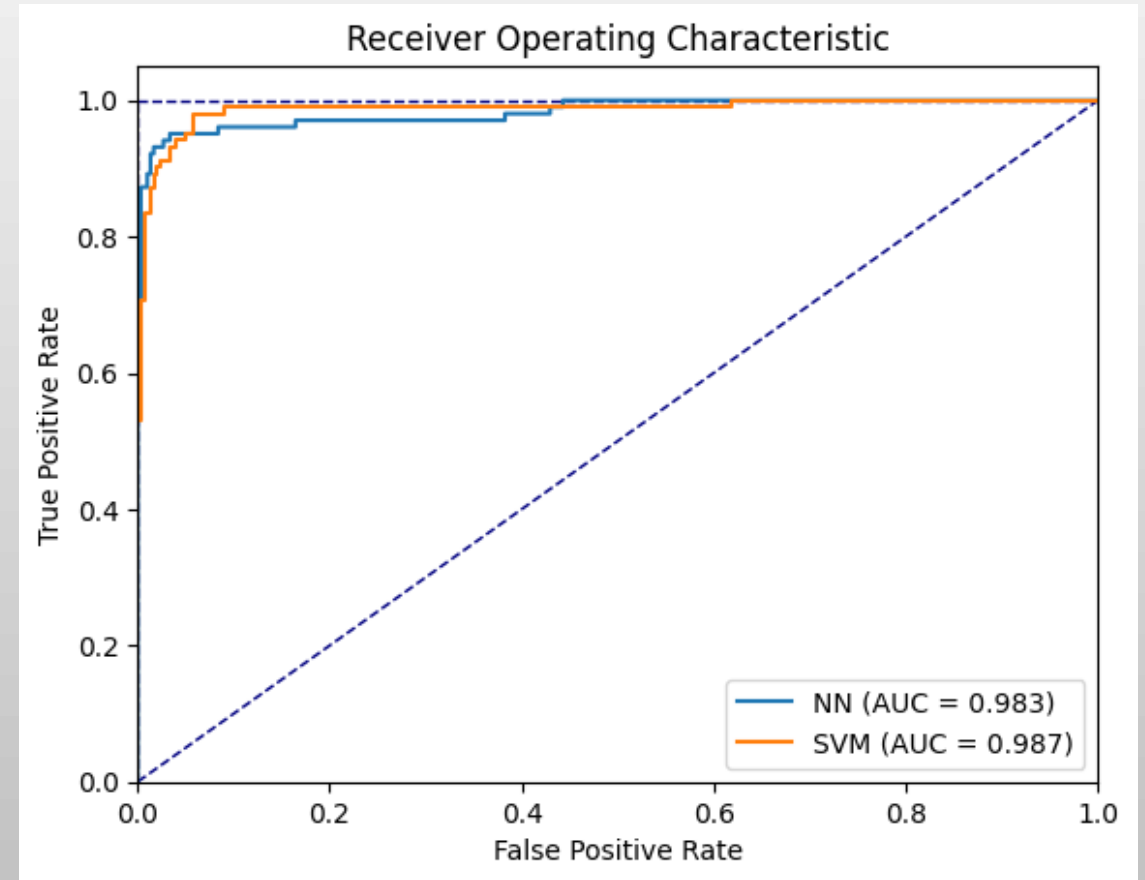
RISULTATI – CONFRONTO COMPLESSITÀ TEMPORALE

- **RETE NEURALE:** DECISAMENTE PIÙ LENTA AD ADDESTRARSI DI SVM
- **SVM:** TEMPI DI INFERENZA RIDOTTI MA COMUNQUE VICINI ALLA RETE NEURALE NN



RISULTATI – CURVE DI VALUTAZIONE (1)

- **CURVA ROC**
- **OTTIMI VALORI DI AUC PER ENTRAMBI I MODELLI**



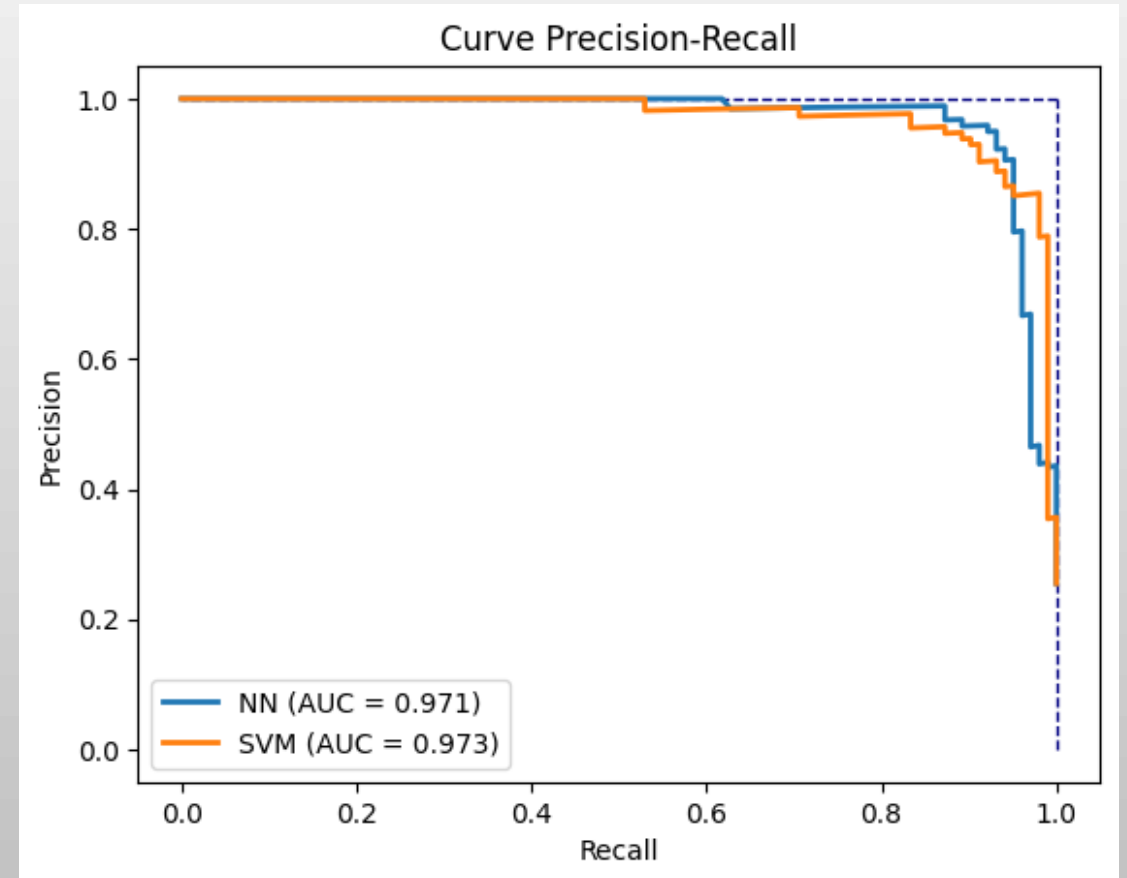
RISULTATI – CURVE DI VALUTAZIONE (2)

- **CURVA PRECISION-RECALL**

- OTTIMI VALORI DI **AUC** PER ENTRAMBI I MODELLI

- ADATTAMENTO DEL MODELLO ALLA **SPECIFICA APPLICAZIONE**

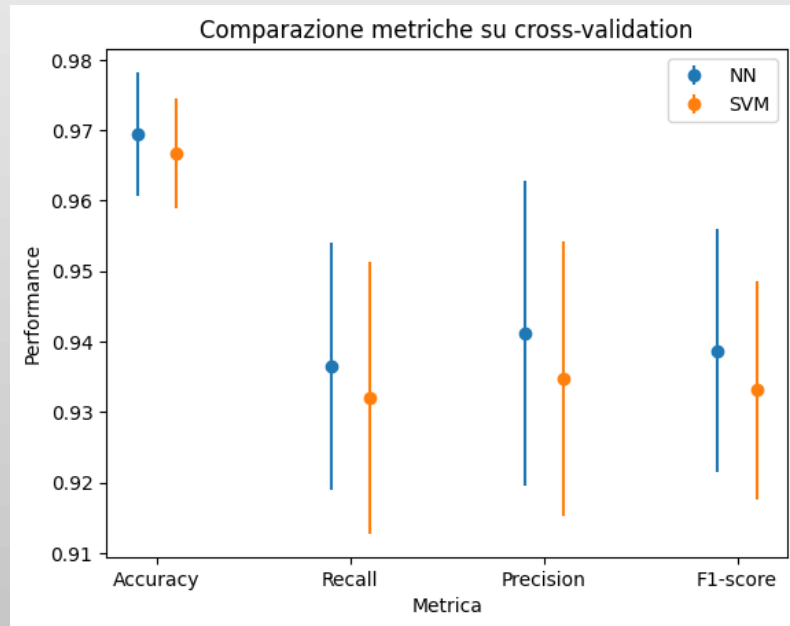
- MISSILI ANTINAVE: ***PRECISION ORIENTED***
- RICERCA NAVI DISPERSE: ***RECALL ORIENTED***



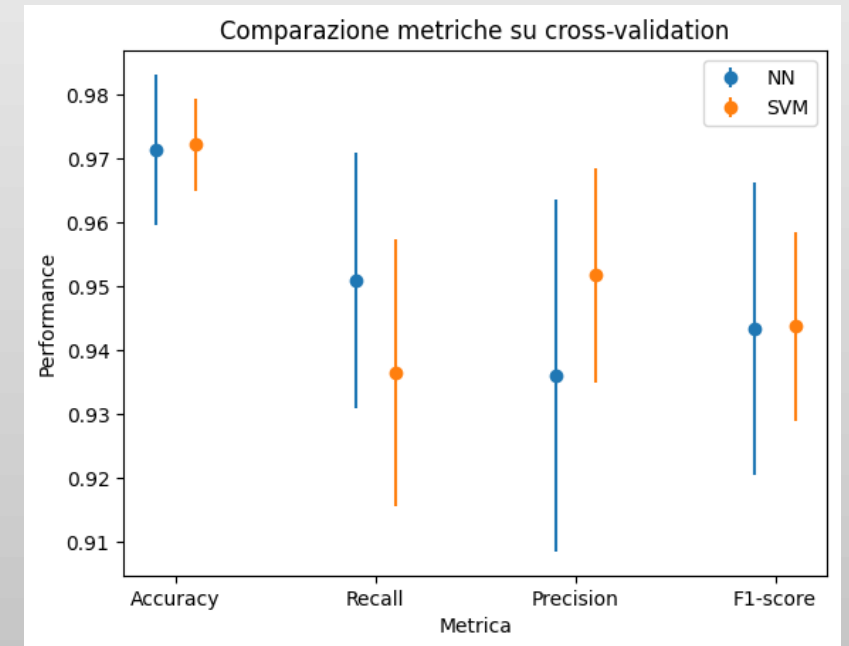
ABLATION – SCALA DI GRIGI VS RGB

- USANDO I DATI ORIGINALI **RGB** ABBIAMO RI-RICERCATO I MIGLIORI **IPERPARAMETRI** PER ENTRAMBI I MODELLI E LI ABBIAMO RI-PROVATI:

PERFORMANCE
SCALA DI GRIGI:



PERFORMANCE
RGB:



- SI OSSERVANO RISULTATI PARAGONABILI → LA SCELTA DEL PREPROCESSING CORRETTA