

# STIMA DELLA BATIMETRIA COSTIERA

CON MACHINE LEARNING E IMMAGINI SATELLITARI

Thursday 20<sup>th</sup> February, 2020

Dott. Filippo Tonion  
Prof. Francesco Pirotti



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

Territorio  
Ecologia  
Recupero  
Risorsa  
Ambiente

**TERRA SRL**

# Introduzione

## Batimetria - Definizione

La branca dell'oceanoografia che si occupa della misura della profondità e dello studio morfologico dei fondali marini.

La batimetria risulta particolarmente importante per misurare l'entità dei fenomeni di erosione e deposizione in ambiente costiero.

## Strumenti tradizionali

- Ecoscandagli di precisione - Single beam o Multi beam
- GPS e/o software integrati per gestione misure
- Imbarcazioni

Tale modalità consente di acquisire dati ad alta precisione per l'area di interesse

## Batimetria 2

### Limitazioni

Le principali limitazioni della batimetria tradizionale sono:

- **Costi.** Spese elevate per lo svolgimento di rilievi
- **Area di analisi.** Talvolta difficile gestione aree vaste per tempi e costi
- **Tipologia di informazione.**

### Batimetria da Satellite

La **stima** della profondità dell'acqua può essere fatta con :

- **Modelli Empirici.** Come il modello di Jupp o il modello di Stumpf
- **Modelli fisici** Che considerano ad esempio moto ondoso, granulometria sedimento... ecc.
- **Machine e Deep Learning**

# Machine Learning

## Batimetria da satellite - Vantaggi

- **Costi contenuti.**
- **Estensione delle analisi**

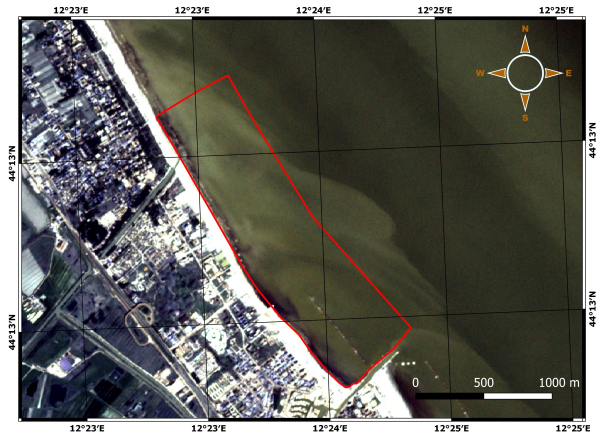
Il Machine Learning (ML) è una branca dell'intelligenza artificiale che comprende diversi modelli di analisi dei dati.

## Algoritmi

- Decision Trees
- Neural Networks
- Random Forest
- Support Vector Machine
- ...

# Materiali e Metodi

# Area di studio

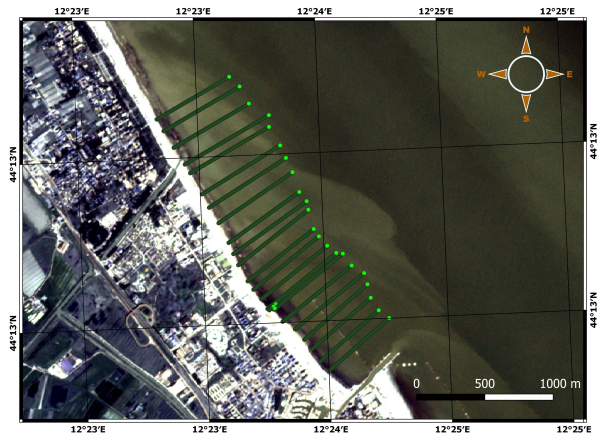


L'area di studio è situata a nord del porto di Cesenatico (FC) ed è estesa circa 1.78 km<sup>2</sup>

# Dati da Rilievo

Territorio  
Ecologia  
Recupero  
Risorsa  
Ambiente

TERRA SRL



La raccolta dati è avvenuta in data 26 Aprile 2018. Il range di profondità considerato è stato 0m - 5m. Le misurazioni sono state fatte lungo transetti a partire dalla spiaggia.



## Dati Multispettrali

- **Landsat 8.** Bande 2-11. Risoluzione spaziale da 15m a 100m. Risoluzione spettrale da visibile a SWIR
- **Sentinel 2.** Bande 2-12. Risoluzione spaziale da 10m a 60m. Risoluzione spettrale da visibile a SWIR
- **PlanetScope.** Bande 1-4. Risoluzione spaziale 3m. Risoluzione spettrale da visibile a NIR

I dati dalle diverse piattaforme satellitari sono stati acquisiti per il giorno 26 aprile 2018, in modo che potessero essere comparati con i rilievi in mare.

# Elaborazione dei dati

## Amplificazione delle variabili

I dati satellitari da diverse piattaforme sono stati sottoposti ad un processo di amplificazione.

**A partire dalla riflettanza delle bande sono stati elaborati nuovi indici (combinazioni di bande)**

## Variabili predittori

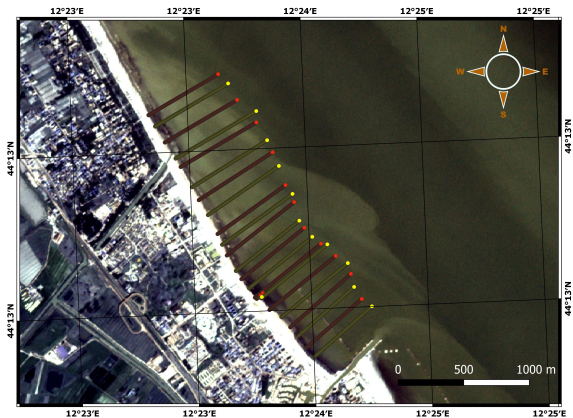
- NDVI.  $\frac{(\sigma_8 - \sigma_4)}{(\sigma_8 + \sigma_4)}$
- MNDWI  $\frac{(\sigma_3 - \sigma_{12})}{(\sigma_3 + \sigma_{12})}$
- + Combinazione di bande

In totale sono state estratte 53 variabili per la predizione della profondità.

# Elaborazione dei dati2

## Training e Validation

Per tutti i punti di profondità misurata è stato estratto il valore di ciascuna delle 53 variabili



# Algoritmi e Tuning

## Modelli ML

- **Random Forest (RF)**
- **Support Vector Machine (SVM)**

Per RF il tuning dei parametri è potuto avvenire in modo automatico variando i parametri  $n_{tree}$  (numero di alberi decisionali) e  $mtry$  (numero di variabili da considerare)

## Metriche

La stima dell'incertezza è stata fatta sul set validazione, confrontando profondità misurata e stimata, con:

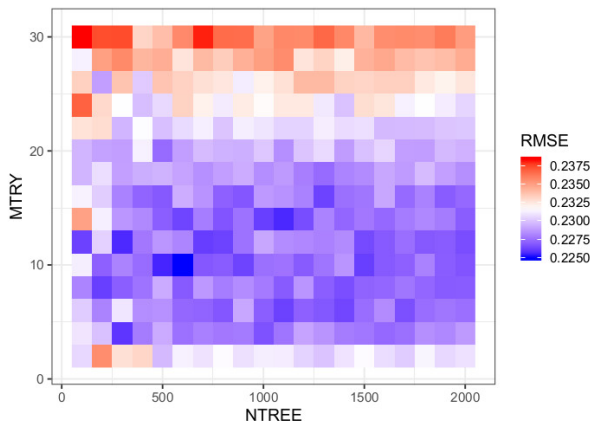
- **Root Mean Square Error (RMSE)**
- **Mean Average Error (MAE)**

# Risultati ed Analisi

# RF Tuning

## RF parametri

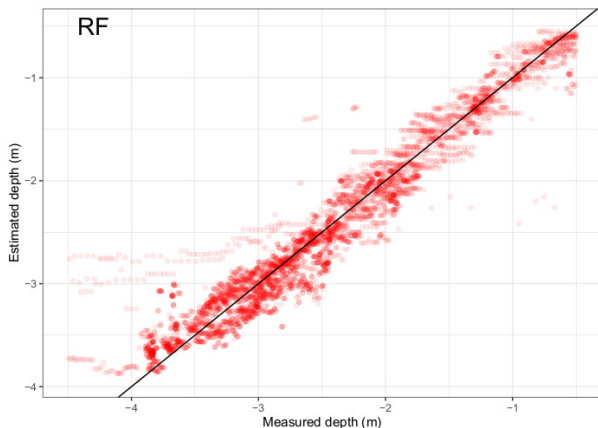
Il processo di taratura del modello RF ha portato all'utilizzo di  $n_{tree} = 600$  e  $m_{try} = 10$



# Risultati 1

## Random Forest

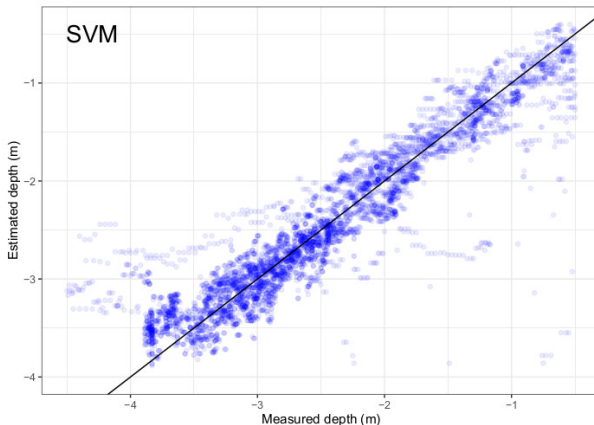
In termini di errore RF ha permesso di ottenere **RMSE=0.228m** e **MAE=0.158m**. Coefficiente di regressione  $R^2 = 0.97$ .



# Risultati 2

## Support Vector Machine

In termini di errore SVM ha permesso di ottenere **RMSE=0.409m** e **MAE=0.226m**. Coefficiente di regressione  $R^2 = 0.89$ .

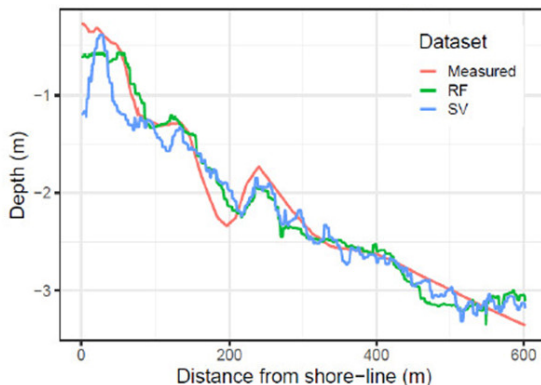




## Risultati 3

### Transetti

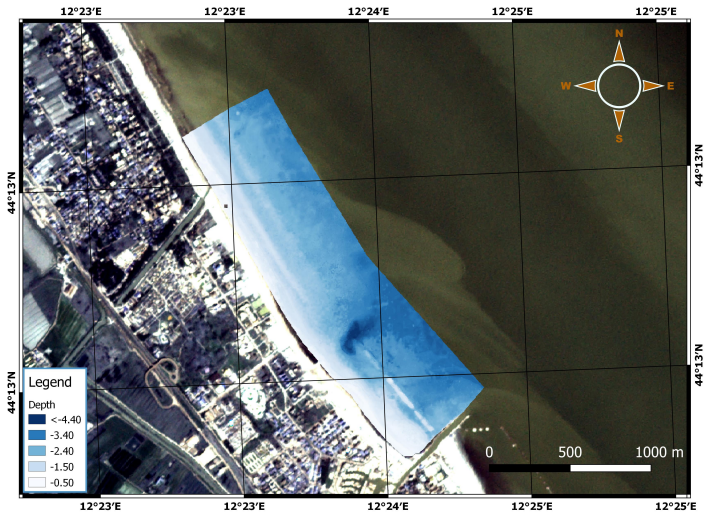
La predizione delle lungo le sezioni longitudinali ha permesso di riscontrare una buona conformita' dei risultati con la realtà misurata.



## Risultati 4

Territorio  
Ecologia  
Recupero  
Risorsa  
Ambiente

TERRA SRL



# Conclusioni

# Conclusioni

## Batimetria da satellite

Strumento utile di supporto ai metodi di rilievo tradizionali. I risultati delle stime sono particolarmente buoni. In particolare:

- **Random Forest (RF)**. ha permesso di ottenere errori molto più contenuti
- **Support Vector Machine (SVM)**. errori maggiori ma possibilità di miglioramento con utilizzo di kernel per data transforming

## Lavori futuri

- Testare la metodologia su altre zone e con tipologie di dati da satellite differenti.
- Testare modelli di ML differenti (XGB, Neural Network..)

# GRAZIE PER L'ATTENZIONE

