

RICERCA DI FIRME SPETTRALI: CLASSIFICAZIONE, ELABORAZIONE E AUTOMAZIONE

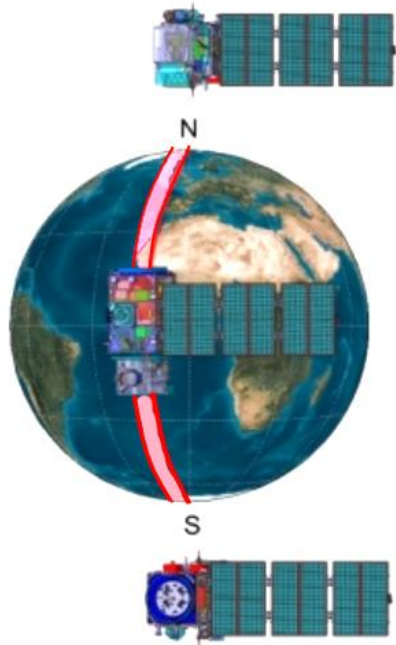
MARLESS WP3 | ARPA-FVG CRMA | REGIONE FVG |

Dott. Stefano Miniussi

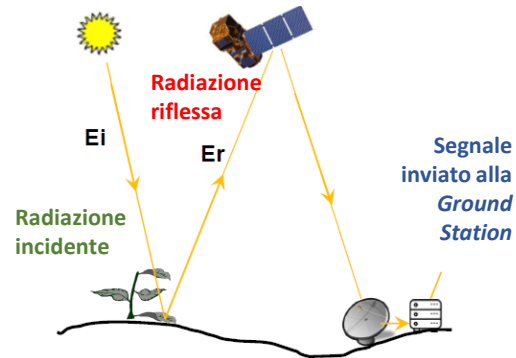
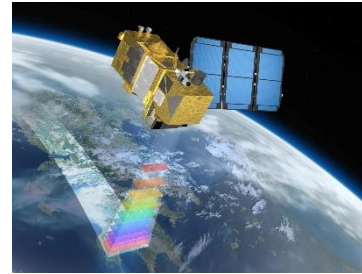
Seminario interno ARPA-FVG/Regione FVG
Palmanova (UD), 12-10-2022

Breve promemoria: La Missione Sentinel-2

Come operano i satelliti Sentinel-2



Orbita: un passaggio alle medie latitudini sopra la stessa area (*revisit time*) ogni **2 - 3 giorni**



Modalità di acquisizione: Sensore passivo, colleziona luce riflessa, modalità *Push broom scanner*



Detector:

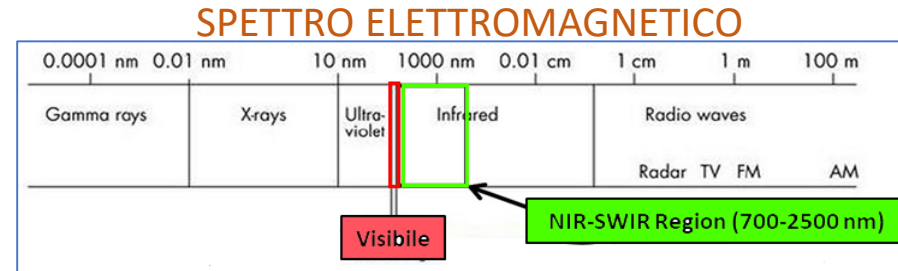
MSI (MultiSpectral Instrument)

Camera con sistema di ottiche per raccogliere la luce riflessa

- 13 bande spettrali
Strumento **MULTISPETTRALE**
- Visibile, IR (VNIR, SWIR)

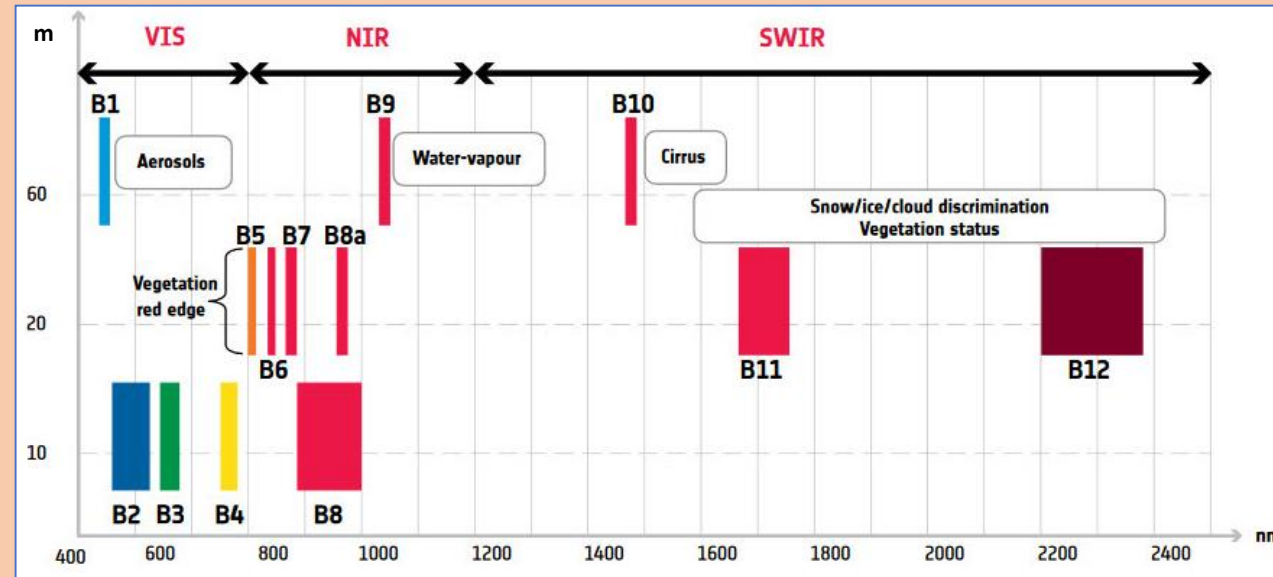
Breve promemoria: La Missione Sentinel-2

Cosa «vede» la camera MSI

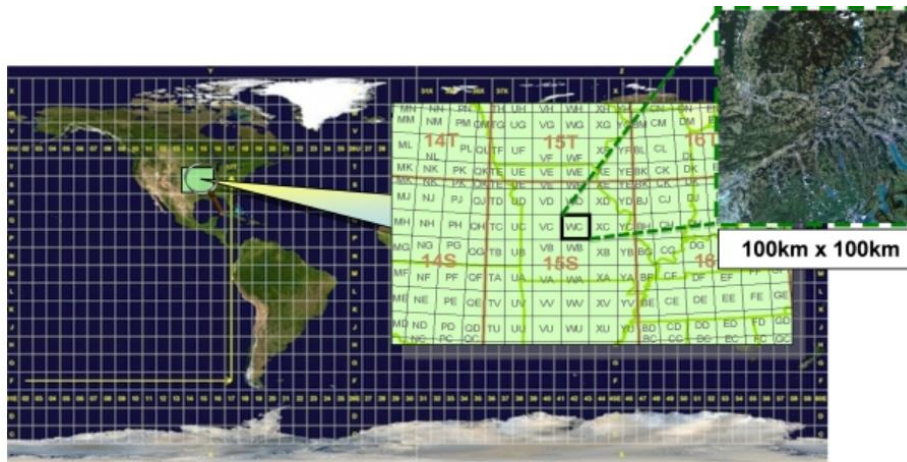


DISPOSIZIONE BANDE MSI SUDDIVISE PER RISOLUZIONE SPAZIALE

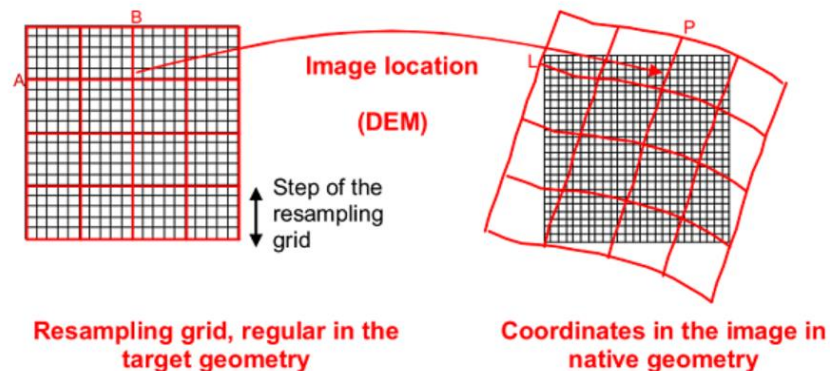
Risoluzione
Spaziale



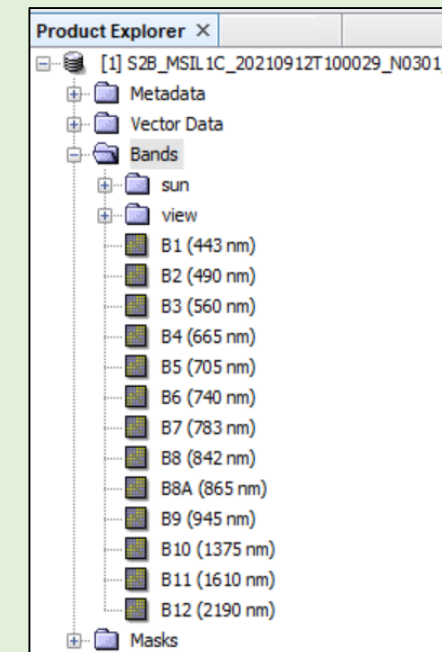
Breve promemoria: Come sono organizzati i dati Sentinel-2



Level-1C product tiling



Contenuto di un file scaricato dallo SciHub**

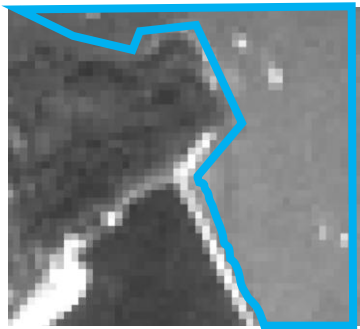


File zip al cui interno trovo:

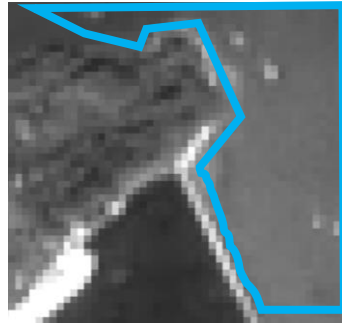
- Metadati
- Dati ausiliari
- Immagini .tif (*raster*)

** <https://scihub.copernicus.eu/>

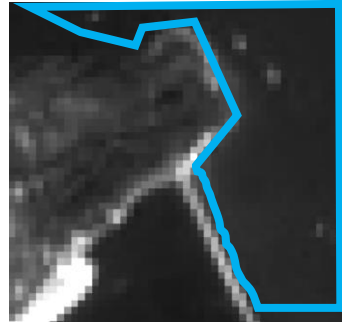
Breve promemoria : COME SI COSTRUISCONO LE FIRME SPETTRALI



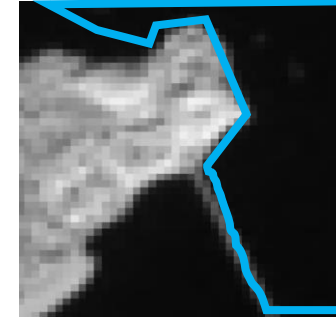
BLUE



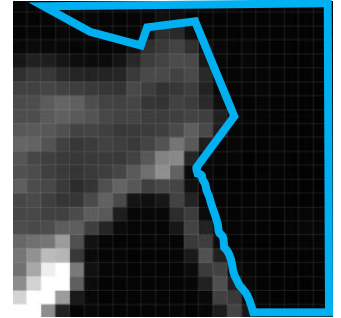
GREEN



RED



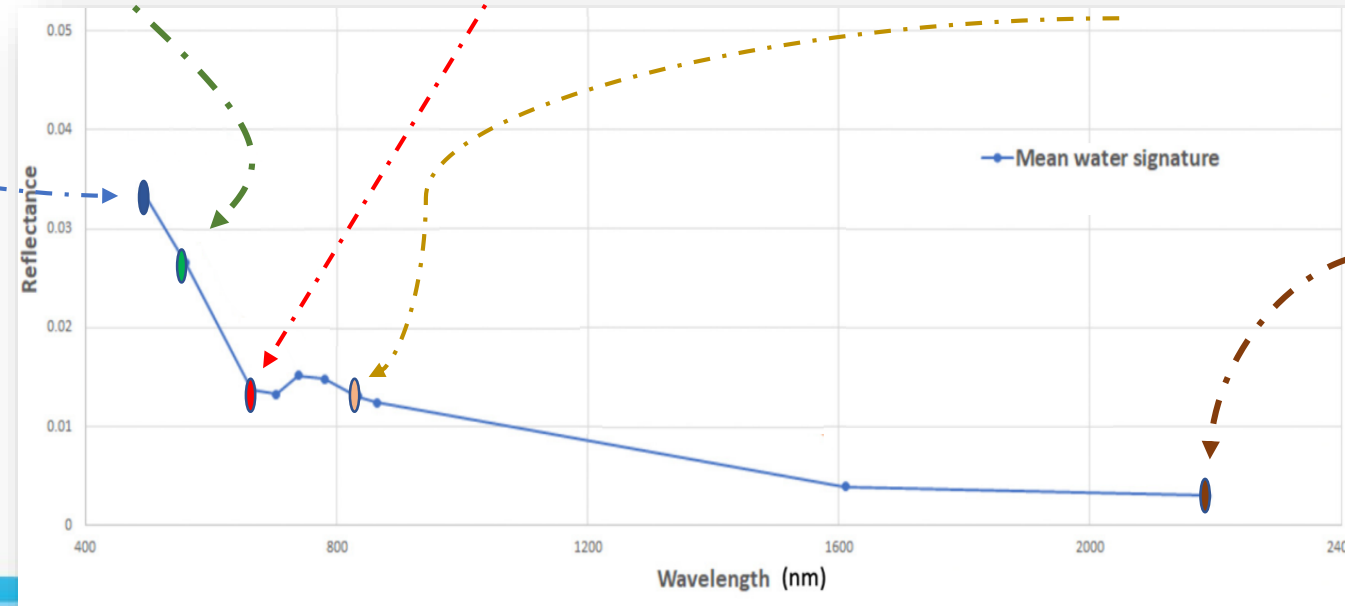
B8 - NIR



B12 - SWIR

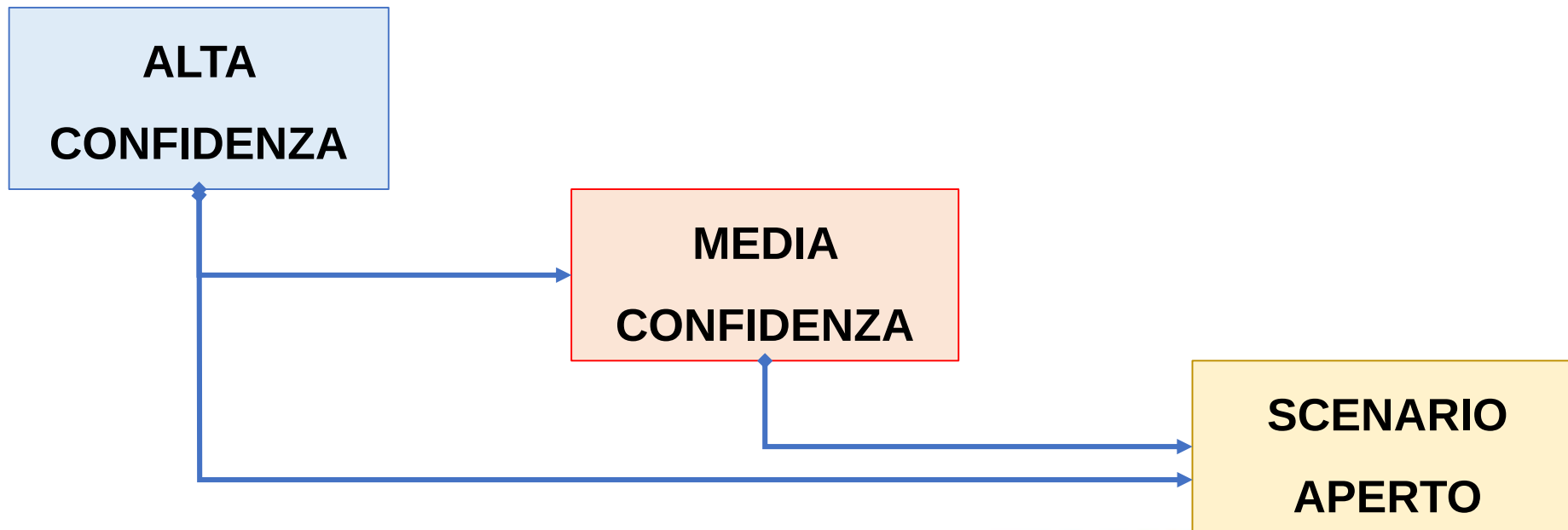
Mean pixel spectra of seawater

Adapted from:
Topouzelis et al,
*Remote Sensing of Sea
Surface Artificial Floating
Plastic Targets with Sentinel-
2 and Unmanned Aerial
Systems. ML project 2019*



CLASSIFICAZIONE

Scopo: le firme spettrali permettono di riconoscere un oggetto all'interno di un pixel anche se quell'oggetto *non è otticamente risolto* a causa della limitata estensione o del limite di risoluzione spaziale intrinseco della camera MSI.



CLASSIFICAZIONE CASI STUDIO

ALTA CONFIDENZA (segnali puri)

Firme spettrali per le quali l'origine del segnale visto in ogni pixel è *certa*.

Criteri:

- **Fedele riscontro visivo:**

Sono disponibili riscontri fotografici o visivi del soggetto di studio che lo mostrano in condizioni ambientali vicine nel tempo o comunque simili al momento del passaggio dei Sentinel-2.

- **Estensività del soggetto:**

L'oggetto di studio è particolarmente esteso, copre in maniera uniforme il contenuto di un pixel a 10m di risoluzione.

- **Staticità del soggetto:**

L'oggetto di studio non si muove nel tempo nè si degrada/altera, permettendo la raccolta di più firme spettrali sotto diverse condizioni atmosferiche e di illuminazione.

CLASSIFICAZIONE CASI STUDIO

MEDIA CONFIDENZA (segnali misti)

Firme spettrali per le quali l'origine del segnale visto in ogni pixel è alterata da elementi di disturbo provenienti da segnali puri.

Criteri:

- **Fedele riscontro visivo:**

Sono disponibili riscontri fotografici o visivi del soggetto di studio che lo mostrano in condizioni ambientali vicine nel tempo o comunque simili al momento del passaggio dei Sentinel-2.

- **Soggetto disperse e sottodimensionato:**

L'oggetto di studio copre uno o pochi pixel senza occuparli interamente in estensione. Vi è inoltre la presenza di più di un materiale nello stesso pixel

- **(Staticità del soggetto):**

L'oggetto di studio non si muove nel tempo nè si degrada/altera, permettendo la raccolta di più firme spettrali sotto diverse condizioni atmosferiche e di illuminazione.

CLASSIFICAZIONE CASI STUDIO

SCENARIO APERTO (segnali caotici)

Firme spettrali per le quali il segnale presente in ogni pixel si riferisce a segnali precedentemente catalogati o a segnali la cui attribuzione va considerata dubbia.

Criteri:

- **Spiagge monitorate dai partner di progetto:**

Luoghi in cui è nota la presenza di Marine Litter di varia origine da dati raccolti sul campo.

- **Hotspot individuati dalla modellistica:**

Luoghi in cui è segnalata una significativa presenza di ML dai risultati della modellistica.

http://interreg.c3hpc.exact-lab.it/MARLESS/Spectra_html/Akey_List.html









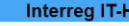


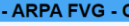
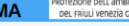




























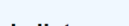












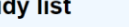




























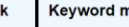














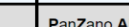














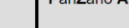




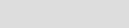
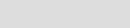


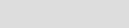
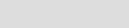


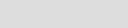


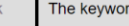




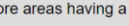
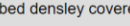




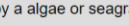
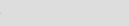



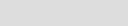


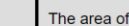





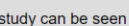




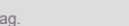
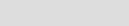



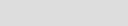










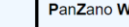
















```
(Sentinel Python39) [miniussis@login ANALYSIS]$ tree -L 2
```

CASE STUDIES

ACTS
 BA10
 BARB
 BCTS
 BRIO
 BWRK
 CCTS
 DCTS
 FBSW
 FHCI
 FHCL
 FISH
 FOSS
 FSNT
 LIGB
 LSBW
 MDII
 MNSB
 MNVW
 MTLs
 NOCT
 OUTS
 PBSO
 PP19
 PZAL
 PZSW
 PZWD
 RNAO
 SEAW
 SHIP
 TEST
 TGLA
 TSHP
 ZCTS

```
%/ %%,
%/%/ %%%##
#%%%%%%%%% (%%%%%%%%%
%%%%%%%%%, %%%%%%%%%%
%/%/ %%%( %%%
%/%/ %%%%/ %%%
%/%/ %%%%/ %%%
%/%/ %%%%/ %%%
%/%/ %%%. %%%
%%%%%%%%%( .%%%%%%%%%
#%%%%%%%%%/ %%%%.
*%/%/ %%%
###* / %%%
##### %%% www.
/#####/ %%%
#####/ %%%
(/ %%%
%/%.
```



www.carniaindustrialpark.it

gnbbolr@exact-jep.rr
 fol gyl lednegrz' bjezge mlrfe fo
 exact jep - mm'exact-jep.rr

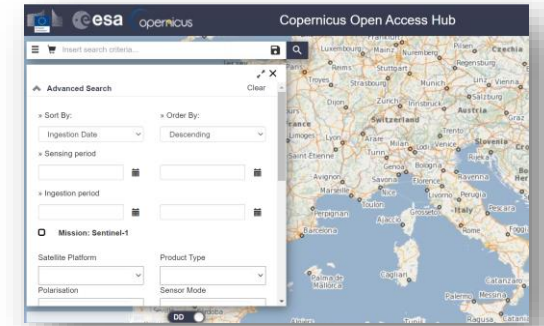
ELABORAZIONE CASI STUDIO

FASE 1: DETERMINAZIONE POLIGONI DI STUDIO

Esempio: Alghe sommerse vicino le coste



FASE 2: DOWNLOAD DEI DATI

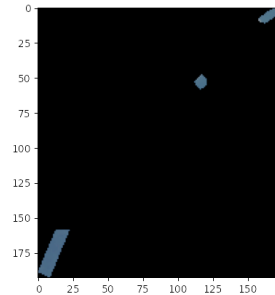


<https://scihub.copernicus.eu/>

- ✓ Procedura automatizzata con script  python™
- ✓ Selezione automatica immagini con copertura nuvolosa < 40%
- ✓ Archiviazione dei file scaricati nel Cluster C3HPC

ELABORAZIONE CASI STUDIO

FASE 3: PRE-PROCESSAMENTO



- Ritaglio dell'immagine
- Correzione atmosferica



ACOLITE

FASE 4: POST-PROCESSAMENTO

Elaborazione della
firma spettrale
del caso studio

Processo iterativo
di controllo e
selezione dei pixel
fino a raggiungere
una «buona» firma
spettrale



- 1) Mean Spectra plots
 - Show plots
- 2) Multi Spectra plots
 - Show plots
- 3) Badgood plots
 - Show bad plots
 - Show good plots
 - Show temp mean plots
 - Show heatmpas

ELABORAZIONE CASI STUDIO

FASE 4: POST-PROCESSAMENTO



1) Mean Spectra plots

- Show plots

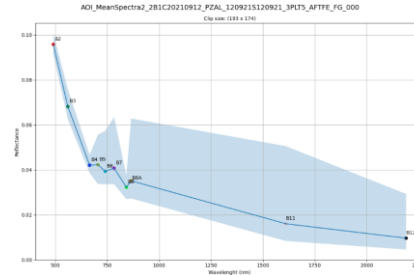
2) Multi Spectra plots

- Show plots

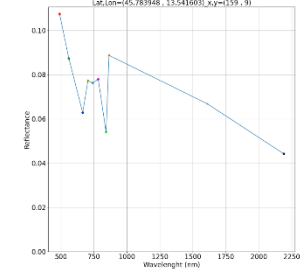
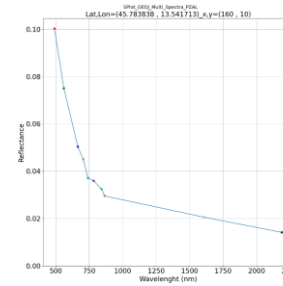
3) Badgood plots

- Show bad plots
- Show good plots
- Show temp mean plots
- Show heatmpas

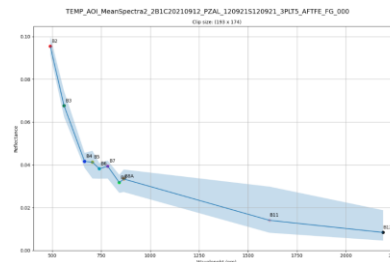
1. Calcolo
spettro
medio



2. Produzione degli spettri di ogni
pixel e scarto dei «bad spectra»



Spettro
soddisfacente?



Esempi di «bad spectra»

Sx: Spettro riconducibile all'acqua di mare.

Dx: spettro di oggetto ancora ignoto, *da investigare!*

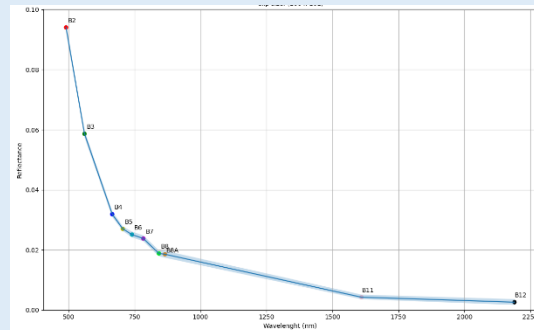
3. Ricalcolo
spettro
medio



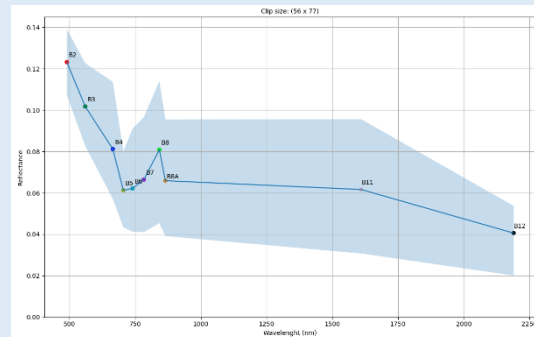
ELABORAZIONE CASI STUDIO

ALTA CONFIDENZA

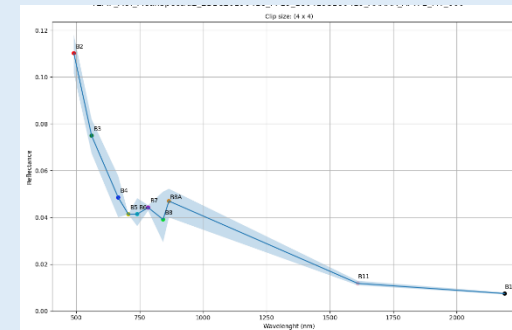
- Acqua di mare a batimetria > 5 m



- Dighe frangiflutti

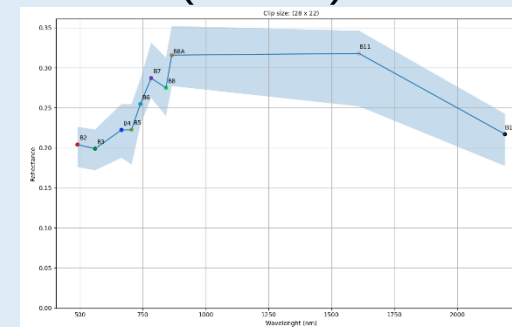


- Zattera di plastica PL19



Topouzelis et al. Remote Sensing of Sea Surface Artificial Floating Plastic Targets with Sentinel-2 and Unmanned Aerial Systems (Plastic Litter Project 2019). *Remote Sensing*. 2020; 12(12):2013. <https://doi.org/10.3390/rs12122013>

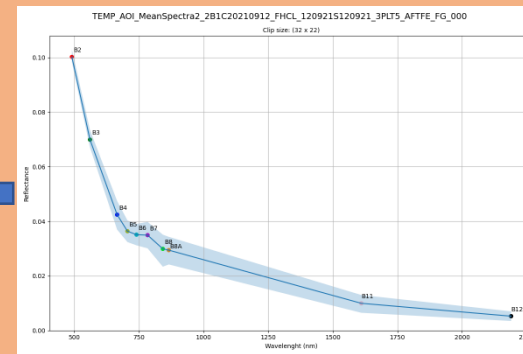
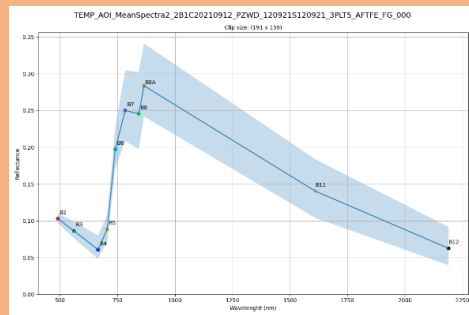
- Sabbia (ciottoli)



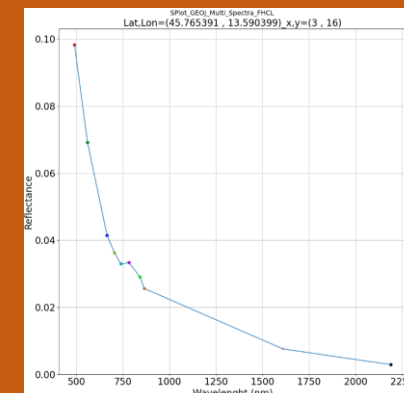
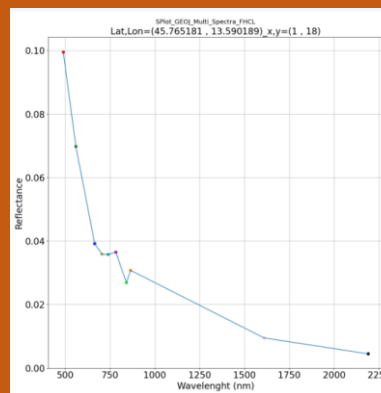
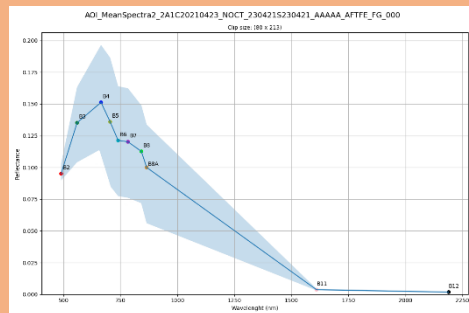
ELABORAZIONE CASI STUDIO

MEDIA CONFIDENZA

- Alghe in bassi fondali vicino le coste
- Cerchi di plastica delle pescaculture



- Filamenti di Noctiluca Scintillans



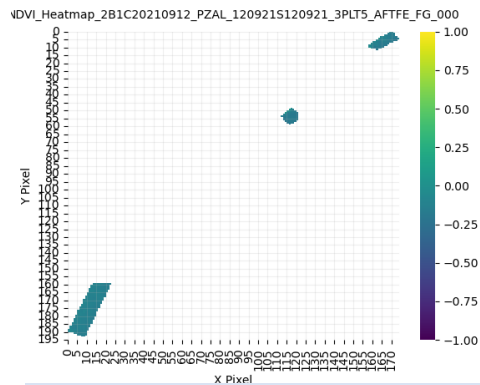
ELABORAZIONE CASI STUDIO

FASE 4: POST-PROCESSAMENTO

Una volta validati i pixel
del caso studio genero
informazioni accessorie



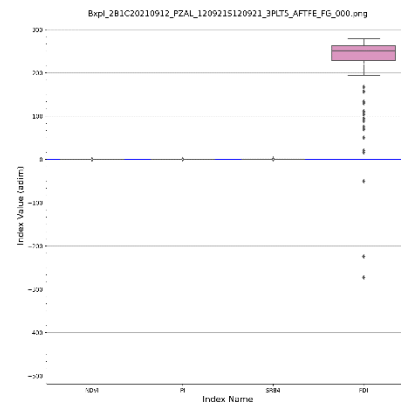
INDICI AMBIENTALI



NDVI, PI, NDWI, FDI ...



BOXPLOT STATISTICA DEGLI INDICI

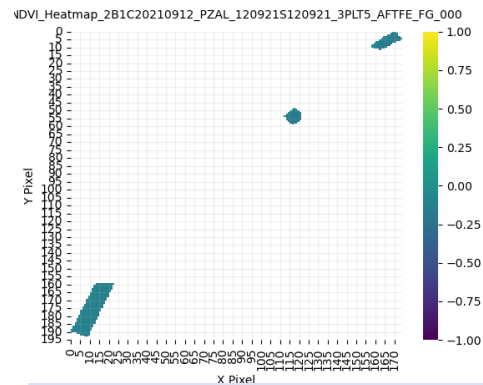


ELABORAZIONE CASI STUDIO

FASE 4: POST-PROCESSAMENTO

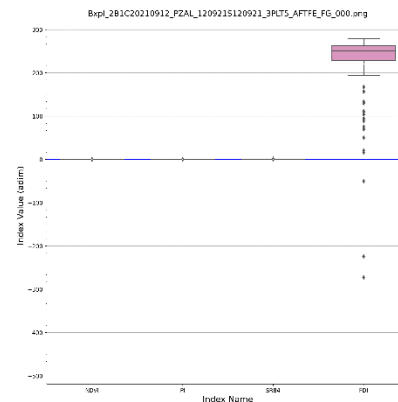
Una volta validati i pixel
del caso studio genero
informazioni accessorie

INDICI AMBIENTALI



NDVI, PI, NDWI, FDI ...

BOXPLOT STATISTICA DEGLI INDICI



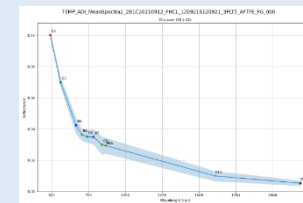
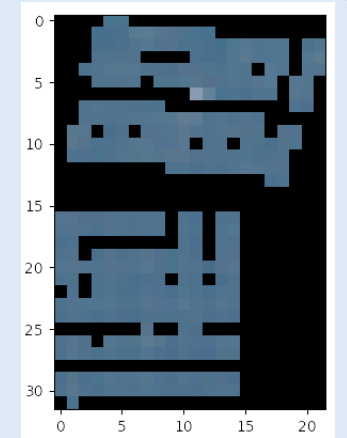
FHCL IDENTIKIT

FisH farming CircLes

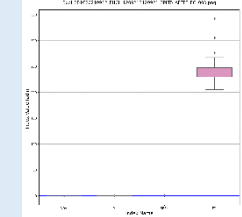
Acquisition time: 12-09-2021 , 10:00:05

ROI: Multipolygon

Parameters: AC corr: ...
Env condi: ...
Sub-key:

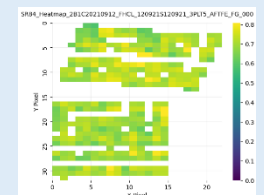
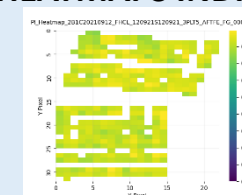
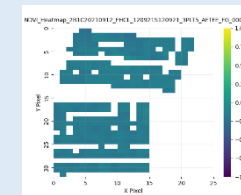


FIRMA SPETTRALE



BOXPLOT INDICI

HEATMAPS INDICI



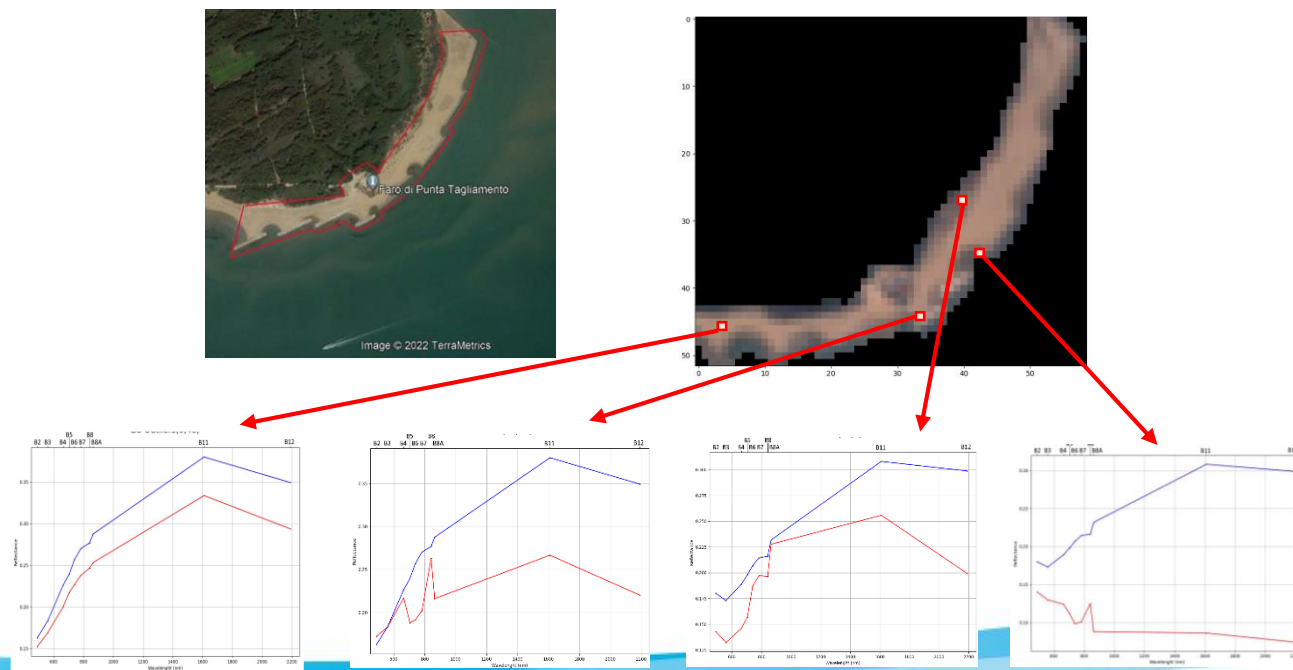
WORKING IN PROGRESS, SARANNO
PUBBLICATI NELLA PAGINA WEB

AUTOMAZIONE

ATTUALE PROCEDURA CORRENTE PER L'IDENTIFICAZIONE DI HOTSPOT

1. Estrazione con script Python dei pixel dell'area di studio

Esempio: studio della spiaggia «Punta Tagliamento» (>400 pixel!)

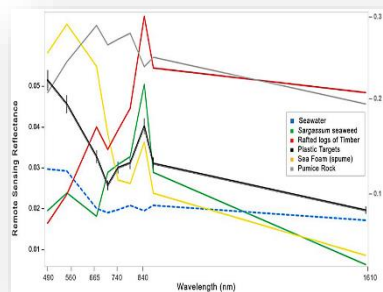


AUTOMAZIONE

ATTUALE PROCEDURA CORRENTE PER L'IDENTIFICAZIONE DI HOTSPOT

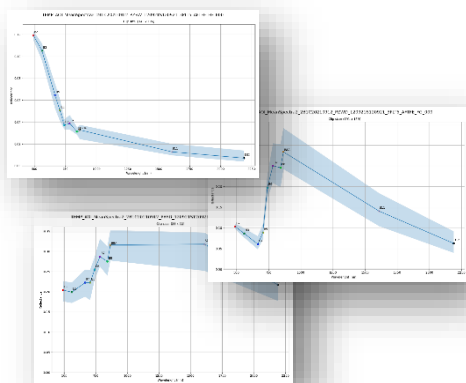
2. Classificazione di ogni pixel mediante confronto visivo con firme spettrali note

DA LETTERATURA

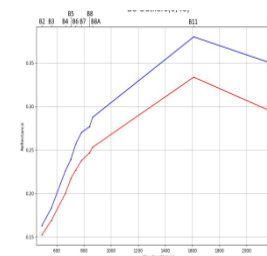


Biermann et. Al, Finding plastic patches in coastal waters using optical satellite data. *Sci. Rep.* **2020**, 10, 53–64.

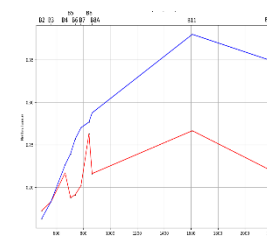
DA SPETTRI LOCALI



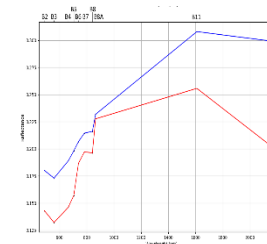
Confronto con
database spettrale



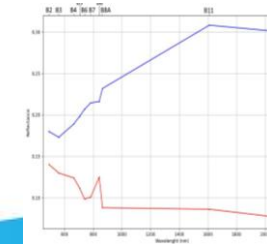
SABBIA



LEGNAME
SPIAGGIATO



MISTO
VEGETAZIONE
SABBIA

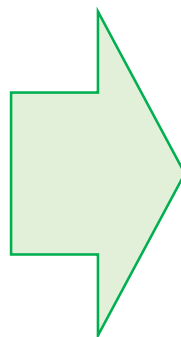


IGNOTO

AUTOMAZIONE

ATTUALE PROCEDURA CORRENTE PER L'IDENTIFICAZIONE DI HOTSPOT

- Umanamente gestibile solo su aree con pochi pixel
- Time consuming
- Non esente da errori di classificazione



NUOVA PROCEDURA PER L'IDENTIFICAZIONE DI HOTSPOT

Uso di tecniche di *machine learning*:

- Algoritmi di classificazione
- *Non supervisionata*
 - *Supervisionata*
- Permette di analizzare rapidamente aree molto estese
 - Non esente da errori di classificazione (necessario check umano, ma potenzialmente su meno pixel)

AUTOMAZIONE

CLASSIFICAZIONE NON SUPERVISIONATA (WORKING IN PROGRESS)



CLASSIFICAZIONE NON SUPERVISIONATA *K-MEANS*



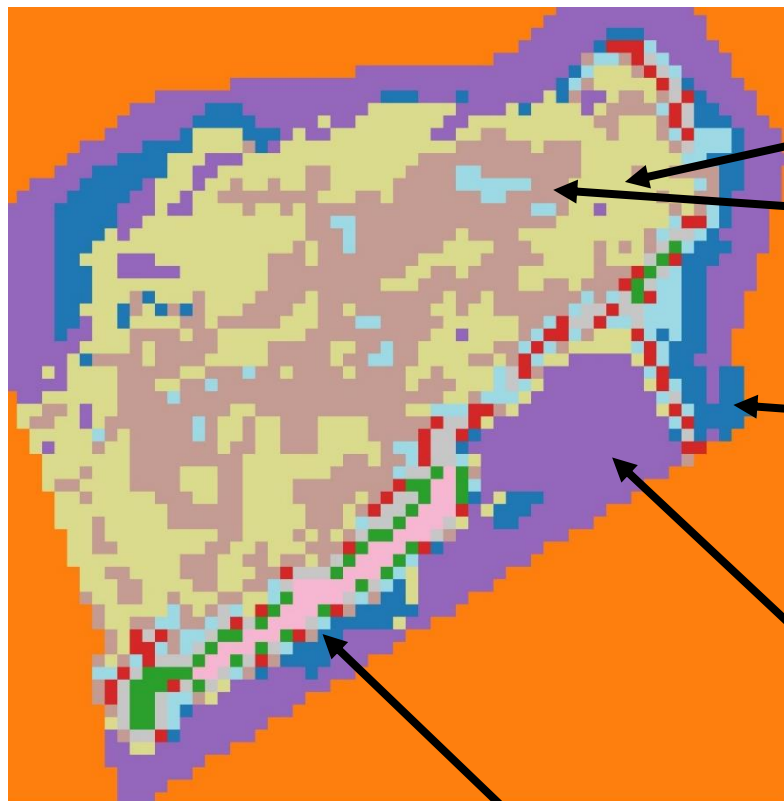
TECNICA DI MACHINE-
LEARNING IN CUI VENGONO
CREATI DEI GRUPPI
(*CLUSTER*) DI APPARTENENZA
DEI PIXEL.

QUANTI GRUPPI VENGONO
CREATI DIPENDE DALLA
«DISTANZA» STATISTICA TRA
I VARI SPETTRI.



AUTOMAZIONE

CLASSIFICAZIONE NON SUPERVISIONATA (WORKING IN PROGRESS)



1° tipo di
Vegetazione

2° tipo di
Vegetazione

Fondale
sabbioso
basso

Fondale
profondo o
basso con alghe

Zona della spiaggia contiene più tipi di pixel
(da indagare)

Aiuta a identificare le
classi di firme spettrali
potenzialmente coinvolte
Su grandi aree

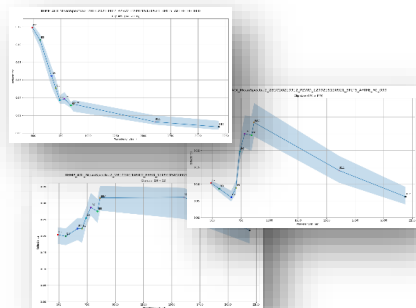
L'operazione di assegnazione
di una classe ai pixel avviene
a posteriori

Rimangono delle
ambiguità (es. zone
boschive classificate
come zone marine),
quindi necessita di una
indagine visiva

AUTOMAZIONE

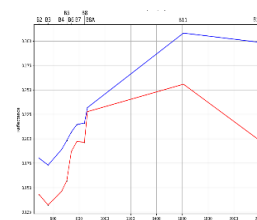
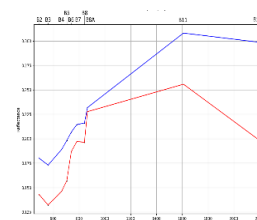
CLASSIFICAZIONE SUPERVISIONATA (SVILUPPO FUTURO)

SPETTRI LOCALI



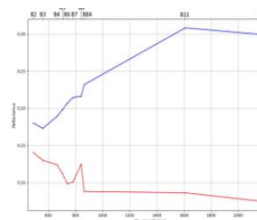
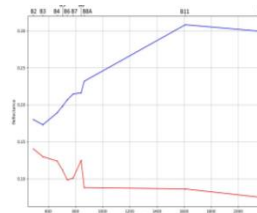
ALGORITMO
SUPERVISIONATO

SABBIA



MISTO
VEGETAZIONE
SABBIA

LEGNAME SPIAGGIATO



IGNOTO

La classificazione supervisionata è efficace solo se:

1. vengono forniti molti spettri per l'addestramento della rete neurale
2. L'affidabilità degli spettri è alta

GRAZIE PER L'ATTENZIONE