

**Il downstream nazionale  
tra presente e futuro:**  
un percorso condiviso con la comunità degli utenti

# OVERSEE: Mappatura delle Variabili Essenziali nella Protezione Costiera attraverso dati Iperspettrali PRISMA

Presenta: Emiliana Valentini (CNR ISP, affiliata IUSS)

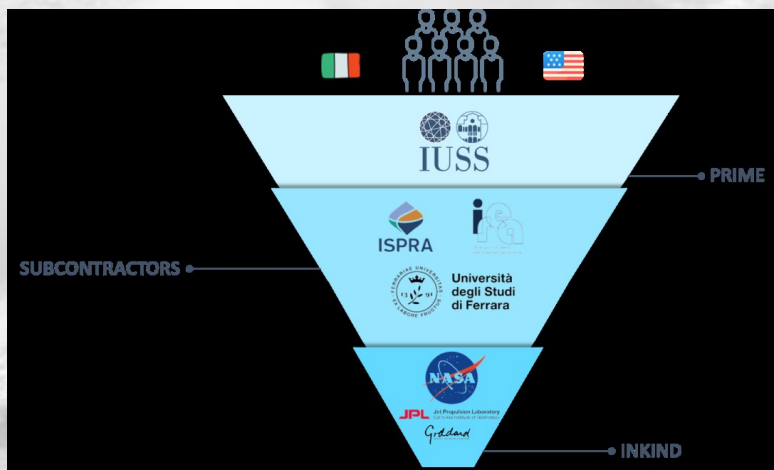
Autori: Serena Geraldini (ISPRA), Mariano Bresciani (CNR IREA), Paolo Ciavola (UNIFE), Andrea Taramelli (IUSS)  
e tutto il team di progetto

prisma**scienza**



# OVERSEE

GLOBAL ECV MULTISENSOR MAPPING FOR COASTAL ECOSYSTEM SERVICES PROTECTION



Nome organizzazione	Responsabile Scientifico	Membri coinvolti
Istituto Universitario di Studi Superiori di Pavia (IUSS)	Prof. Andrea Taramelli	Emiliana Valentini (CNR-ISP affiliata IUSS), Margherita Righini, Ignacio Gatti, Chiara Marinelli, Serena Sapio, Sara Liburdi, Gianmarco Barone, Federico Mattei, Behzad Zakizadeh
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA)	Dott. sa Serena Geraldini	Nico Bonora, Antonello Bruschi, Antonella Tornato
Istituto per il rilevamento elettromagnetico dell'ambiente – Consiglio Nazionale della Ricerca (CNR-IREA)	Dott. Mariano Bresciani	Claudia Giardino, Monica Pinardi, Alice Fabbretto
Università degli Studi di Ferrara (UNIFE)	Prof. Paolo Ciavola	Sabrina Terracciano, Paulo Cabrita, Enrico Duo, Stefano Fabbri, Riccardo Brunetta, Juan Montes Perez (U. Cadiz-affiliato UNIFE), Clara Armaroli (U. Bologna-affiliata UNIFE)
NASA Jet Propulsion Laboratory – (JPL) NASA Goddard Space Flight Center (GSFC)	Dr. Son Nghiem	Ann Raiho, Charles Miller, Benjamin Poulter



**GOLFO DI ORISTANO  
(SARDEGNA, MEDITERRANEO)**














**RISERVA UNESCO DELLE MANGROVIE DI  
CÀN GIÒ (VIETNAM)**



## Satellite data

### Oristano



Platform	Spectral resolution	Spatial resolution	Temporal resolution
	≤ 12 nm 240 bands	30 m (VNIR-SWIR) 5 m (PAN)	29 days
	C-band (5.405 GHz)	VV+VH or HH+HV	From 5x5m to 25x80m
	X-band (9.6 GHz)	HH, VV, HV, or VH	From 1-100 m

	Sensors		Targets
Imagery available in the Gulf of Oristano			
		2019/08/24 2019/08/25	Agricultural
		2022/05/24 2022/05/30	Coast
		2022/10/04	Coast
		2023/02/03	Coastal Urban
		2023/05/24	Coast Agricultural
	2023/08/08	Coast	



## Field data

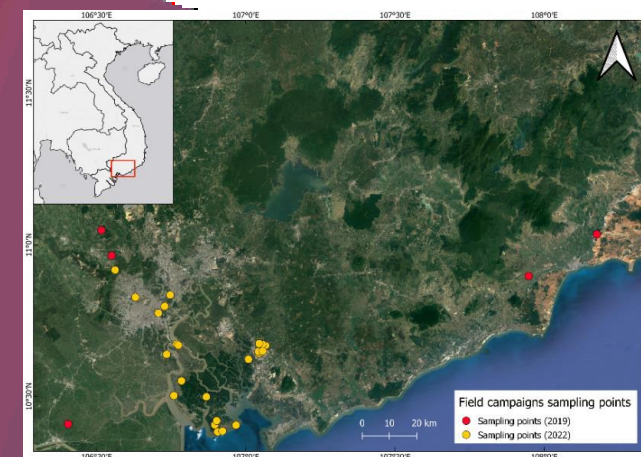


### Vietnam

Platform	Acquisition dates	Wavelength	Polarization and mode	Spatial resolution	Temporal resolutions
	08/10/2022 13/10/2022	X-band (9,6 GHz)	VV Stripmap HIMAGE	3m	16 days
	08/10/2015 19/10/2022	C-band	VV-VH Interferometric Wide Swath	15m	12 days

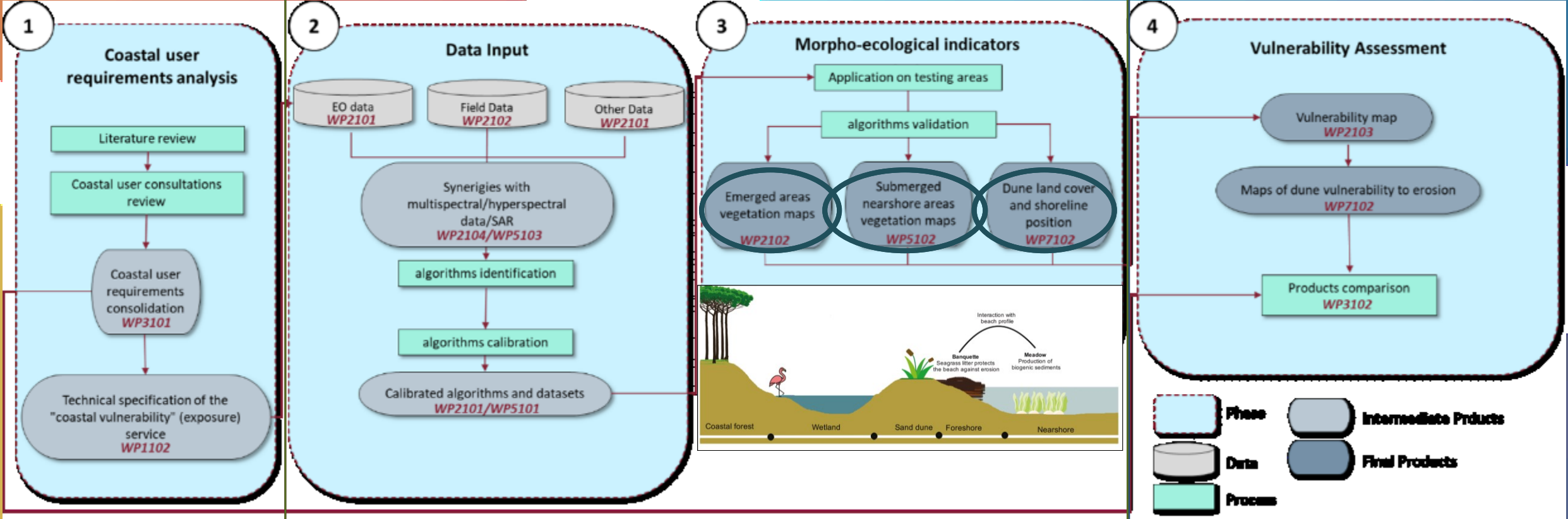
  

Platform	Acquisition dates	Spectral resolution	Level	Spatial resolution	Temporal resolution
	14/01/2021 07/02/2023	< 12 nm 240 bands	L2C	30 m	29 days
	07/01/2021 08/03/2023	From 15 to 175 nm 13 bands	L2A	10-60 m	5 days



TRL=2  
SRL=2

TRL=4  
SRL=4



## 1. Chi sono gli utenti?

- ✓ User Forum Nazionale Copernicus con il Tavolo nazionale marino-costiero e Tavolo della Valorizzazione
- ✓ Utenti locali coinvolti in tematiche relative alla fascia costiera (ARPA, Università, Servizi Tecnici)

## 2. Quali sono i parametri (legati al dato iperspettrale) su cui gli utenti hanno espresso interesse?

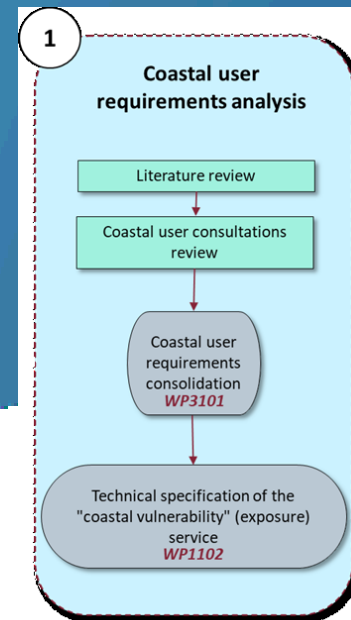
- ✓ Parametri ecologici
- ✓ Parametri geofisici e geomorfologici
- ✓ Parametri oceanografici

## 3. Quali sono i servizi tematici (downstream) su cui la comunità ha espresso interesse?

- ✓ Distribuzione degli habitat e tendenze al cambiamento (60% - importanza 5 - max)
- ✓ Monitoraggio della linea di costa, batimetria ed erosione costiera (50 % - importanza 5 - max)

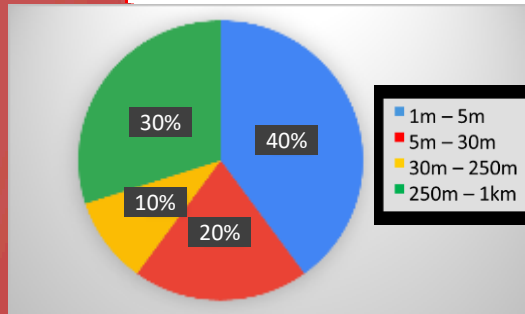
## 4. Dove si colloca il progetto OVERSEE nella logica utente-prodotto-servizio?

- ✓ Individuazione dei prodotti e servizi nazionali esistenti,
- ✓ Individuazione dei dati iperspettrali e dati *in situ* necessari alla realizzazione di prodotti accurati
- ✓ Analisi della soddisfazione degli utenti rispetto ai prodotti e dei 'gap' da colmare

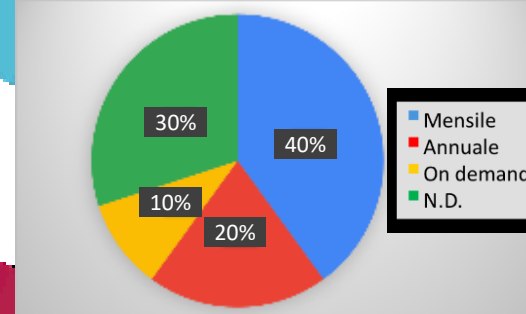


✓ Mappatura delle caratteristiche del fondo marino-costiero

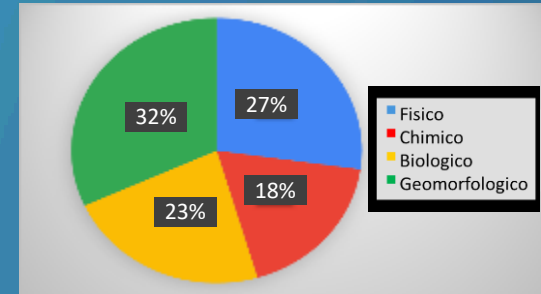
RISOLUZIONE SPAZIALE



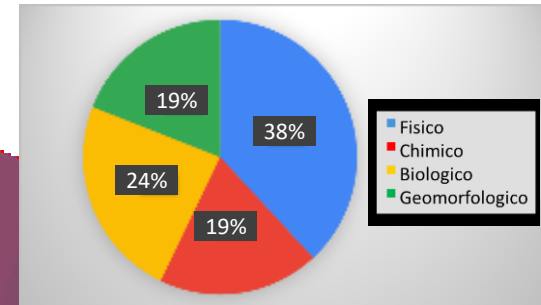
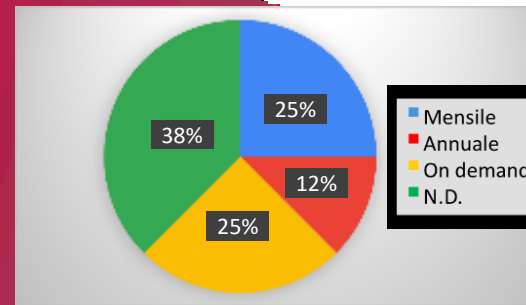
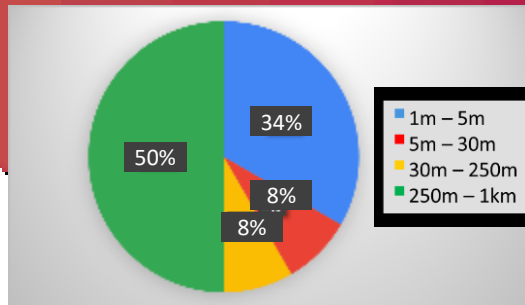
TEMPI DI LATENZA DEL DATO OT



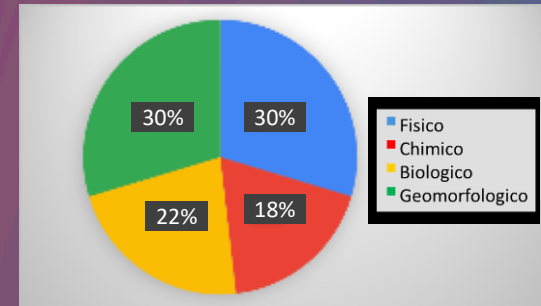
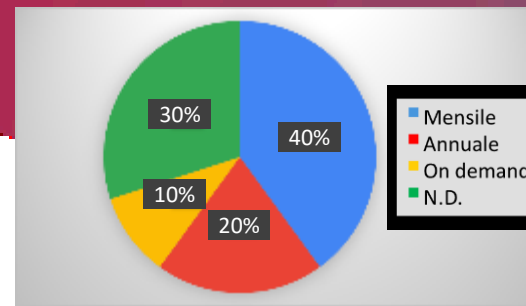
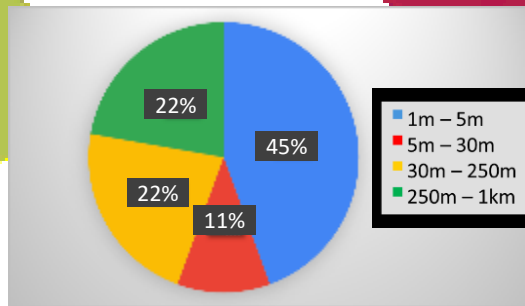
SETTORE APPLICATIVO DI INTERESSE



✓ Morfologia ed aspetti ecologici del sistema costiero



✓ Mappatura della linea di costa

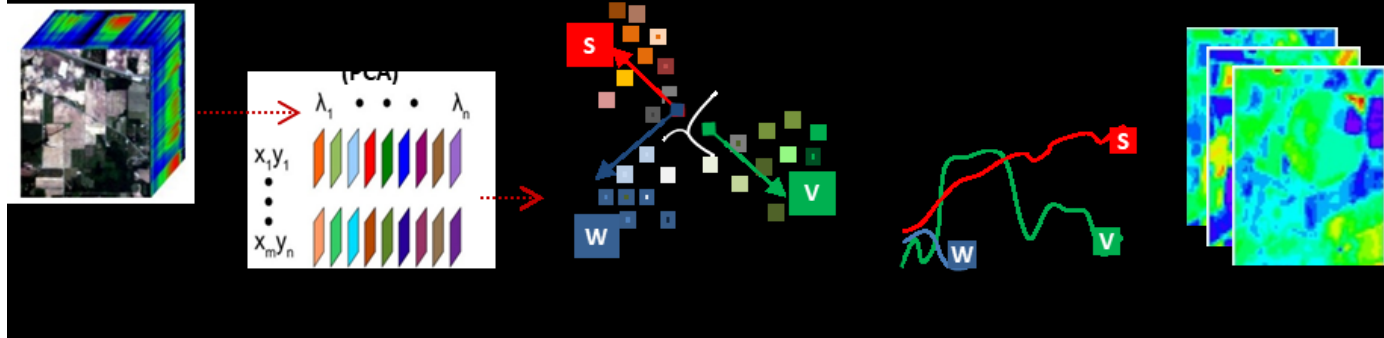


## Quali dati:

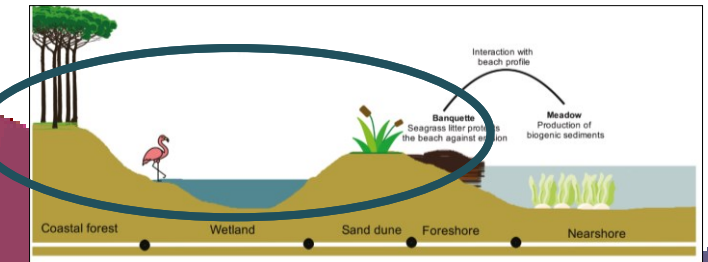
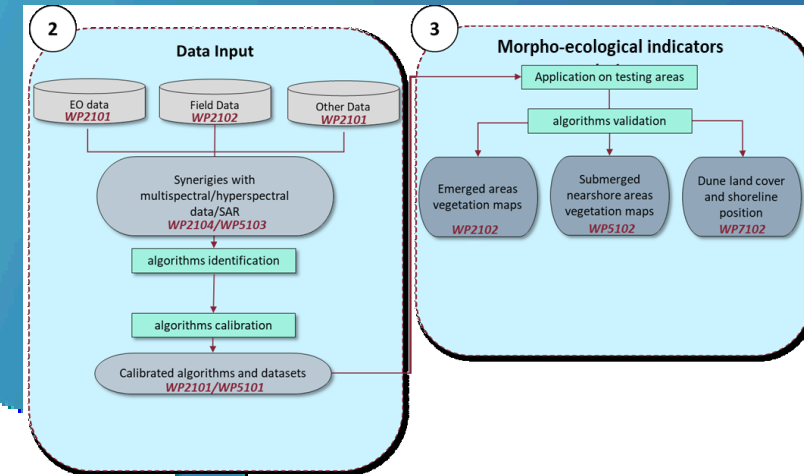
- ✓ Iperspettrale PRISMA e gapfilling con Sentinel 2 (soprattutto per Vietnam)
- ✓ Radar SAR Cosmo-SkyMed e Sentinel 1 (soprattutto per urbano)

## Quale Algoritmo:

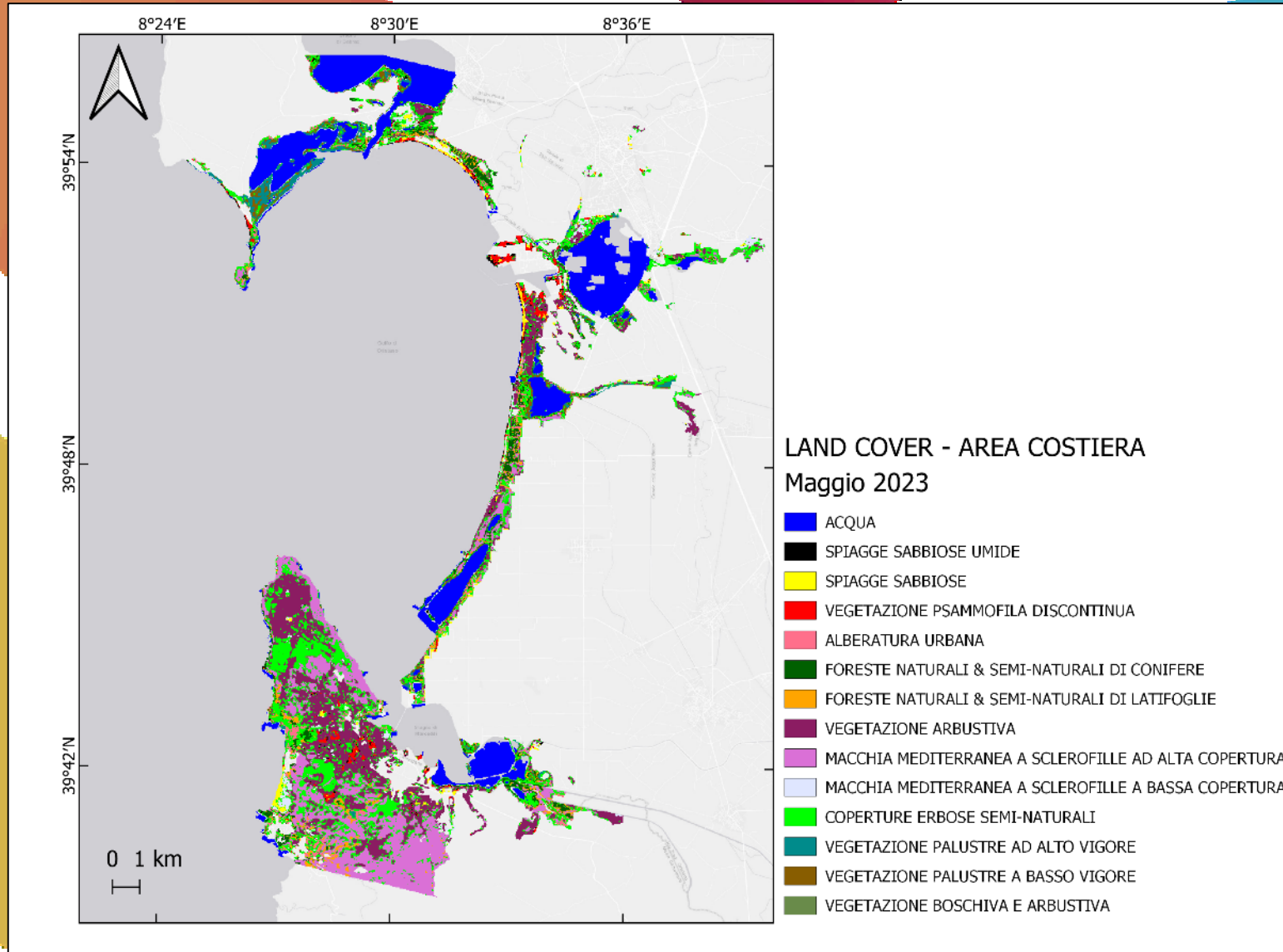
- ✓ Linear Spectral Mixture Analyses



- ✓ Gli effetti aggregati dell'elevata varianza spettrale e spaziale all'interno di ciascun pixel possono essere modellati come una miscela lineare di un piccolo insieme di spettri di riflettanza generici degli elementi finali
- ✓ È un algoritmo che sfrutta la mistura delle risposte fisiche delle superfici per generare mappe di abbondanza frazionaria (FAM) quindi conserva il continuum della varianza ambientale
- ✓ Si presta in prospettiva alla integrazione con Librerie Spettrali raccolte in campo con AI

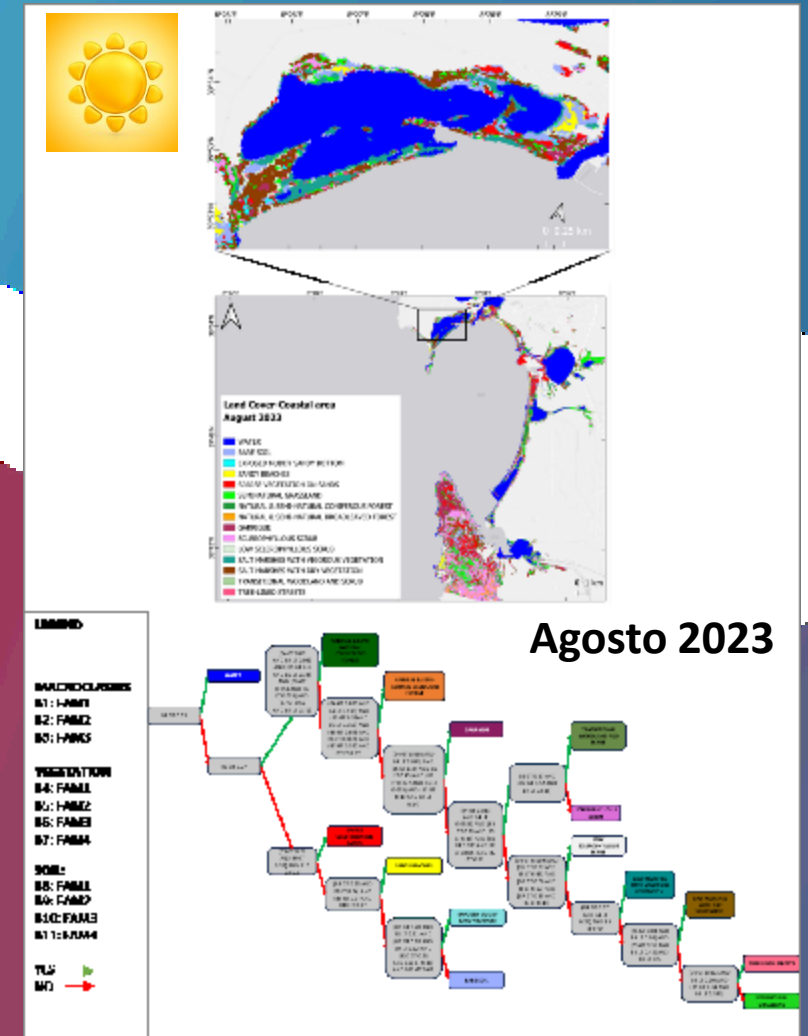
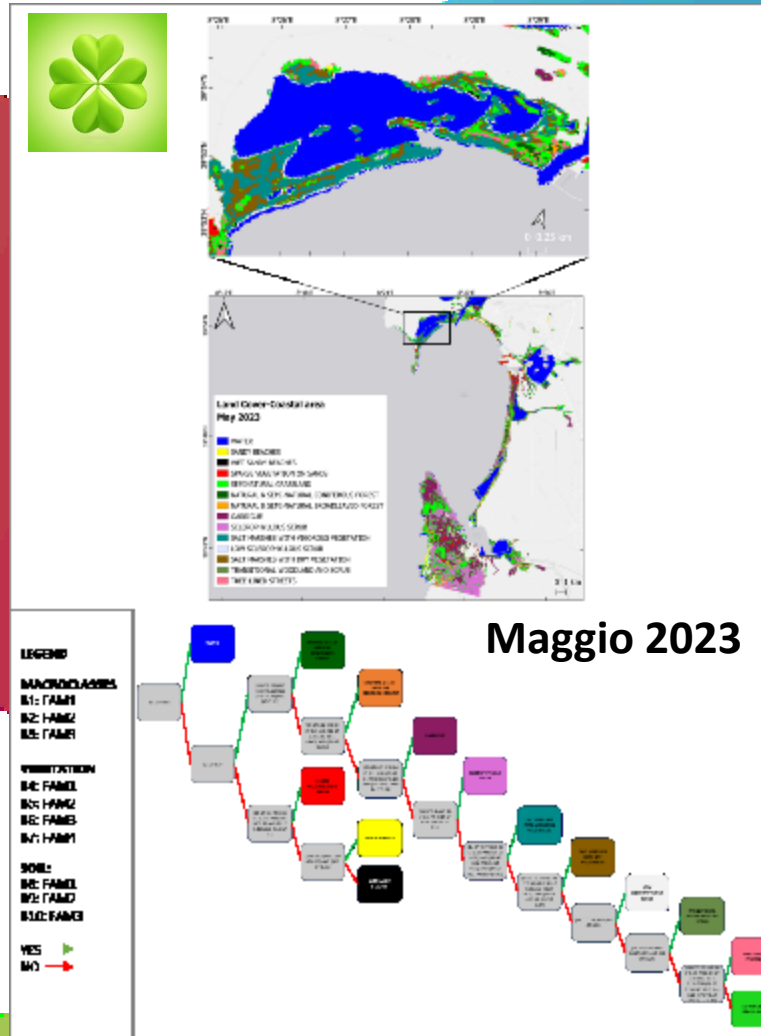
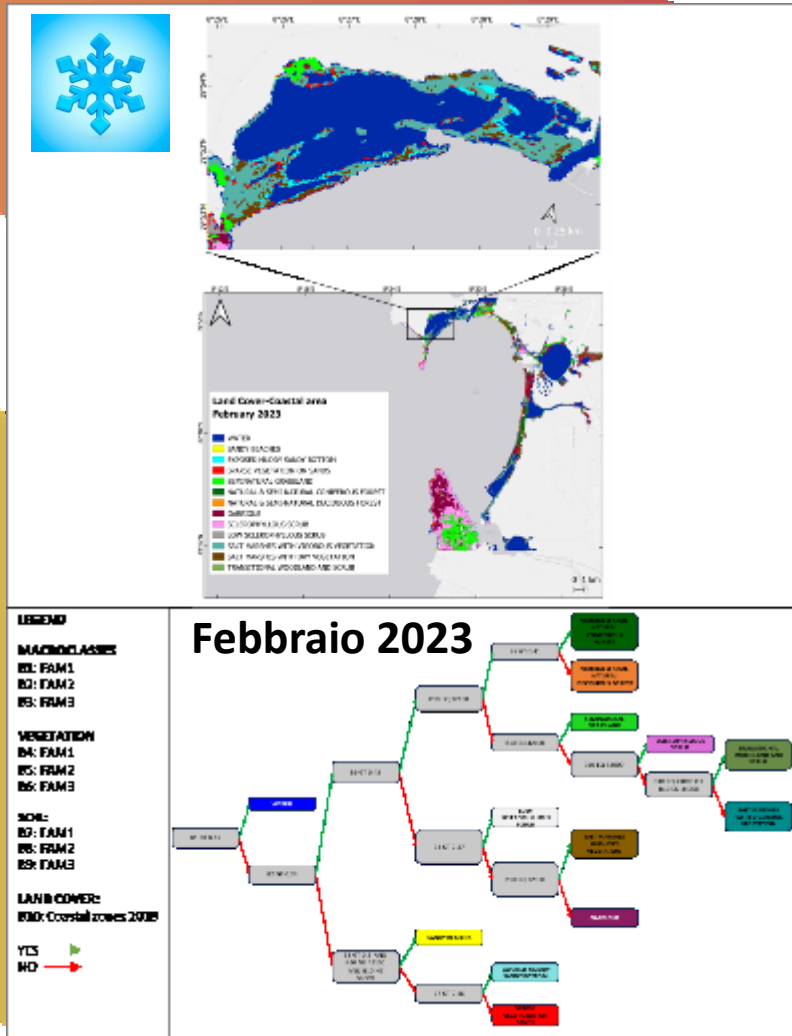






- ✓ Le risposte fisiche delle tipologie di vegetazione possono essere utilizzate per costruire classificazioni di diverso tipo sia destinate al reporting ambientale che alla generazione di prodotti a valore aggiunto come la stima della Vulnerabilità
- ✓ Alcune classi di vegetazione non sono persistenti ma hanno una stagionalità

✓ Sviluppo di prodotti tematici di Land Cover dinamico che identificano persistenze, trasformazioni e cambiamenti



## Librerie spettrali:

- ✓ Un repository di conoscenze su specifici target della superficie (es. le associazioni vegetali e le fenologie)
- ✓ Un'opportunità per automatizzare algoritmi



Exposed muddy-sandy bottom



Sclerophyllous scrub



Salt marshes vegetation



Sparse vegetation on sands



Banquettes of *Posidonia oceanica*

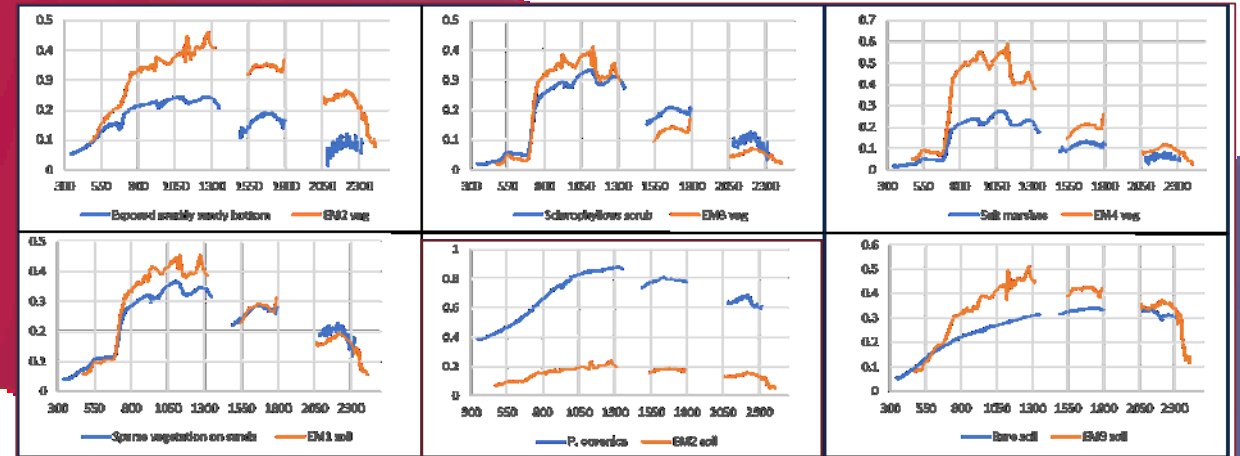


Beaches and dunes

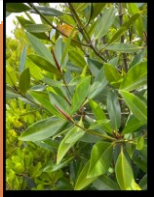
Ottobre 2022- Maggio 2023

Confronto tra firme spettrali estratte da immagini PRISMA e *in situ* (Oristano)

		Field spectral signature					
		Exposed muddy sandy bottom	Sclerophyllous scrub	Salt marshes	Sparse vegetation on sands	<i>P. Oceanica</i>	Bare soil
Endmembers	EM2_veg	0.98935521	0.946331589	0.944953003	0.963460131	0.960506989	0.982714127
	EM3_veg	0.92387289	0.997752958	0.99761214	0.99319344	0.940052778	0.88710239
	EM4_veg	0.922876755	0.996062846	0.996243898	0.991623458	0.93769424	0.88699383
	EM1_soil	0.951622751	0.996434674	0.994886717	0.997985772	0.966299536	0.927210465
	EM2_soil	0.974075186	0.977415994	0.975017404	0.987044869	0.978467899	0.962824856
	EM3_soil	0.983092413	0.948999957	0.945589376	0.965931862	0.977543247	0.985974476



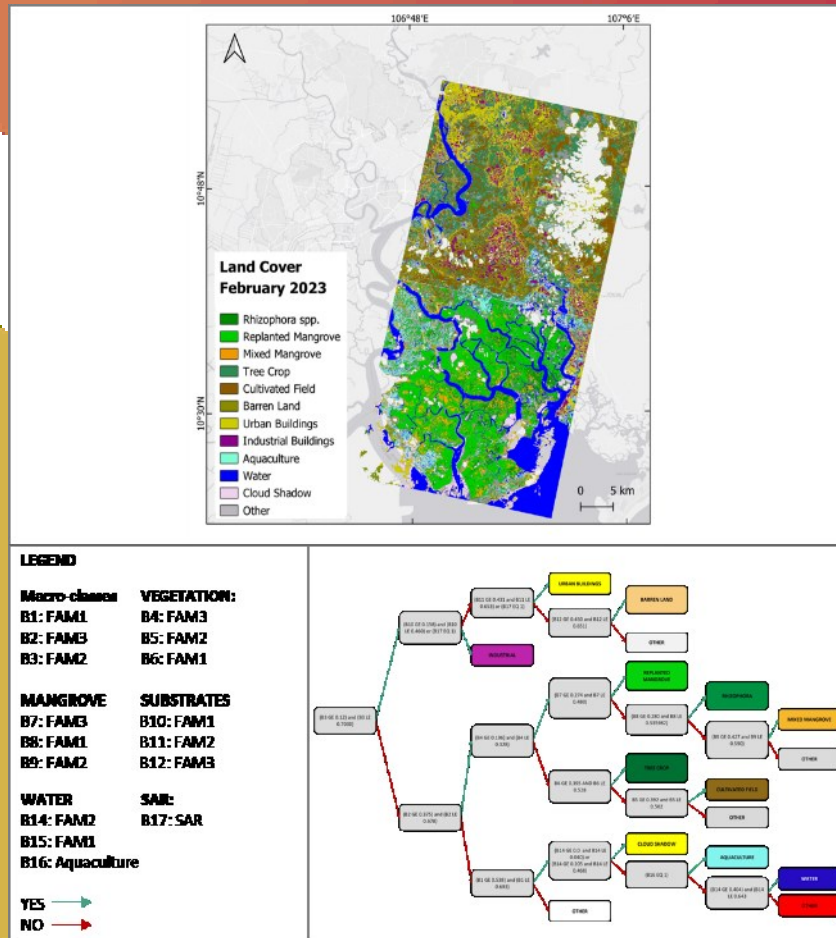
Banquette of *Posidonia oceanica*



## Sinergie con altri sensori per prodotti tematici a valore aggiunto

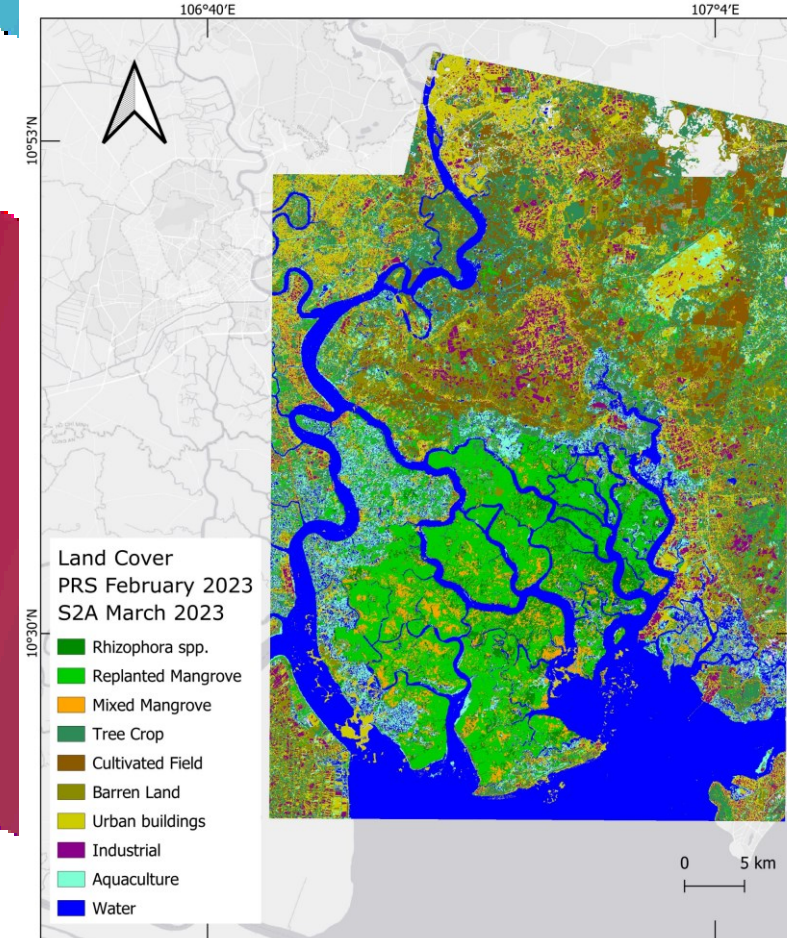
- ✓ Produzione di Land Cover dettagliati, accurati e gapfilled (es. Iperspettrale + multispettrale)
- ✓ Realizzazione di prodotti combinati di Land Use/Land Cover da serie multitemporali (es. Iperspettrale + SAR)

### Sinergia con dati SAR (COSMO-SkyMed)



Esempio di prodotto di Land Cover ottenuto dal mosaico PRISMA (Febbraio 2023) con un Land Use relativo alle sole classi di Urbano e Acquacultura da dato COSMO-SkyMed aggiunte al classificatore

### Sinergia con multispettrale Sentinel 2



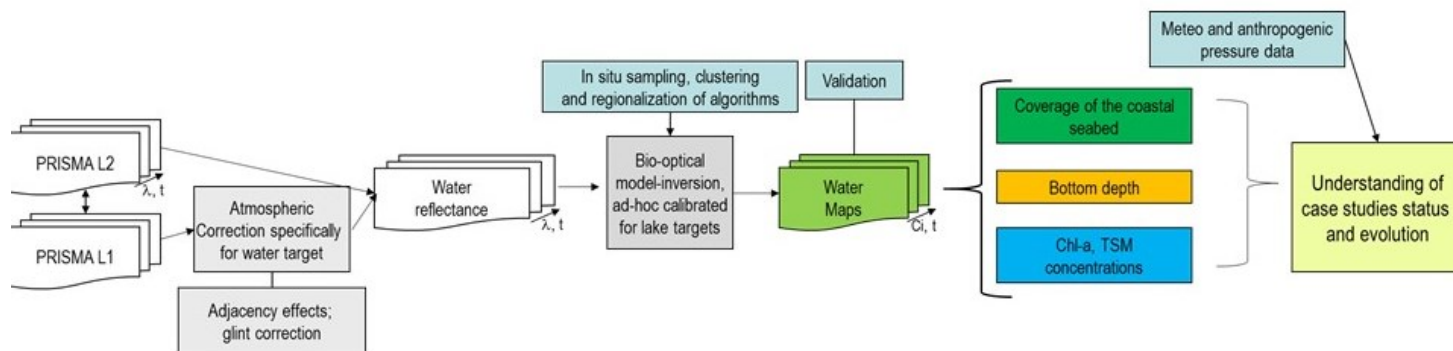
Esempio di Gapfilling del Land Cover ottenuto dal mosaico PRISMA (Febbraio 2023) con un Land Cover estratto con lo stesso algoritmo da Sentinel 2 (Marzo 2023)

## Quali dati:

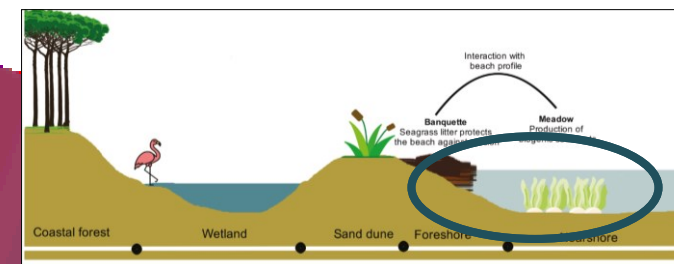
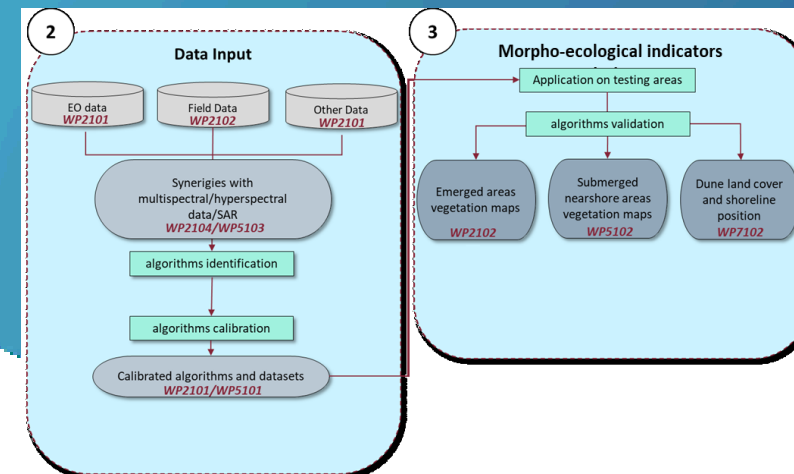
- ✓ Iperspettrale PRISMA ed EnMAP e multispettrale (Oristano- Vietnam)

## Quale Algoritmo:

- ✓ Modellistica bio-ottica BOMBER

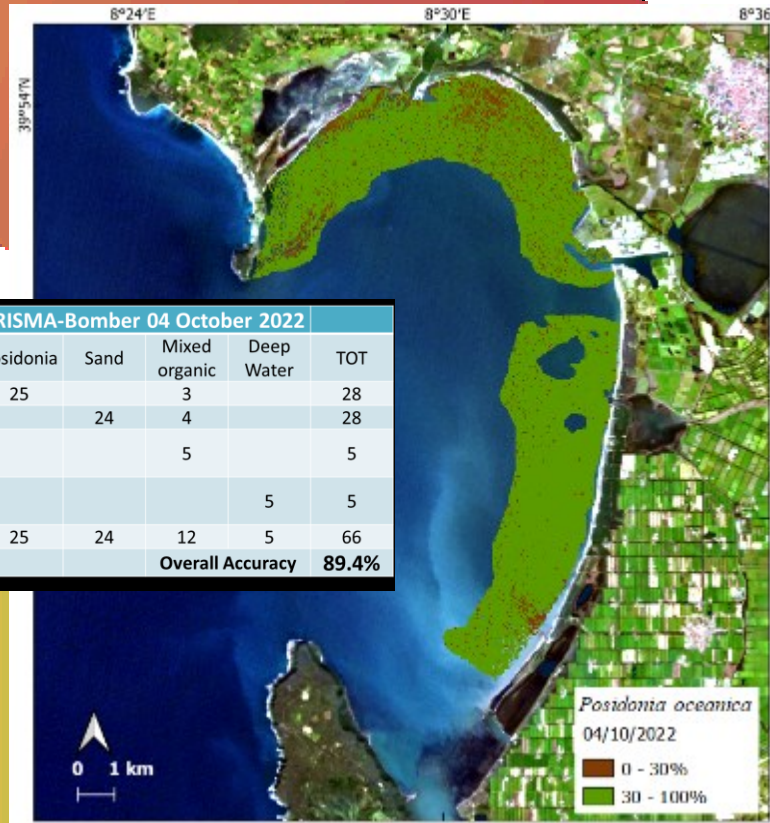


- ✓ Sfrutta le proprietà ottiche inerenti (SIPOs) dei diversi target presenti sul fondo marino costiero anche attraverso la raccolta di librerie spettrali in campo
- ✓ Restituisce parametri relativi alla qualità delle acque e una stima della batimetria
- ✓ Il modello si adatta facilmente alle acque interne e marine costiere ed è già ampiamente consolidato per i dati iperspettrali.
- ✓ Ha mostrato ottime performance anche su ambienti ad elevata torbidità

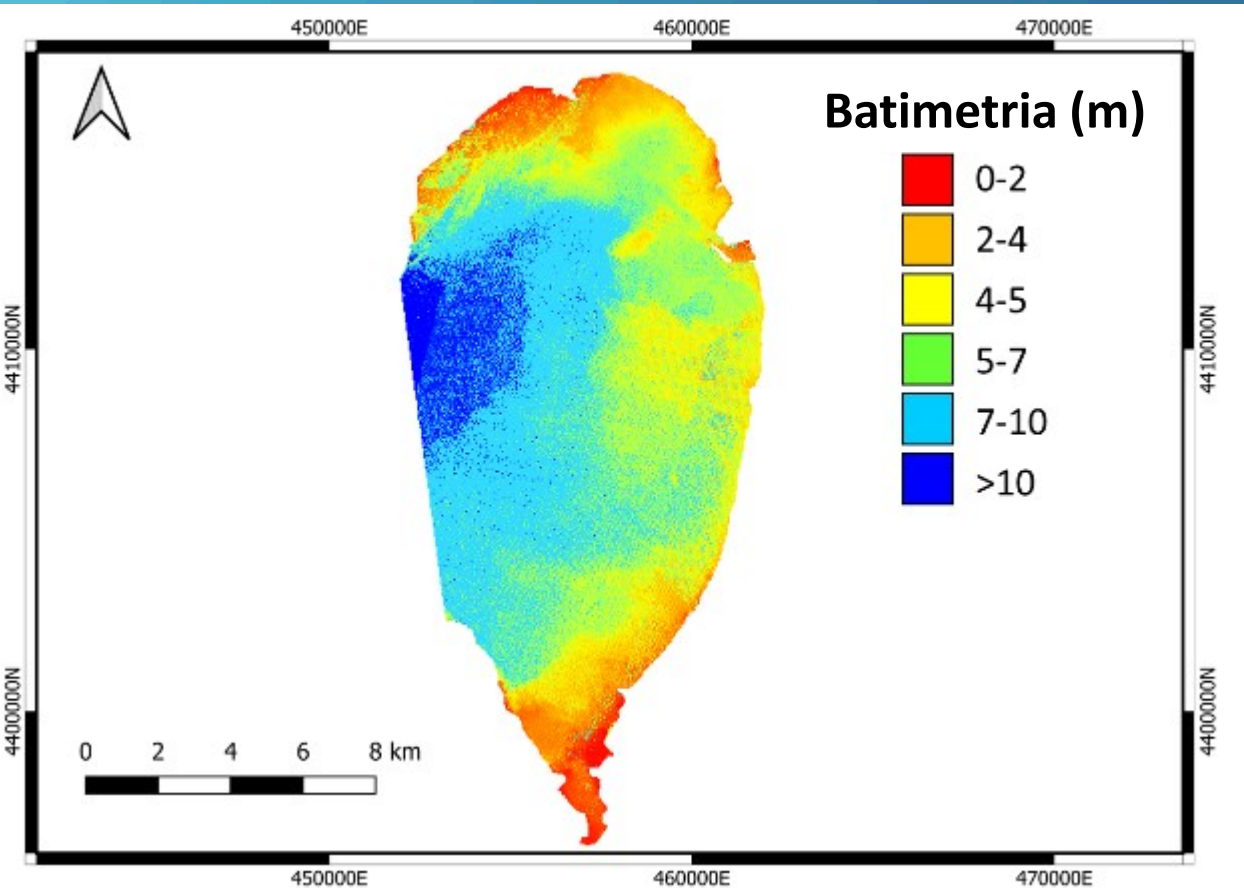


Un solo modello bio-ottico restituisce diversi prodotti:

- ✓ Produzione di mappe di copertura del fondo vegetato (es. *Posidonia oceanica*)
- ✓ Produzione della batimetria del fondo costiero di acque non profonde



Copertura percentuale a *P. oceanica* realizzata sulla acquisizione del dato PRISMA del 4/10/2023 per il Golfo di Oristano. L'accuratezza della mappa è molto alta.

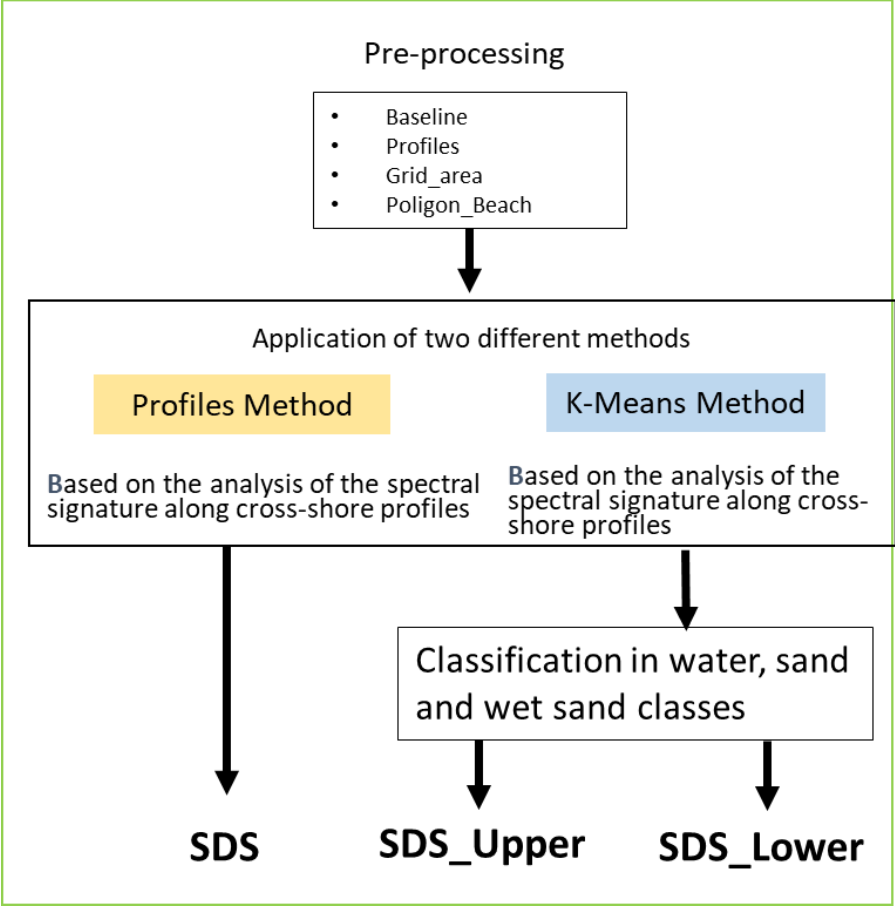


Quali dati:

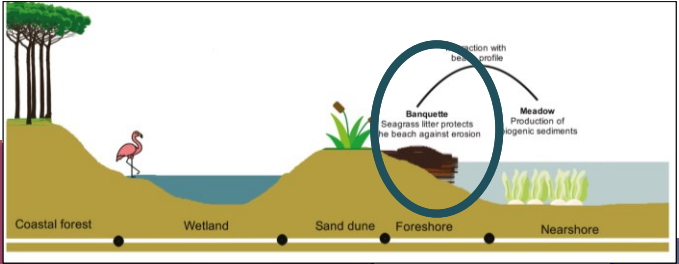
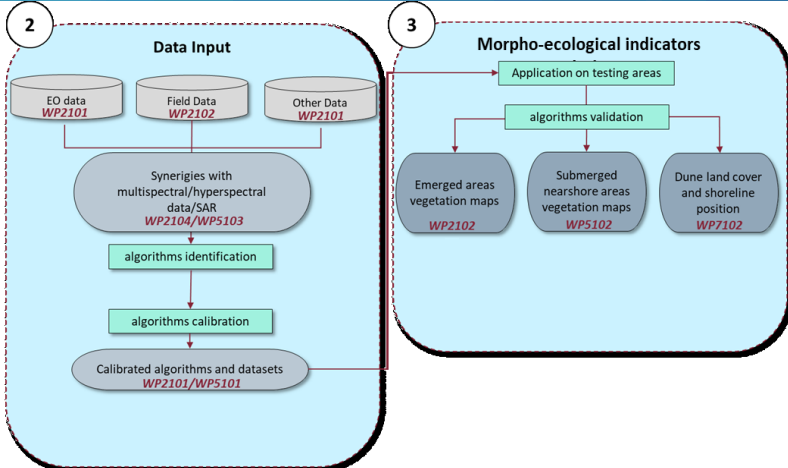
✓ Iperspettrale PRISMA

Quale Algoritmo:

✓ SDS per estrazione della linea di costa

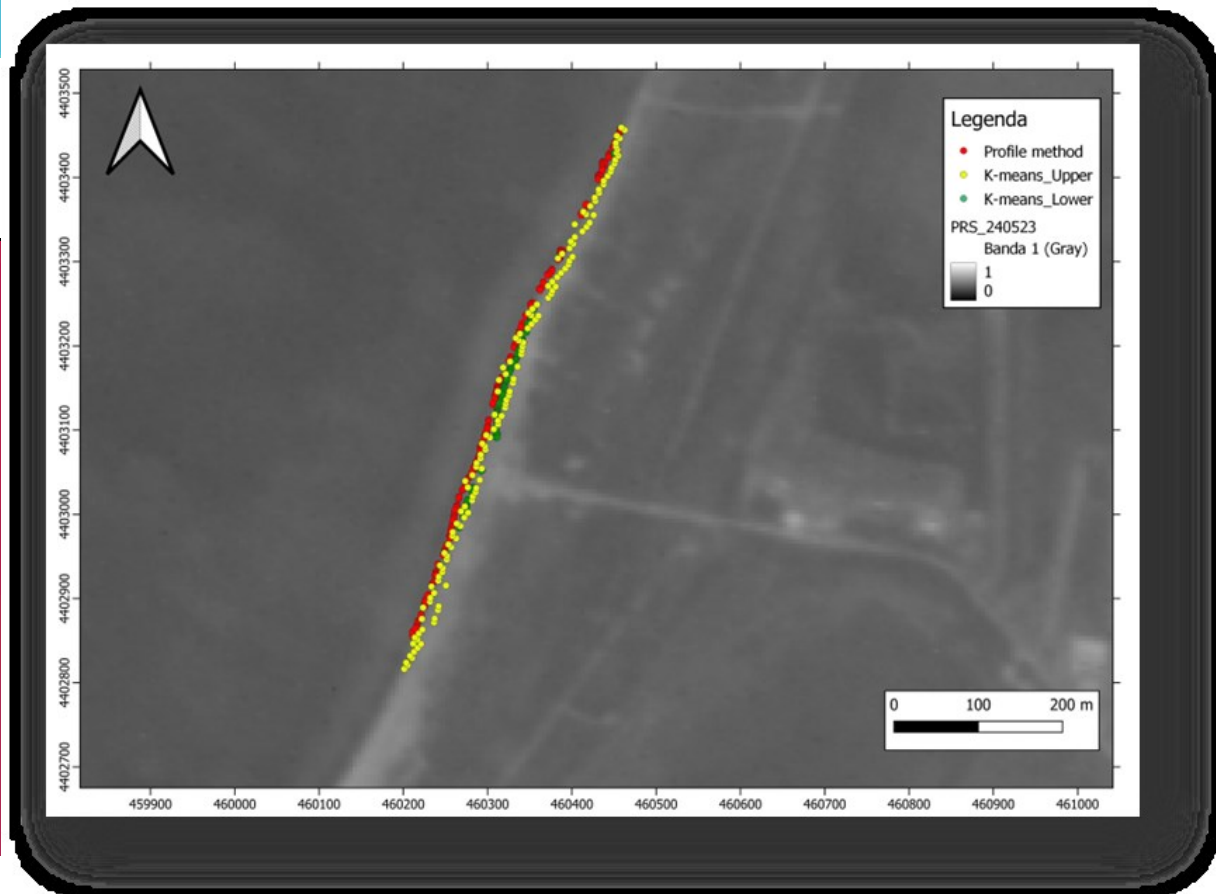
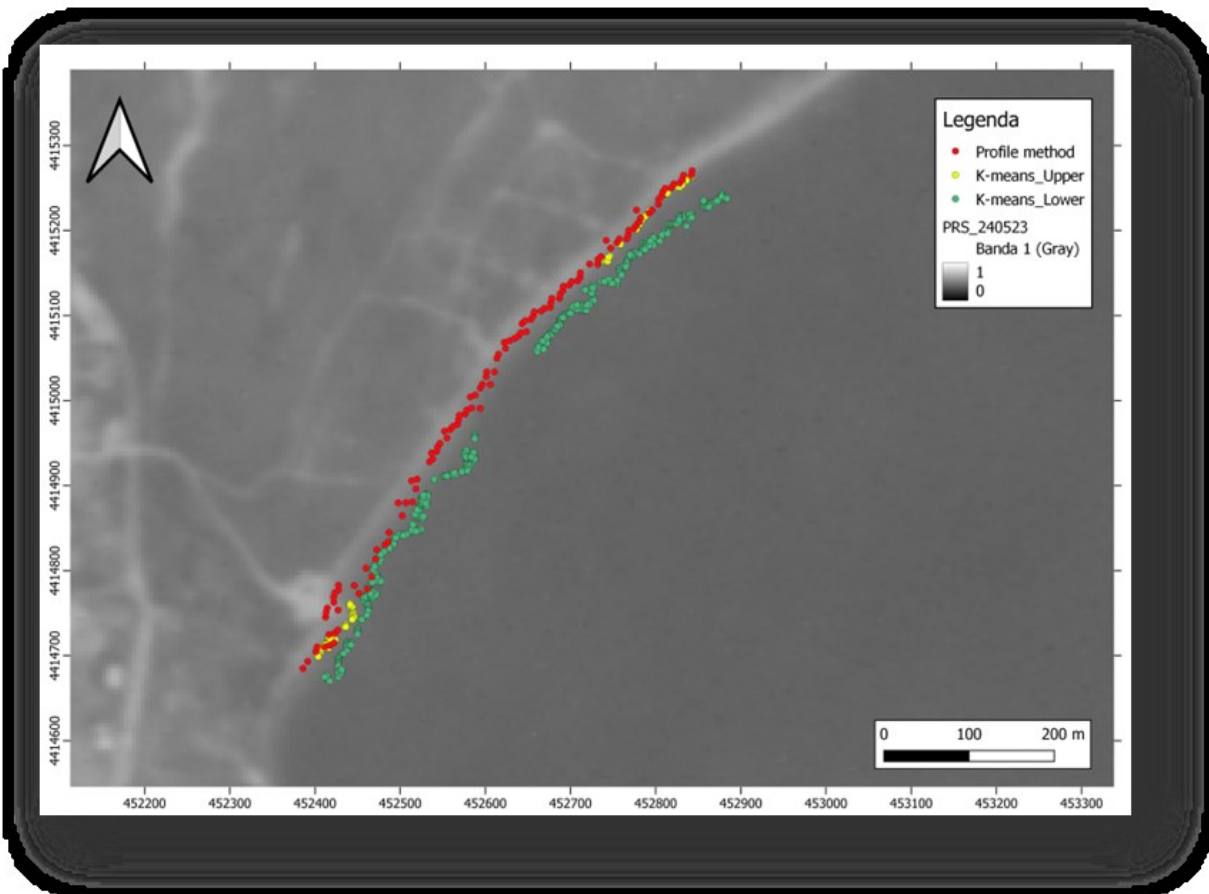


- ✓ È l'unico algoritmo che sfrutta il dato iperspettrale satellitare per l'estrazione della linea di riva
- ✓ Sfrutta degli algoritmi di classificazione esistenti per lavorare a livello sub pixel



Una innovazione per quanto riguarda l'uso del dato iperspettrale:

✓ Rende l'estrazione della linea di riva molto semplificato e soprattutto automatizzato e quindi replicabile

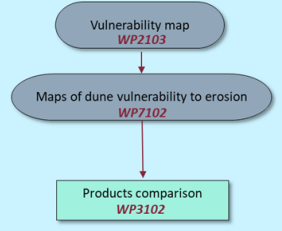


Estrazione della linea di costa (in rosso) per la zona di Mare Morto (sx) e della spiaggia di Arborea (dx) nel Golfo di Oristano sull'immagine PRISMA di Maggio 2023 (<https://github.com/PaolaSouo/PRISMA-Hyperspectral-Shorelines>)



4

Vulnerability Assessment



DATI DI INPUT

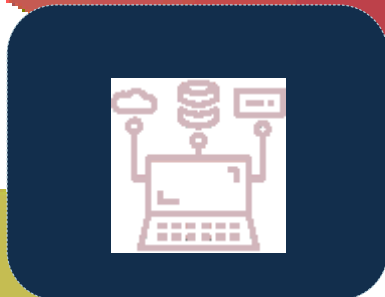


sentinel-2

sentinel-1



...ed altri



VARIABILI ESSENZIALI BASATE SU OT



Vegetazione



Acqua/Aree umide



Urbano

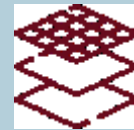


Agricoltura

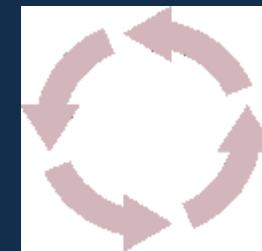


Linea di costa

LAND COVER DINAMICO E MAPPA DEI CAMBIAMENTI DI LAND COVER



INTEGRAZIONE DELLE VARIABILI ECOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE



MAPPA DELLA VULNERABILITÀ





- Righini, M.; Valentini, E.; Sapio, S.; Marinelli, C.; Gatti, I.; Jimenez, M. J.; Bresciani, M.; Pinardi, M.; Boschetti, M.; Mangano, S.; et al. Dynamic Land Cover Mapping Exploiting Hyperspectral Prisma Data. In *IGARSS 2023 - 2023 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, Pasadena, CA, USA, 2023, pp. 1497-1500, doi: 10.1109/IGARSS52108.2023.10281633.
- Valentini, E., Righini, M., Sapio, S., Liburdi, S., Cima, V., Nghiem, S. V., & Taramelli, A. (2023, July). SAR Data for Monitoring Rapidly Changing Ecosystems: Aquaculture and Urbanization in the C n Gi  Mangrove Biosphere Reserve, South Vietnam. In *IGARSS 2023-2023 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, Pasadena, CA, USA, 2023, pp. 1424-1427. DOI: 10.1109/IGARSS52108.2023.10282251
- Valentini, E., Righini, M., Sapio, S., Liburdi, S., Nghiem, S. V., & Taramelli, A. Examining mangroves forests changes from inside and outside views. To be submitted in Call for Papers for JSTARS Special Issue on IEEE 2023 International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 2023)
- E. Valentini, M. Righini, S.V. Nghiem, C.E. Miller, B. Poulter, S. Liburdi, S. Sapio, C. Marinelli, M.J. Jimenez, I. Gatti, A. Taramelli, A. Nguyen Xuan, L.D. Nguyen, P.T. Mai Thy, C. Le Trung, "An integrated remote sensing model in the C n Gi  Mangrove Biosphere Reserve (Vietnam) to estimate ecosystem services," GC36E-06 American Geophysical Union (AGU) Fall Meeting 2022, Chicago (USA) 12-16/12/2022.
- Valentini, E., Taramelli, A., Marinelli, C., Martin, L. P., Fassari, M., Troffa, S., ... & Pignatti, S. (2023). Hyperspectral mixture models in the CHIME mission implementation for topsoil texture retrieval. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 128(9), e2022JG007272
- Souto-Ceccon P, Simarro G, Ciavola P, Taramelli A, Armaroli C. (2023). Shoreline Detection from PRISMA Hyperspectral Remotely-Sensed Images. *Remote Sensing*. 15(8):2117. <https://doi.org/10.3390/rs15082117>
- Geraldini, S., Bruschi, A., Bellotti, G., & Taramelli, A. (2021). User needs analysis for the definition of Operational Coastal services. *Water*, 13(1), 92.
- Taramelli, A.; Tornato, A.; Magliozzi, M.L.; Mariani, S.; Valentini, E.; Zavagli, M.; Costantini, M.; Nieke, J.; Adams, J.; Rast, M. An Interaction Methodology to Collect and Assess User-Driven Requirements to Define Potential Opportunities of Future Hyperspectral Imaging Sentinel Mission. *Remote Sens.* 2020, 12, 1286. <https://doi.org/10.3390/rs12081286>



prisma scienza  
**OVERSEED**

**Grazie per l'attenzione**

