



Primo Sponsor ufficiale di Expo 2025 Osaka



WORKSHOP CONOSCENZA E FUTURO DEI BASSI FONDALI

UDINE, 20 MARZO 2026

INTEGRAZIONE DI PIATTAFORME AUTONOME AEREE E SUBACQUEE PER ATTIVITÀ ARCHEOLOGICHE NEI BASSI FONDALI



Massimo Capulli

Dipartimento di Studi Umanistici e del Patrimonio Culturale

Gian Luca Foresti, Ivan Scagnetto

Dipartimento di Scienze Matematiche, Informatiche e Fisiche





**Underwater Cultural
Heritage 2001
Convention**
Ratificata dall'Italia
con Legge 157/2009

Underwater Cultural Heritage

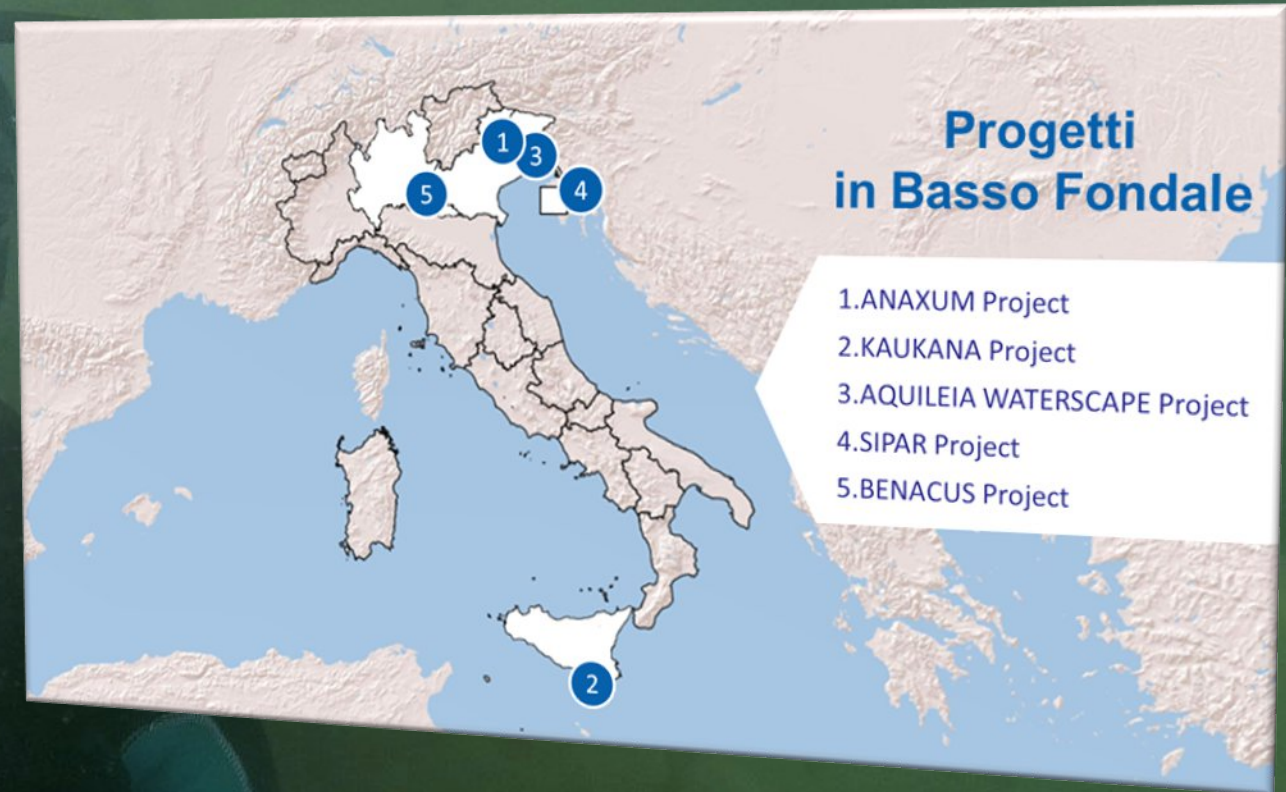
Is the witness of our common memory, for several millennia.

The oceans, seas, lakes and rivers hide from view and protect under the surface a priceless heritage, largely unknown and underestimated.

Università
di Udine



Unità di Archeologia Subacquea
Underwater Archaeology Squad





SOPRINTENDENZA
ARCHEOLOGIA
BELLE ARTI
E PAESAGGIO
PER IL FRIULI VENEZIA GIULIA

Archeologia e Storia di un Paesaggio Fluviale

ANAXUM PROJECT

profondità max 6 m



Paesaggio Archeologico Sommerso e Costiero del Ragusano

KAUKANA PROJECT

profondità max 10 m



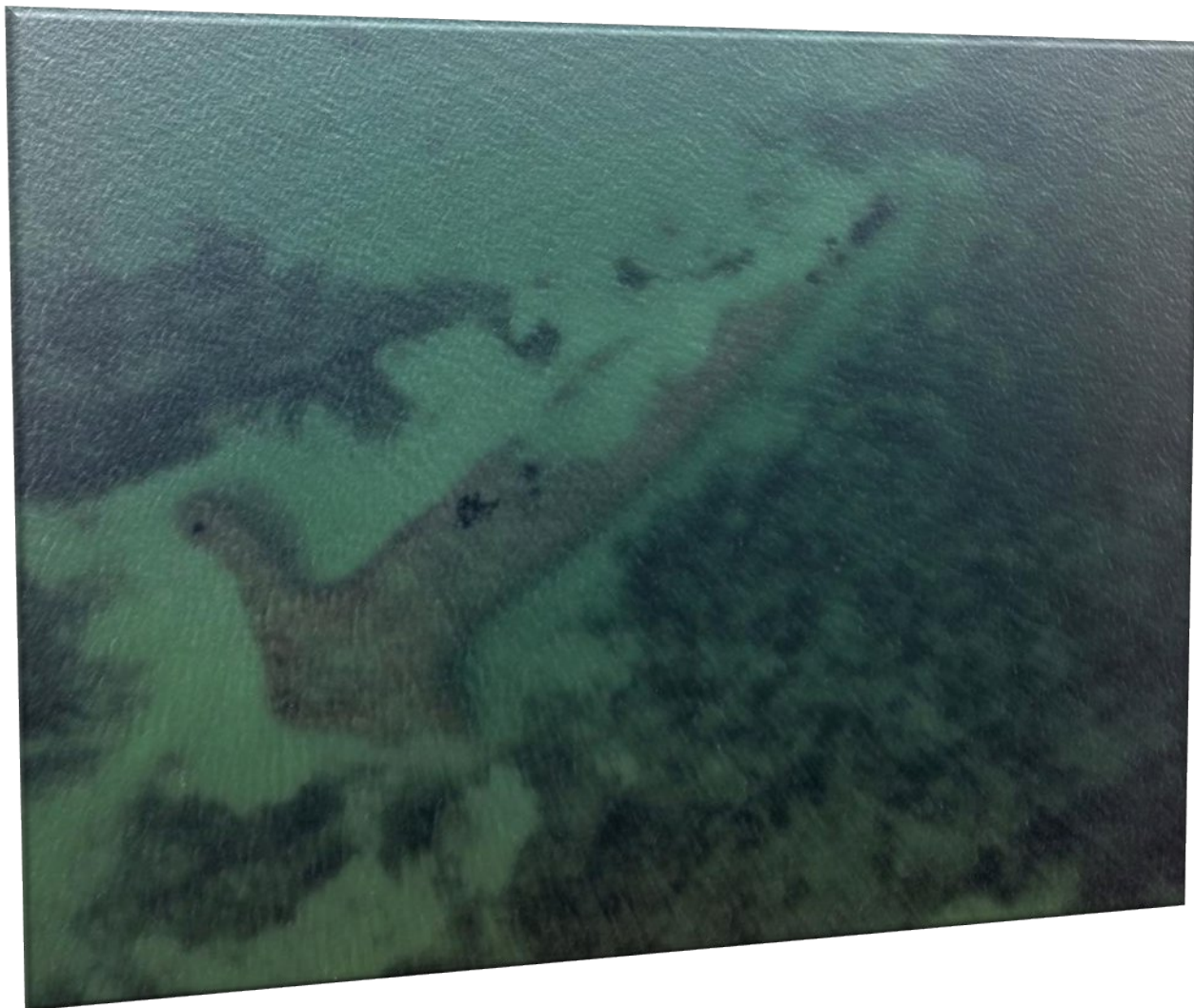


SOPRINTENDENZA
ARCHEOLOGIA
BELLE ARTI
E PAESAGGIO
PER IL FRIULI VENEZIA GIULIA

Navi, Rotte e Portualità della Metropoli Nord Adriatica

AQUILEIA WATERSCAPE PROJECT

profondità max 6 m

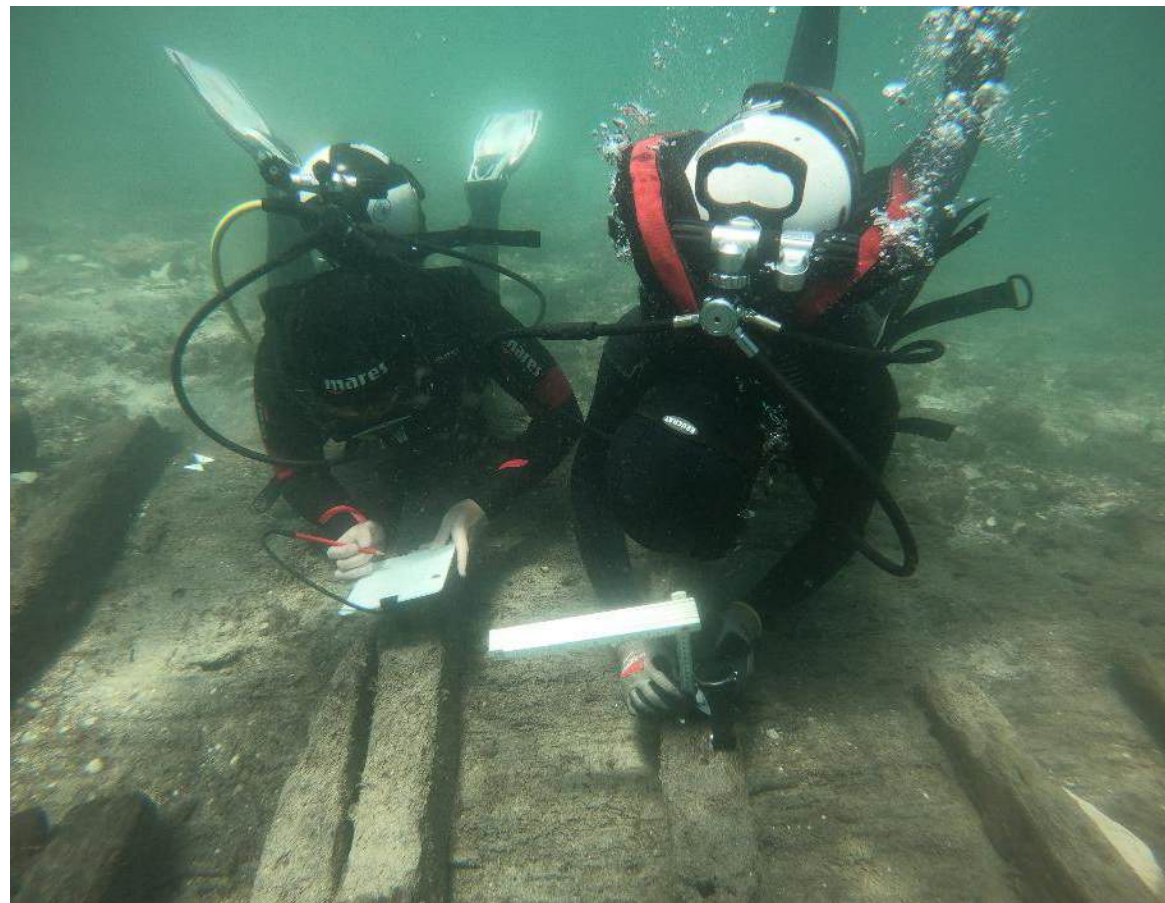


MUSEUMAGO

Studio del Sito Multi-Periodale di Sapparis

SIPAR PROJECT

profondità max 3 m



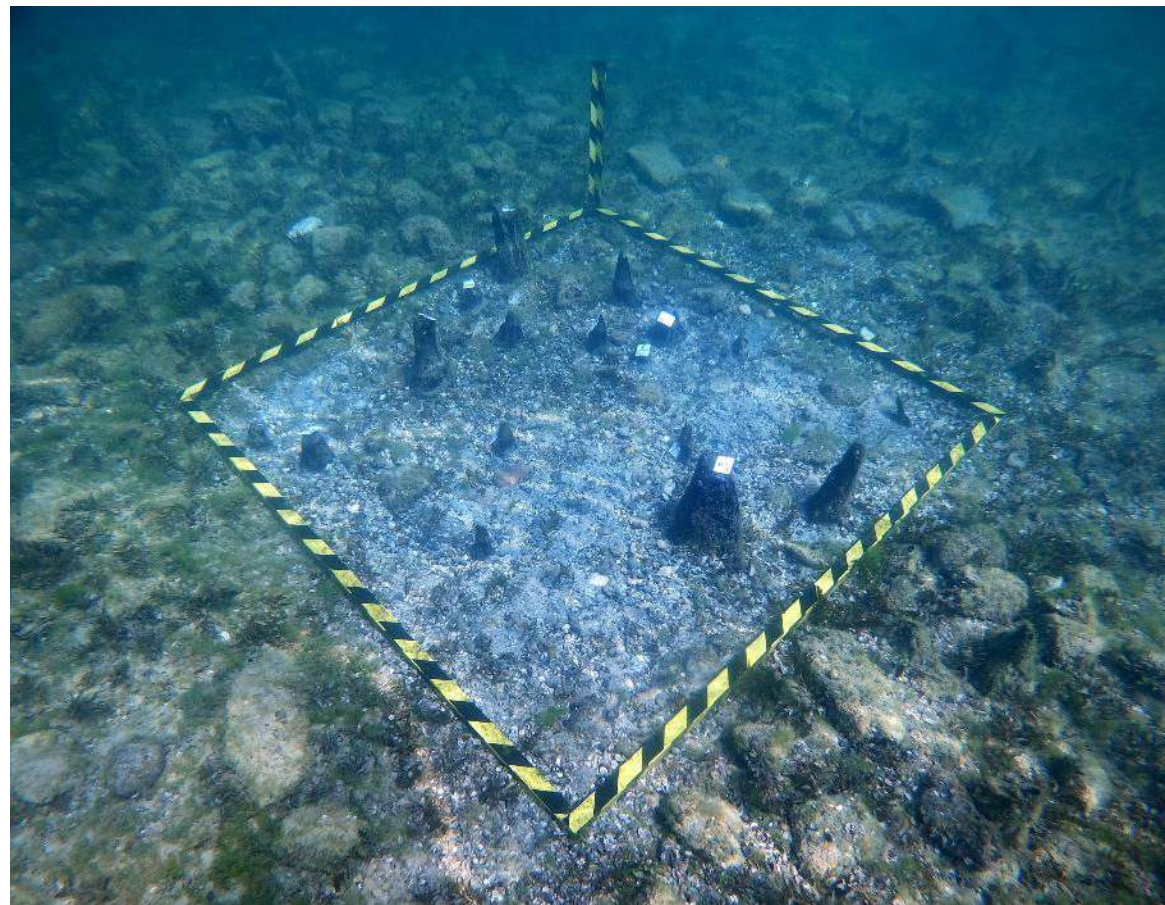


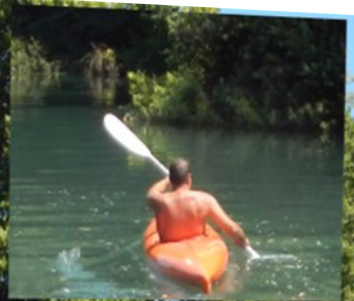
Soprintendenza
Archeologia, Belle Arti
e Paesaggio per le
provincie di
Bergamo e Brescia

Monitoraggio dei Siti Palafitticoli UNESCO

BENACUS PROJECT

profondità max 3,5 m





N.B. DIDATTICA





**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI UDINE**

hic sunt futura

**DIPARTIMENTO DI STUDI
UMANISTICI E DEL
PATRIMONIO CULTURALE**



**DIPARTIMENTO DI SCIENZE
MATEMATICHE,
INFORMATICHE E FISICHE**

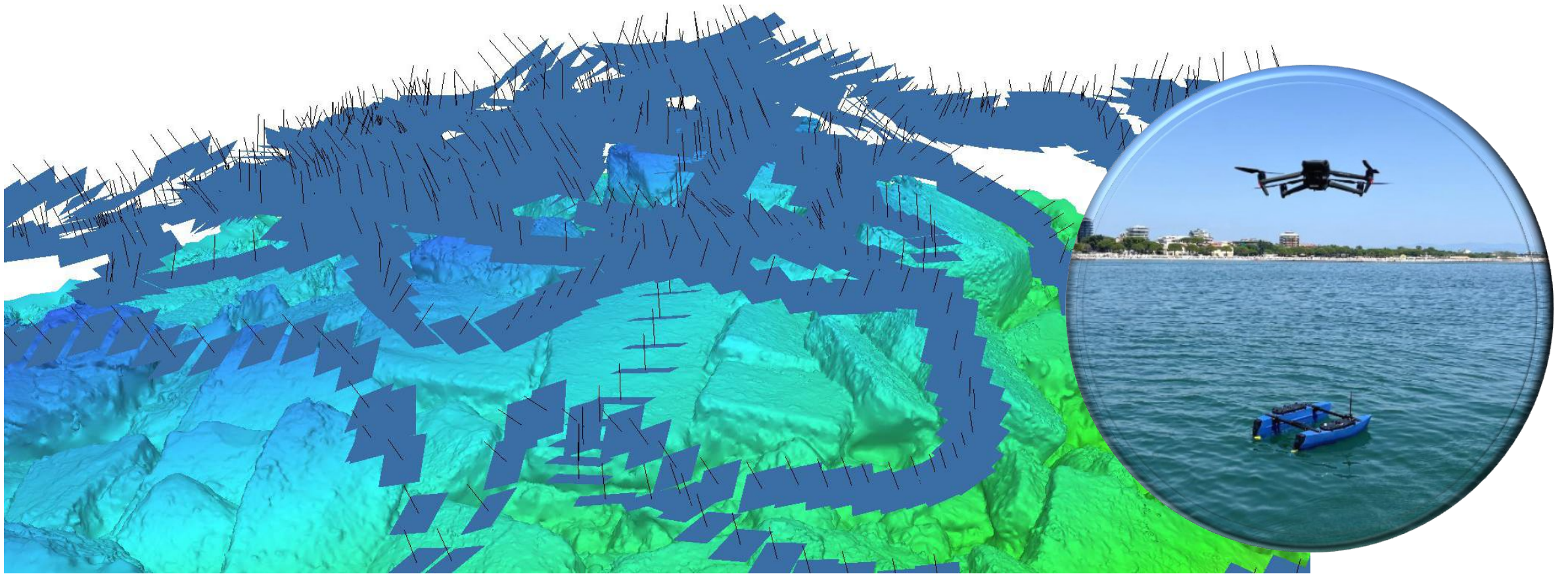
ai·ch



**ARTIFICIAL INTELLIGENCE
FOR CULTURAL HERITAGE**

NAUTA

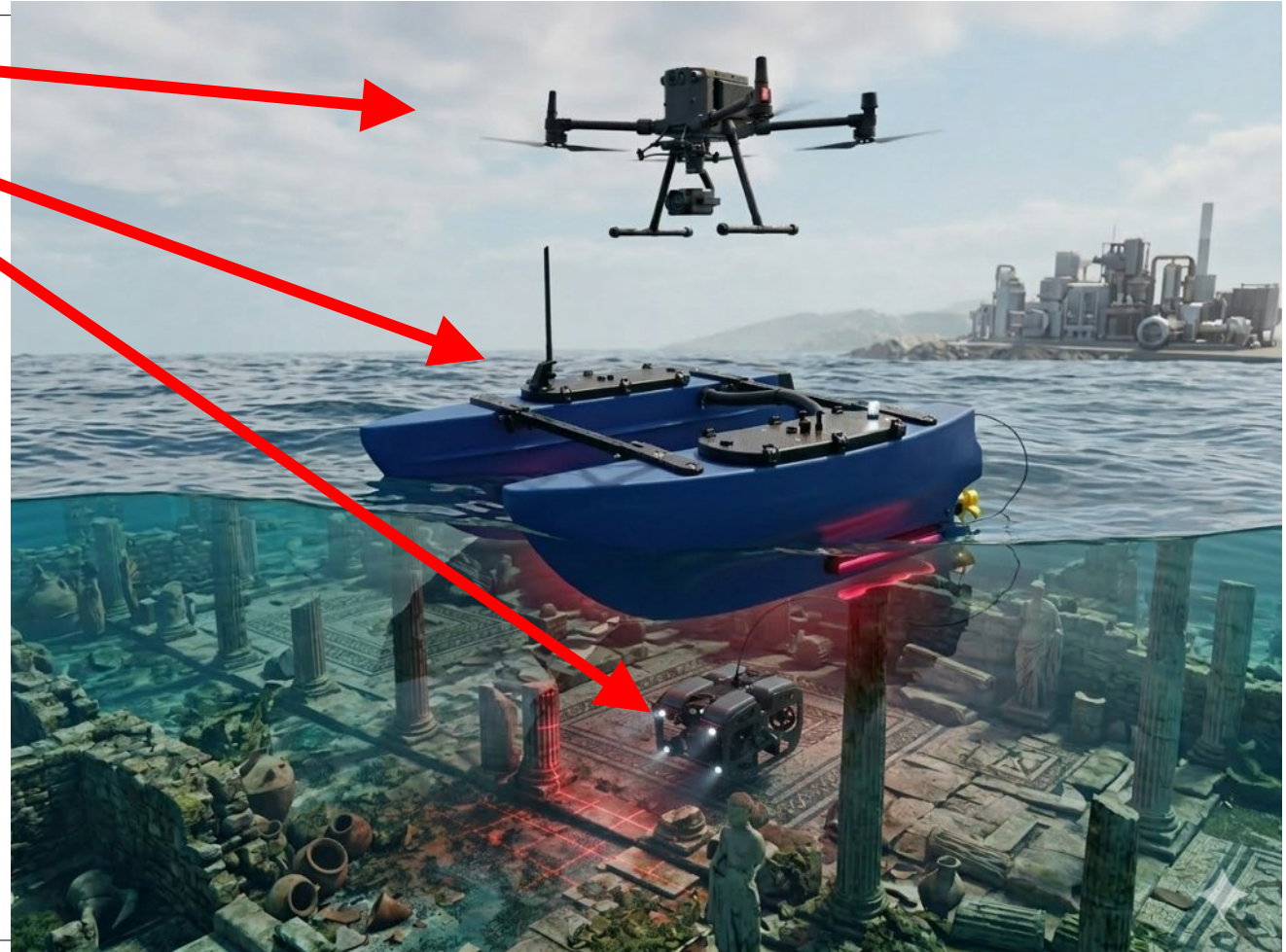
New Air-Underwater Technologies for Archaeology



Coordinamento Veicoli

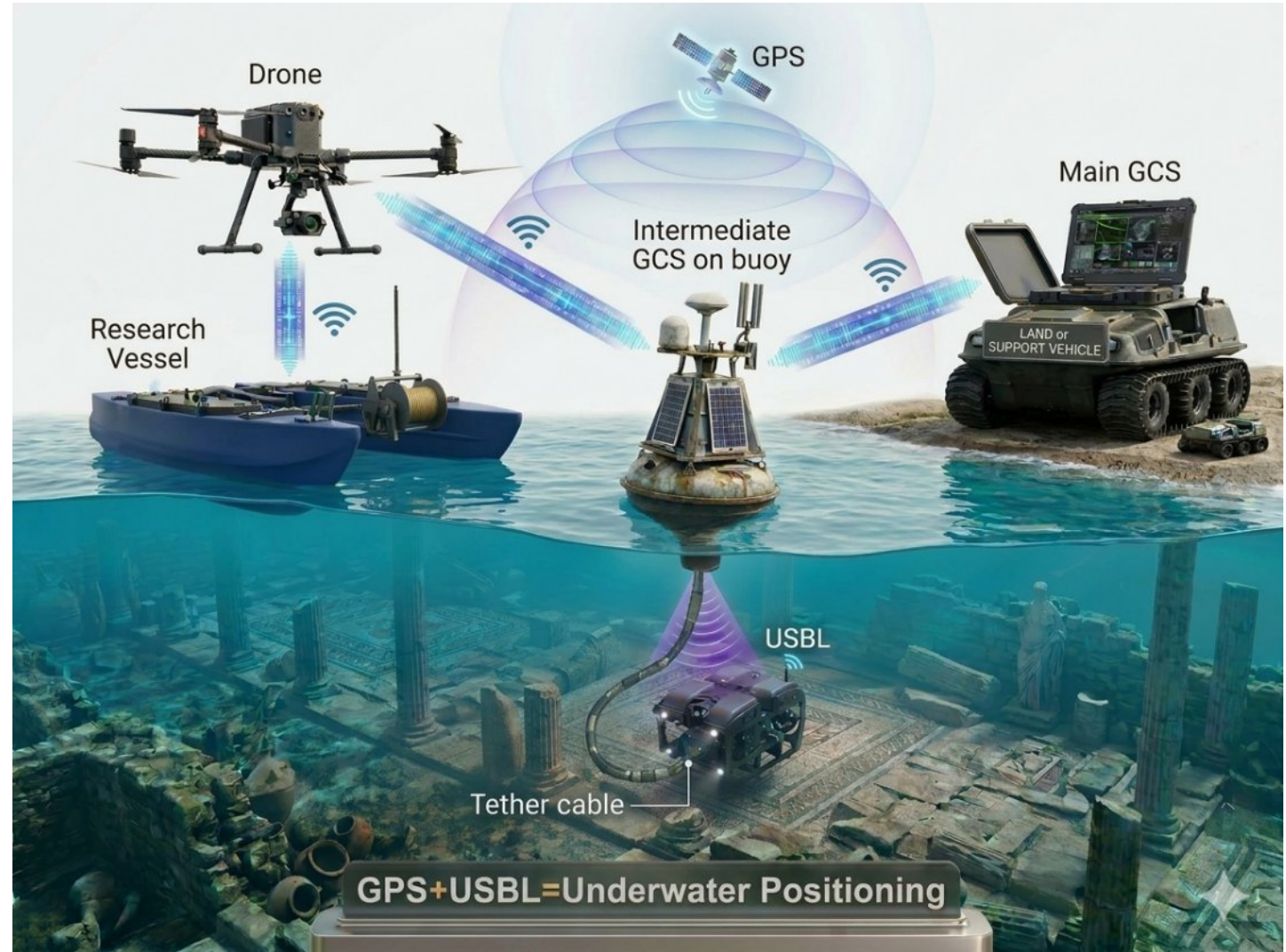
- UAV (Unmanned Aerial Vehicle)
- USV (Unmanned Surface Vehicle)
- UUV (Unmanned Underwater Vehicle)

= Tre tipologie di veicolo per tre livelli di osservazione e dettaglio



Esempio: scenario costiero

- Tipologie di veicoli impiegati:
 - UAV,
 - USV,
 - UUV con boa per GPS e comunicazioni con la parte di superficie e aerea.
- ARGOS (command & control):
 - ambiente **distribuito** (tutti i veicoli sono autonomi);
 - elaborazione dati **on board** e/o sulla **GCS**;
 - interazione tramite **regole ECA** (Event-Condition-Action).



Sensori (esempi)

- RGB:

- Matrice 30 FPV Camera (1920 x 1080 - 12 μm - 21/75mm)
- Matrice 30 Zoom Camera (CMOS da 1/2"; pixel effettivi: 48 M, lunghezza focale: 21-75 mm/113-405 mm, apertura: f/2.8-f/4.2, messa a fuoco: da 5 m a ∞)
- Matrice 30 Camera grandangolare (CMOS da 1/2"; pixel effettivi: 12 M, DFOV: 84°, lunghezza focale: 4,5 mm/24 mm, apertura: f/2.8, Messa a fuoco: da 1 m a ∞)



- LWIR:

- Zenmuse XT2 (640x512 - 17 μm - 19mm)



- Multispettrali (NIR):

- MicaSense RedEdge MX (1280 x 960 - 3.75 μm - 3.4mm)



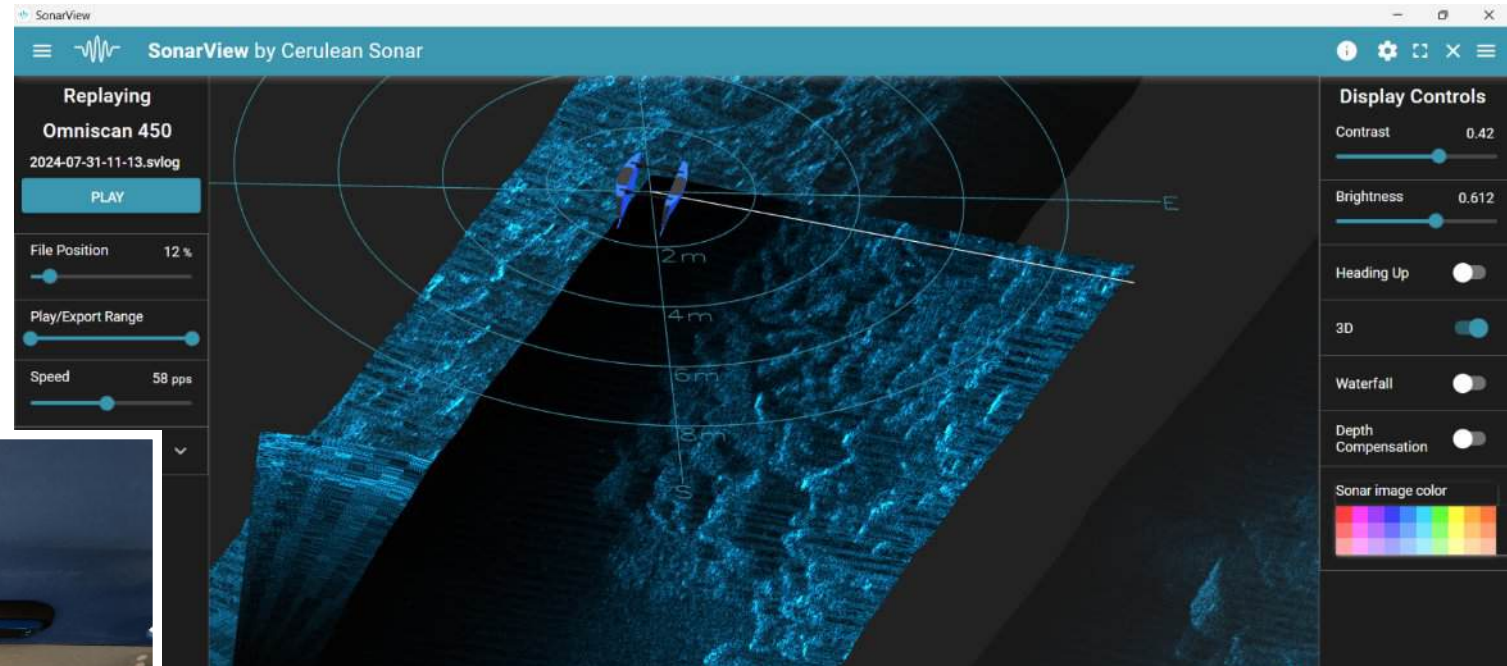
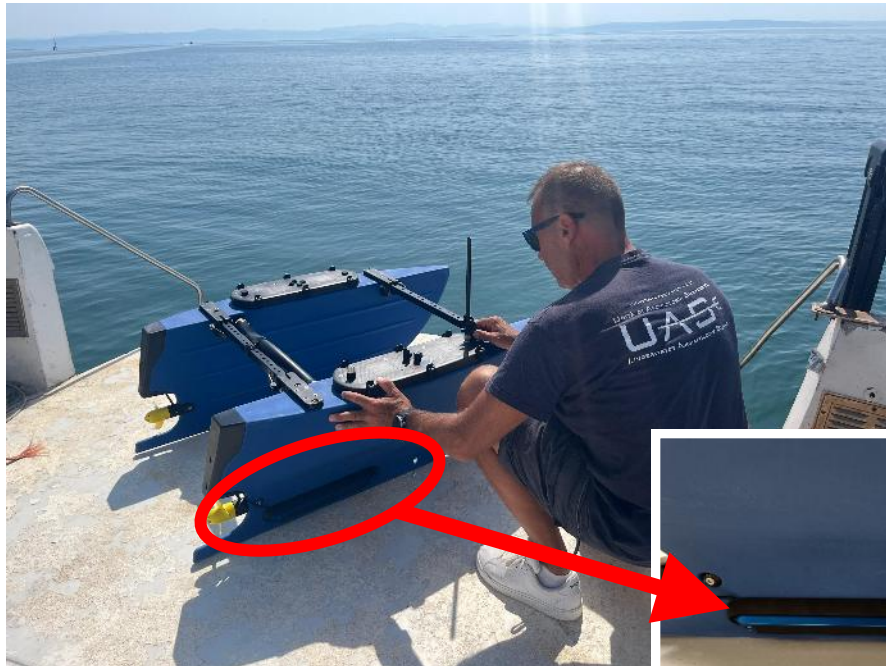
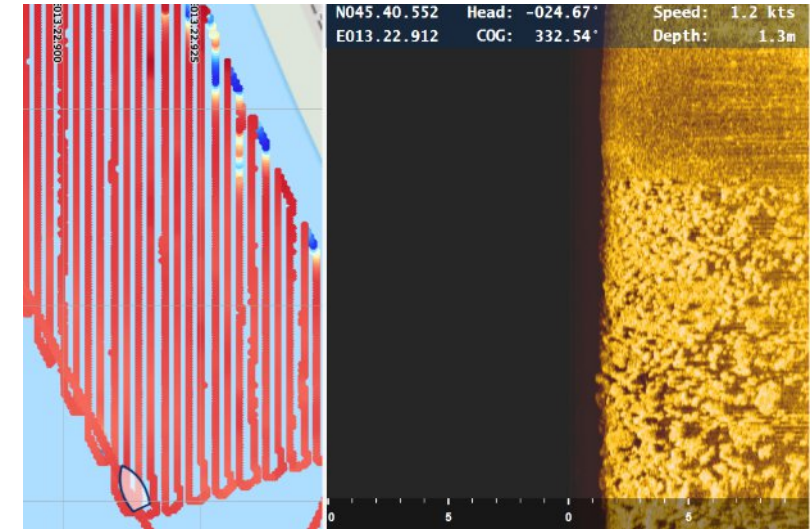
- Iperspettrali (MWIR):

- Resonon Pika-L (900 pixel x linea - 5.86 μm - 8mm)



Sensori (esempi)

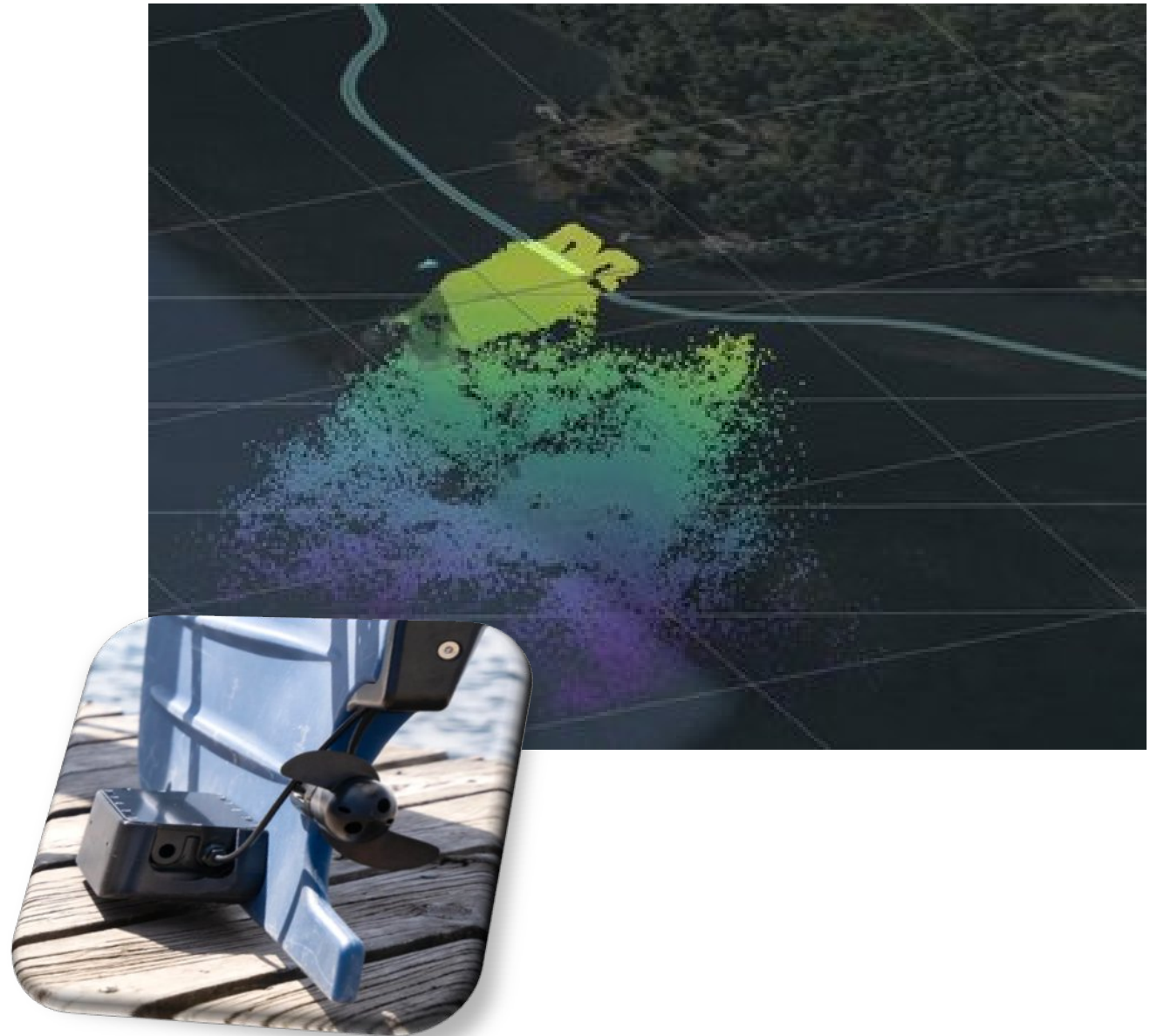
- Omniscan 450 SS:
 - 150 m range
 - 0.5 degree beam width
 - Cross track resolution: up to 1/1200th of range
 - Freq: 450 kHz
 - Ping rate: 20 Hz



Sensori (esempi)

Surveyor 240-16 MBES (multibeam echosounder)

- Freq.: 240 kHz
- Along track TX beam width: 4°
- Cross track TX beam width: 80°
- RX array # elements: 16
- Cross track beam width: 7°
- Cross track angular resolution: 1°
- Range res.: up to 1/800th of range setting
- Maximum depth rating: 300m
- Maximum suggested range: 100m



Data processing

Precise Localization (Acoustic Array + GNSS Integration)
Addressing known multipath and variable speed-of-sound challenges

Precise Localization (Acoustic Array + GNSS Integration)
Addressing known multipath and variable speed-of-sound challenges

Semantic Segmentation:
■ [Artifacts (e.g., Statue Base)]
■ [Natural (e.g., Rocks)]

Semantic Segmentation:
■ [Artifacts (e.g., Statue Base)]
■ [Natural (e.g., Rocks)]

AI Object Recognition:
Tag:
• Amphora
• Broken Column

AI Object Recognition:
■ Amphora, ■ Broken Column

Automatic 3D Reconstruction:

Site Condition Monitoring & Change Detection:

Site Condition Monitoring & Change Detection:
■ [Missing Amphora Detected]
■ [New Micro-fracture]

NAUTA

New Air-Underwater Technologies for Archaeology



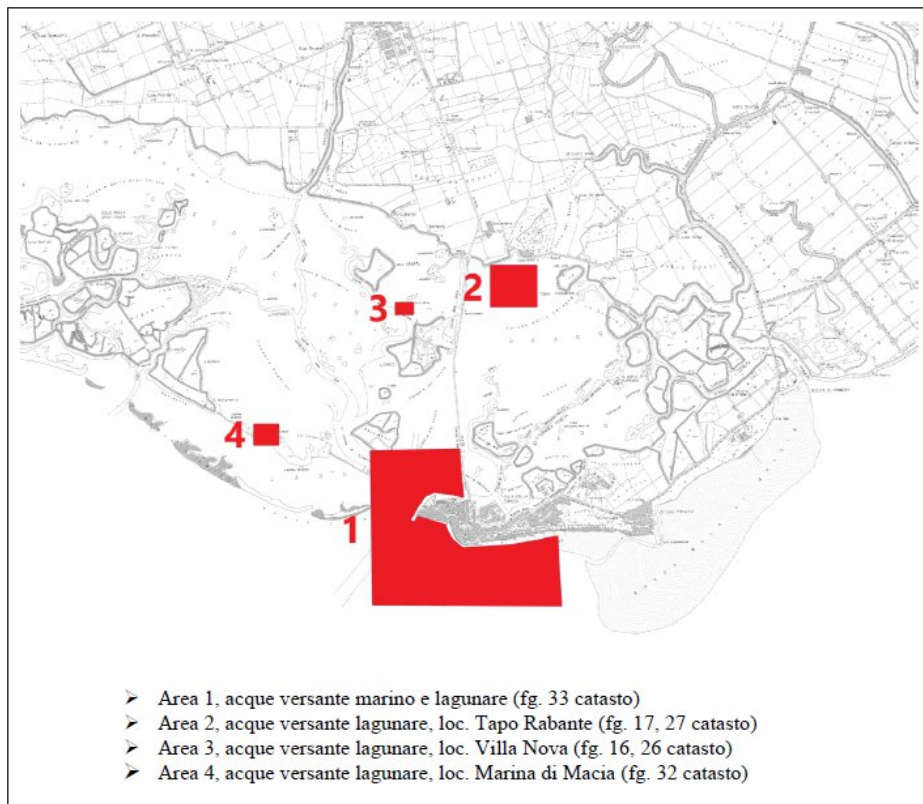
Aquileia Waterscape



Comuni di Grado (GO), tratto marino e lagunare.
ISTANZA DI CONCESSIONE PER INDAGINI NON INVASIVE (per l'anno 2025).

Allegato 1

**INQUADRAMENTO GENERALE DELLE AREE PER LE QUALI SI
PRESENTA DOMANDA DI CONCESSIONE**

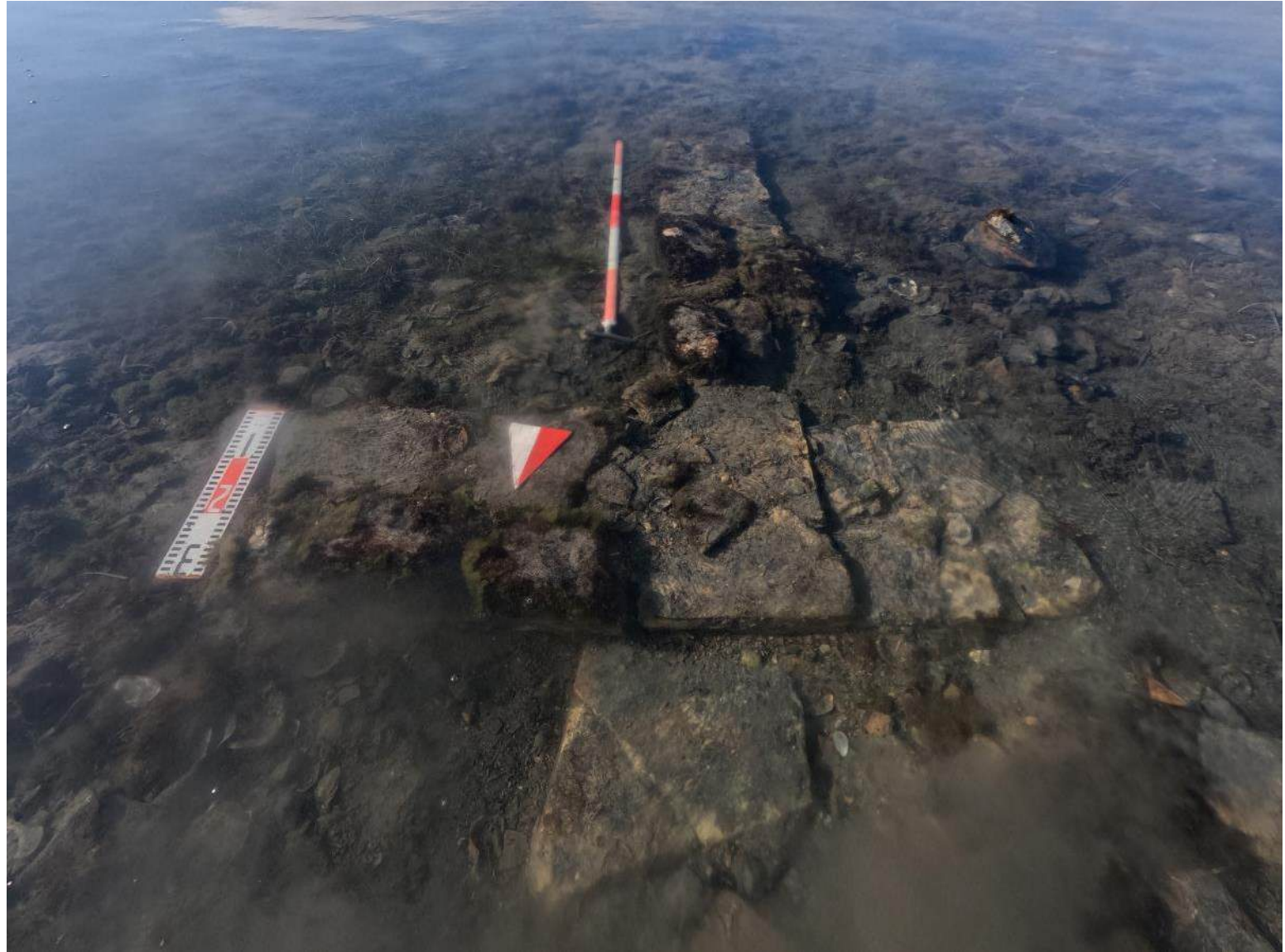


SOPRINTENDENZA
ARCHEOLOGIA
BELLE ARTI
E PAESAGGIO
PER IL FRIULI VENEZIA GIULIA



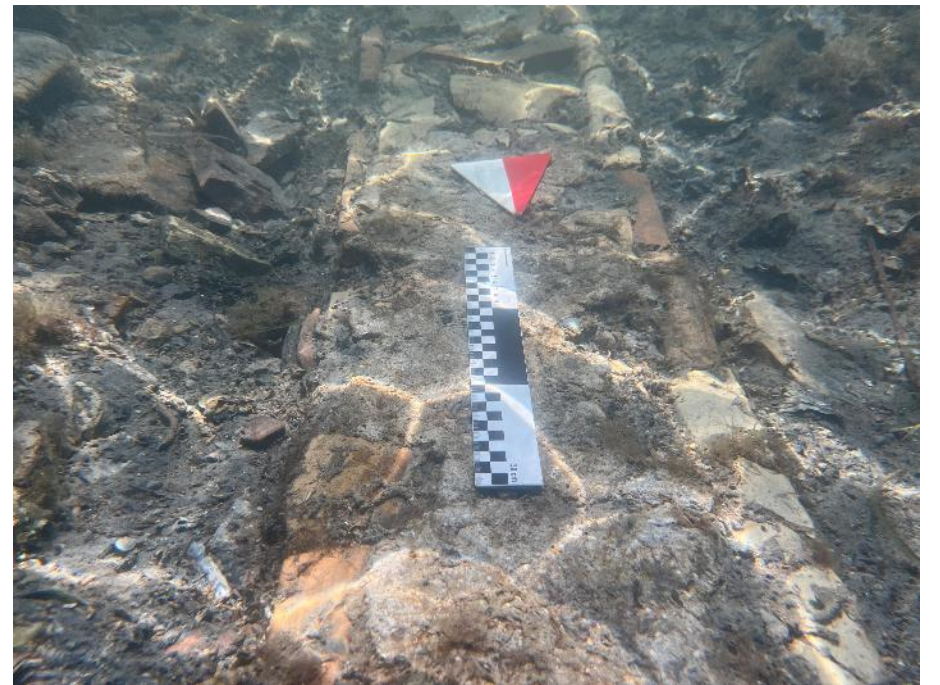
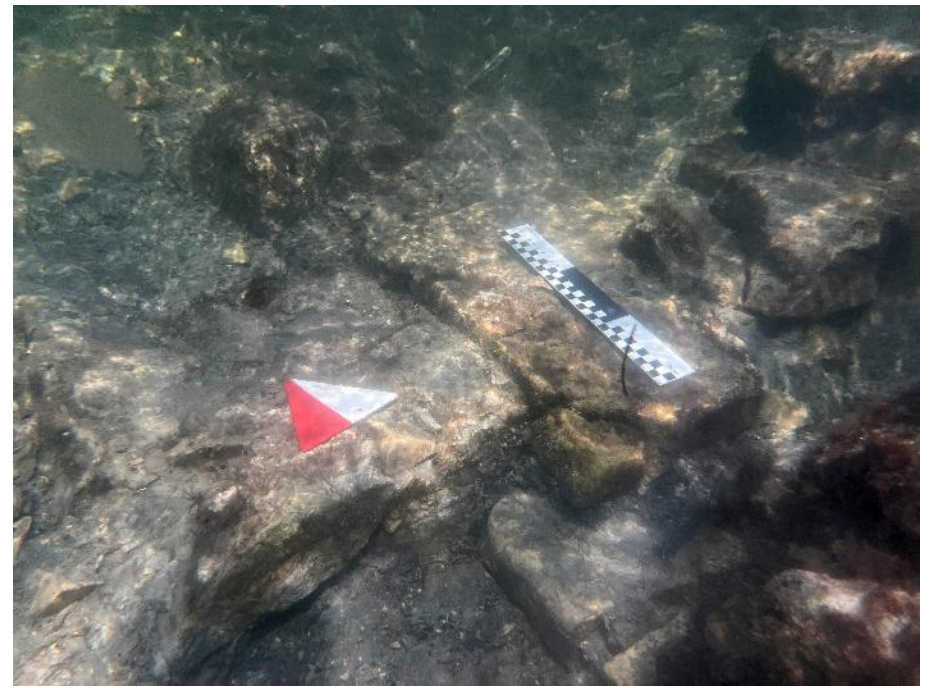
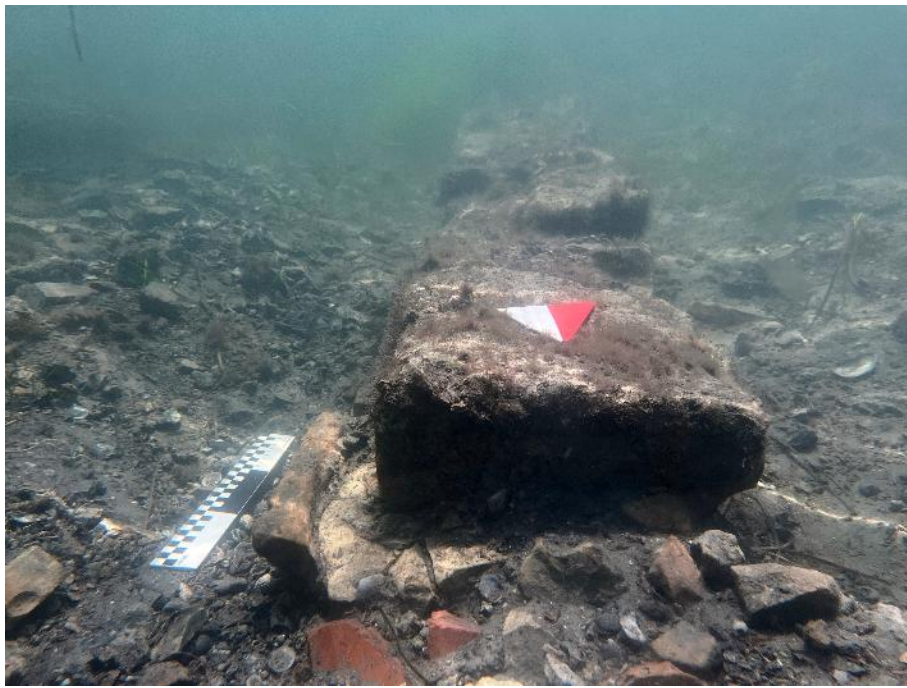
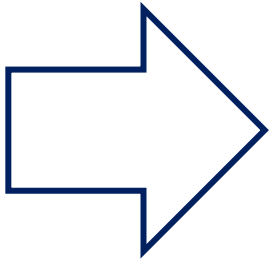
Di seguito dettagli della Carta Tecnica della Regione Friuli Venezia Giulia CTR 109090 GRADO con evidenziate le aree oggetto delle ricerche

1 NAUTA Test: Marina di Macia

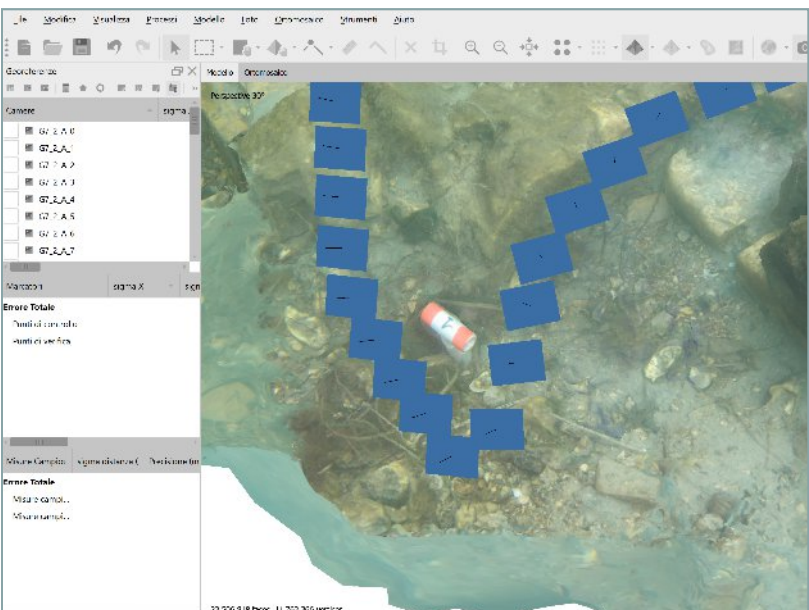


Marina di Macia 2025





Metodologia



Marina di Macia 2025



5 m



...dettagli



— 2 m



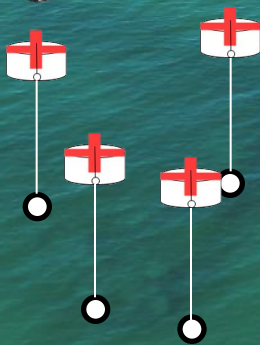
2 NAUTA Test: San Gottardo



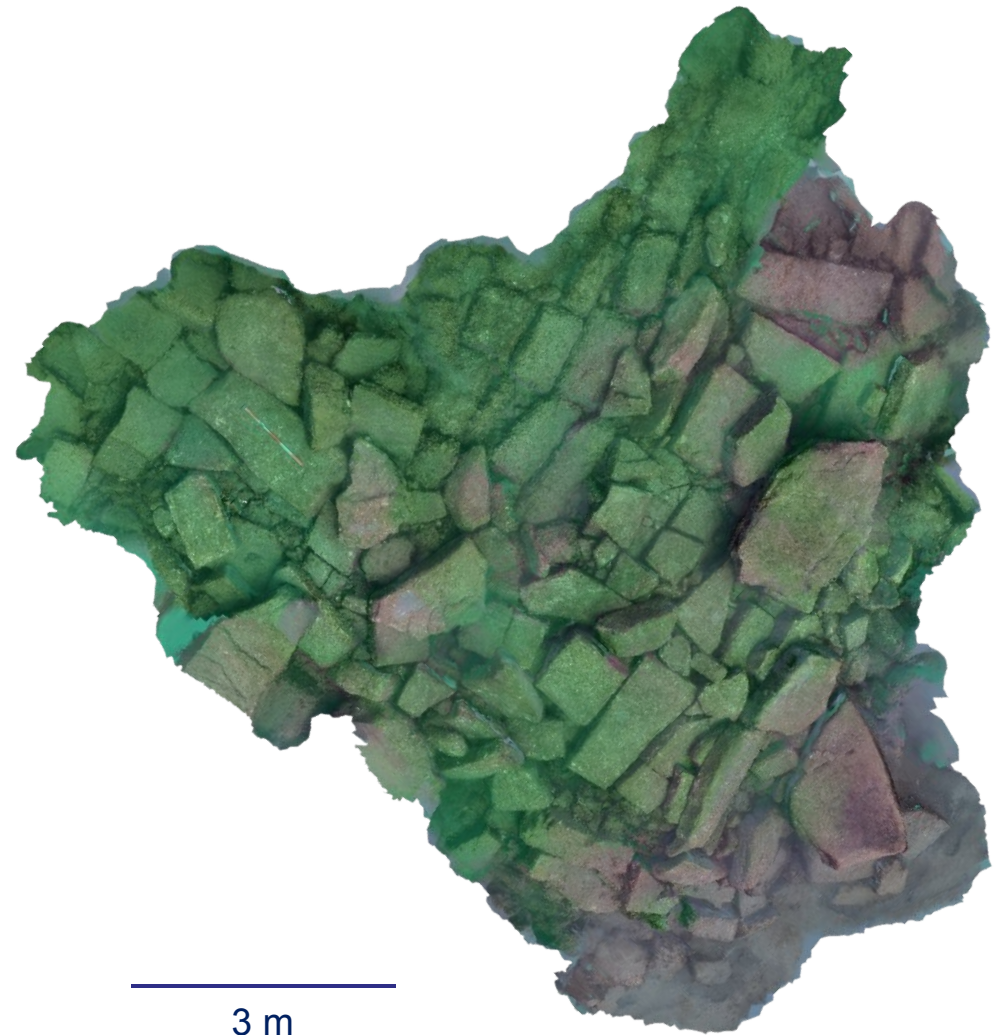
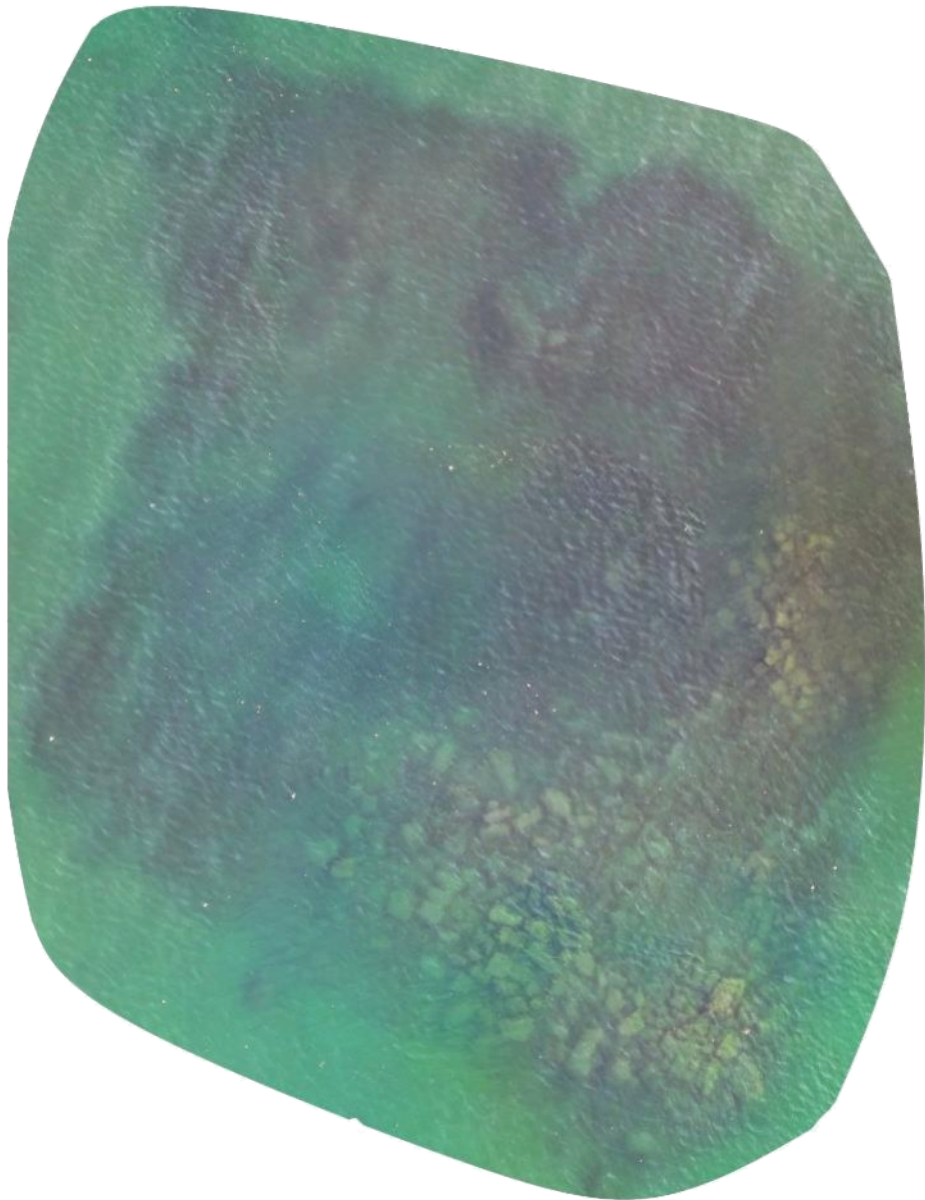
Metodologia



Metodologia

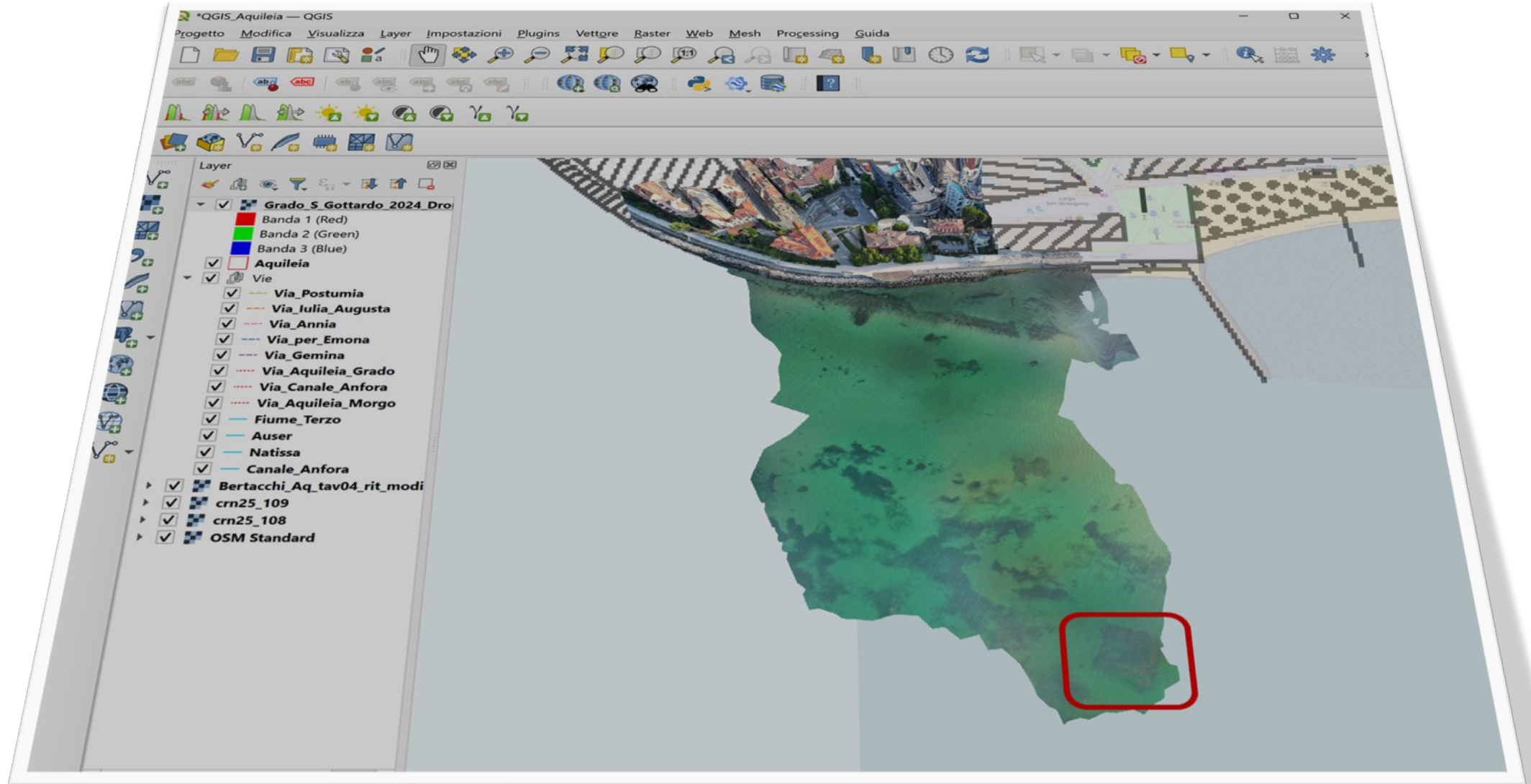


Fotogrammetrie Aeree e Subacquee

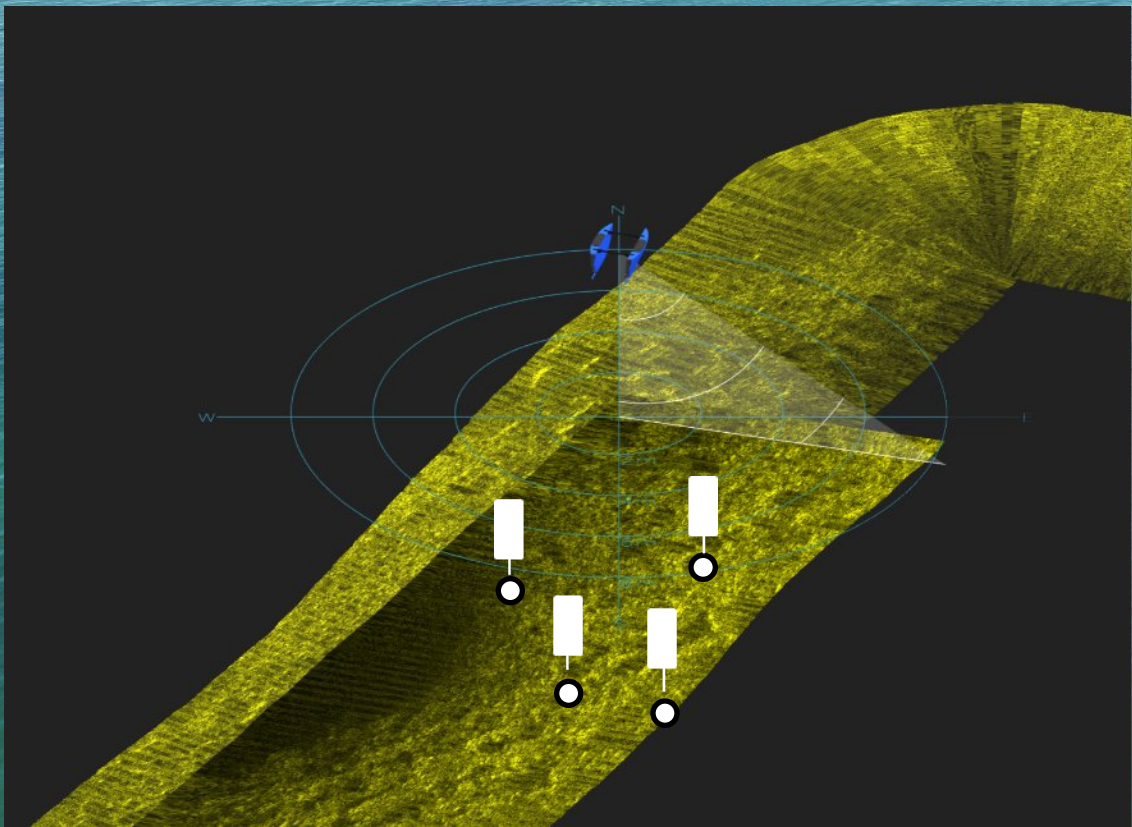


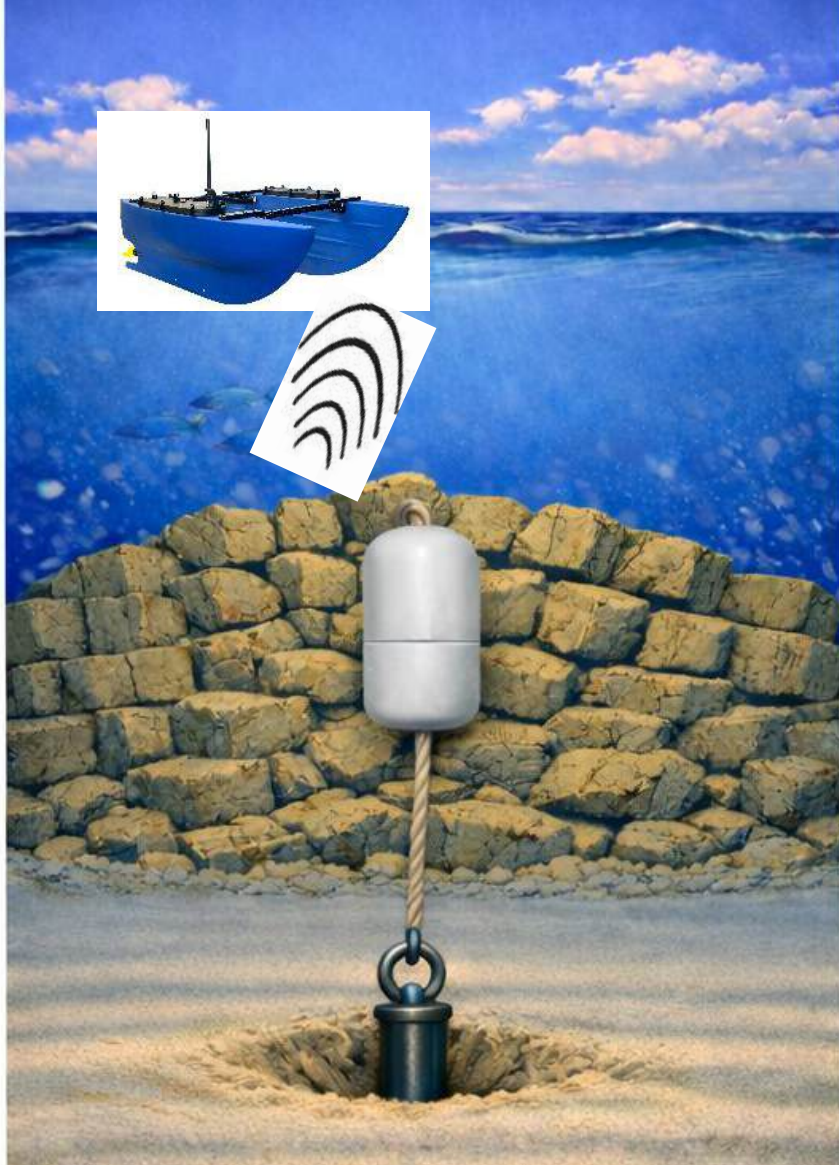
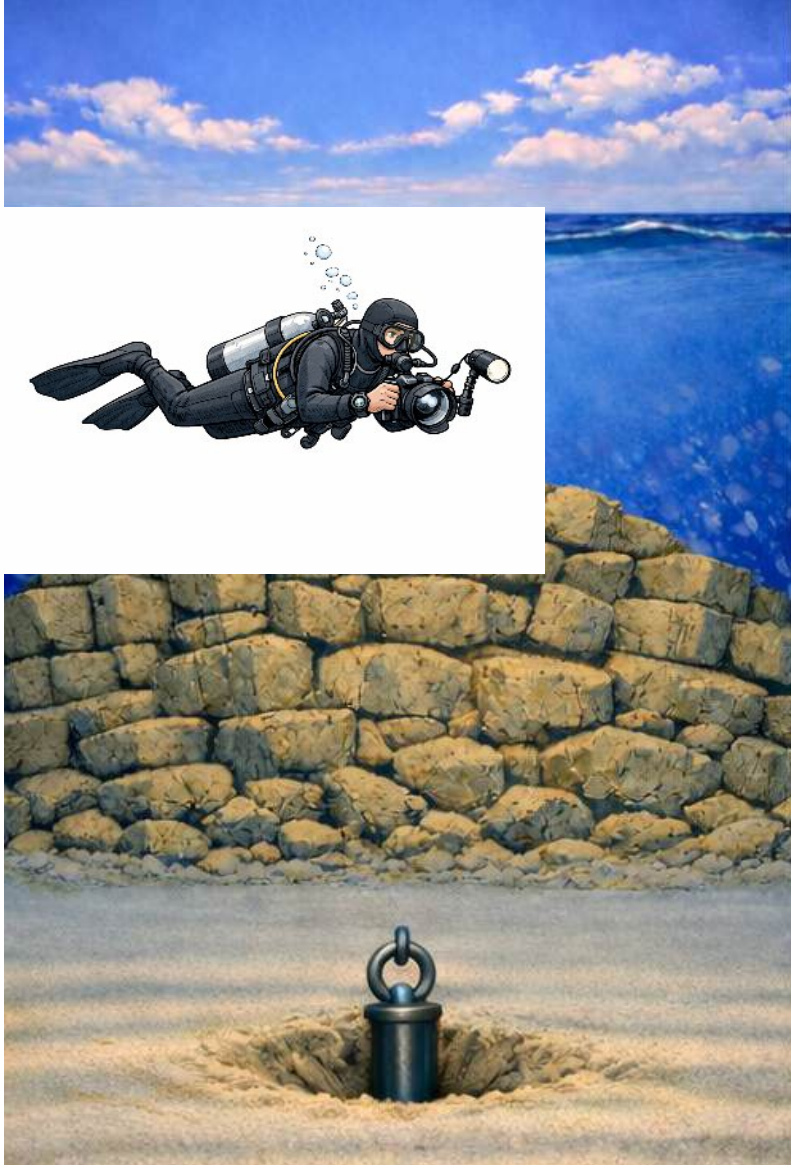
3 m

Drone + Metashape ⚡ GIS



Metodologia





Basilica



Porto fluviale



Foro







● Anomalia sepolta

13 m

● Anomalia sepolta





Grazie per la cortese attenzione

Massimo Capulli
Dipartimento di Studi Umanistici e del Patrimonio Culturale
Gian Luca Foresti, Ivan Scagnetto
Dipartimento di Scienze Matematiche, Informatiche e Fisiche



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI UDINE**