SAIPEM

GEOMATICS PROFESSIONALS 2026

LiDAR Offshore Applications

ROME GEOMATIC

GianMaria Iacobone - Saipem

14/04/2026

SAIPEM

INDEX

01 – Marine Remote Surveys: LiDAR

02 – Marine Remote Surveys: Il nostro approccio al LiDAR

03 – Marine Remote Surveys:
Tecnologie di misurazione a scansione laser subacquee

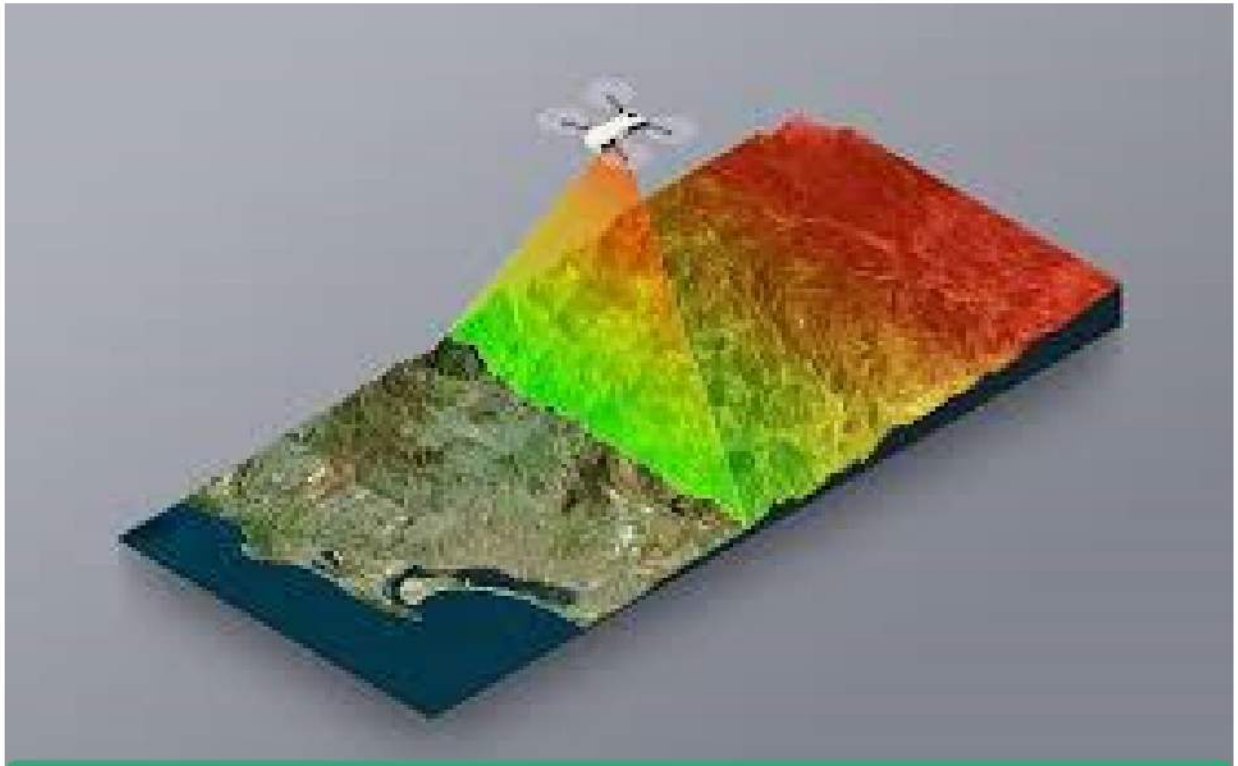
01

Marine Remote Surveys

LiDAR

MARINE REMOTE SURVEYS

LiDAR

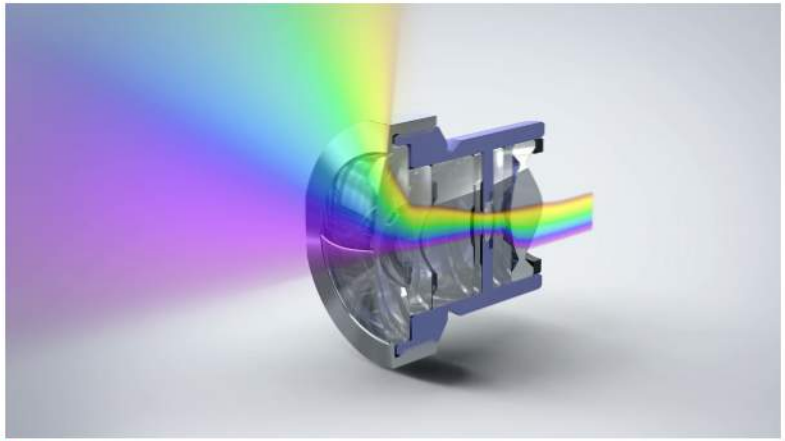


Il LiDAR (*Light Detection and Ranging*)

Tecnologia di telerilevamento che utilizza la luce laser pulsata per misurare le distanze e creare rappresentazioni 3D estremamente accurate di oggetti e ambienti.

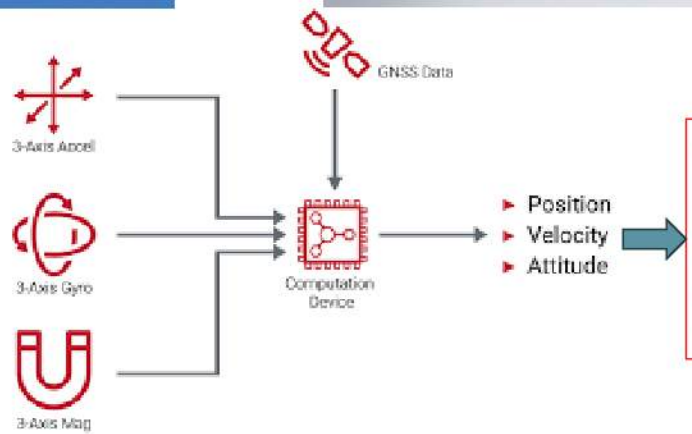
MARINE REMOTE SURVEYS

LiDAR: Componenti Chiave



Laser Scanner

- Scanner laser: emette impulsi luminosi.
- Fotorilevatore: riceve la luce riflessa.
- Sistemi di navigazione (GNSS e IMU)



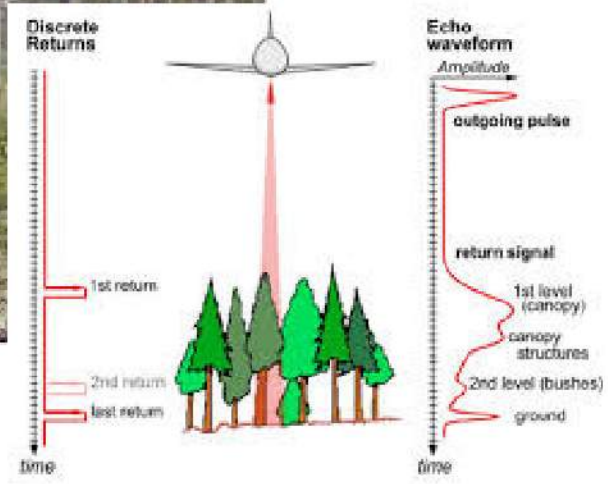
determinano la posizione e l'orientamento esatti del sensore, fondamentali per la mappatura quando il sensore è in movimento (ad esempio, su un aereo o un drone): **georeferenziazione**

MARINE REMOTE SURVEYS

LiDAR: Tipologie di strumento

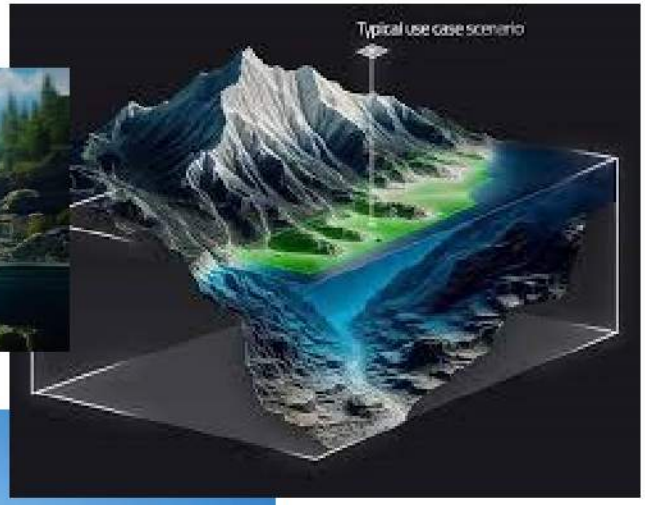
Tipologie di Lidar

- Aeronautico: montato su aerei o droni per la mappatura su larga scala.
- Terrestre: sistemi a terra utilizzati su treppiedi per rilievi edilizi o architettonici.
- Monitoraggio ambientale: misura la biomassa forestale, l'altezza della chioma e l'erosione costiera
- Batimetrico: utilizza la luce verde che penetra nell'acqua per mappare i fondali marini e i letti dei fiumi



MARINE REMOTE SURVEYS

LiDAR: Tipologie di strumento

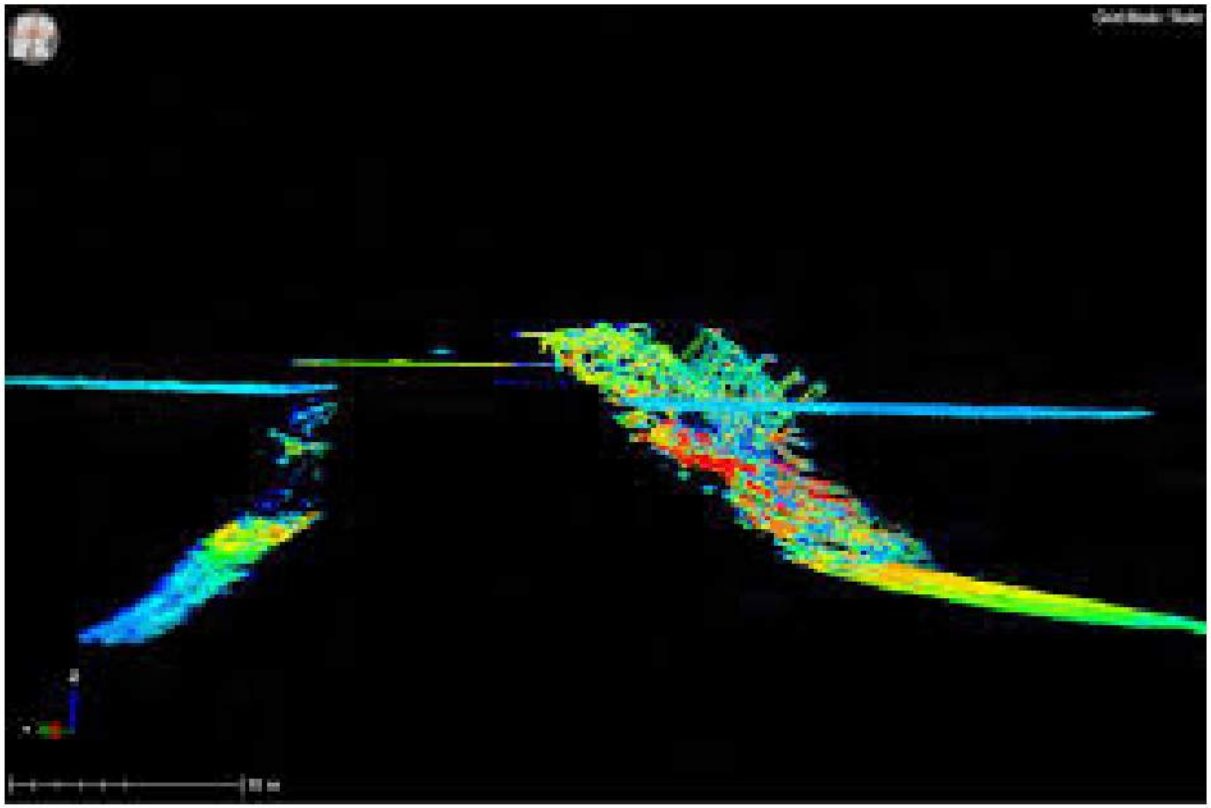


Altri esempi...LiDAR topo-batimetrico

MARINE REMOTE SURVEYS

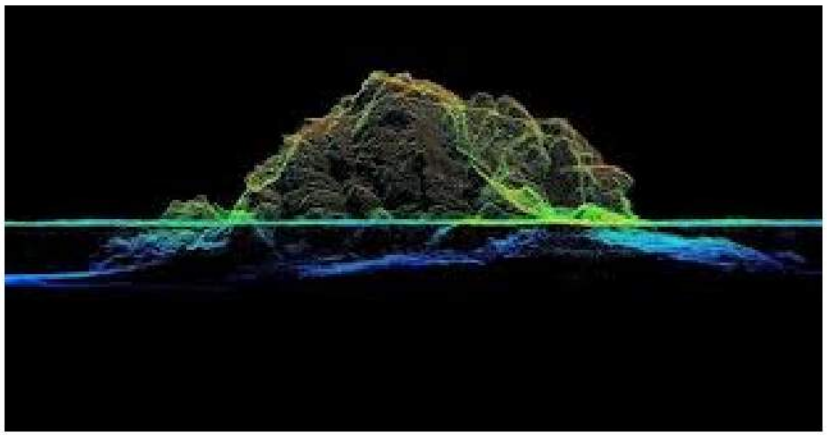
LiDAR Batimetrico - Caratteristiche principali

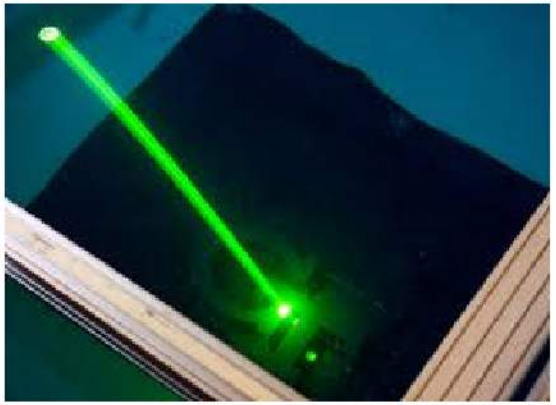
Il LiDAR batimetrico (Light Detection and Ranging) utilizza impulsi di luce verde (lunghezza d'onda di circa 532 nm) che possono penetrare in acque limpide e poco profonde per mappare efficacemente il fondale marino e i letti dei fiumi, distinguendo tra la superficie dell'acqua e il fondale marino per una mappatura subacquea dettagliata.



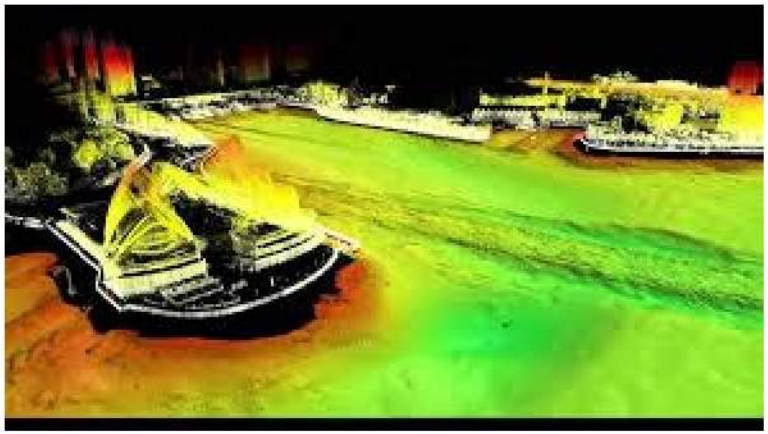
MARINE REMOTE SURVEYS

LiDAR Batimetrico - Come funziona?





- Emissione laser verde: un sensore su un velivolo (come un aereo o un drone) emette impulsi laser verdi. Il sensore emette impulsi luminosi ultra-brevi e calcola la distanza misurando il tempo di volo (ToF), ovvero quanto impiega la luce a colpire un oggetto e tornare indietro
- Doppi ritorni: la luce viaggia attraverso l'acqua, riflettendosi sulla superficie e di nuovo sul fondale marino.
- Profondità ed elevazione: calcolando queste differenze di tempo, determina la distanza dalla superficie e dal fondale marino, generando misurazioni precise della profondità e modelli 3D

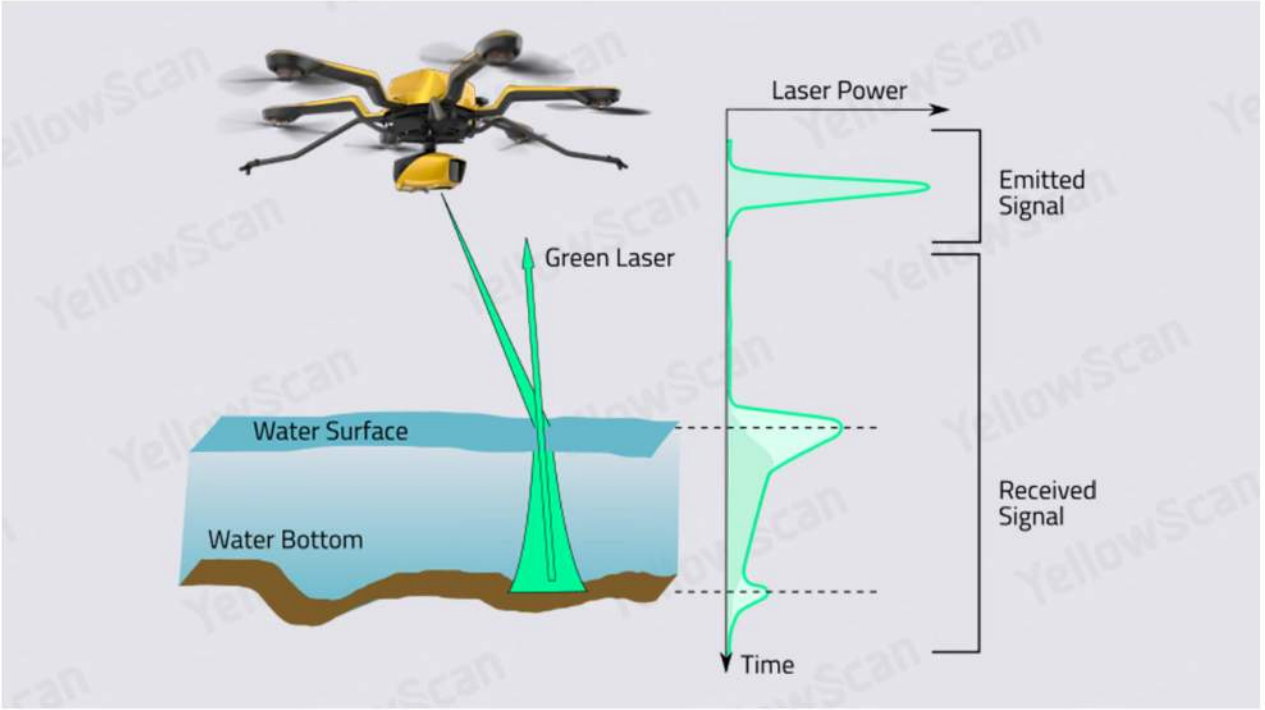


MARINE REMOTE SURVEYS

LiDAR Batimetrico - perche' la luce verde?

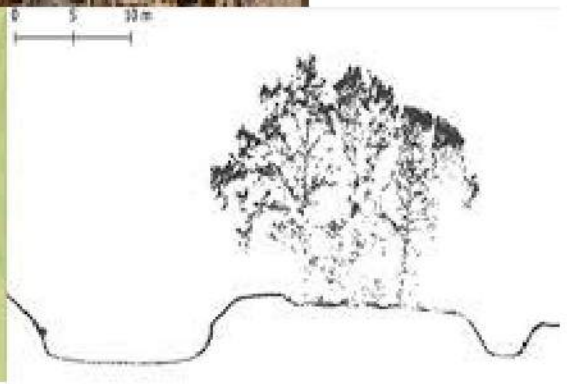
- **Penetrazione: la luce verde (532 nm) penetra nell'acqua molto meglio della luce infrarossa (utilizzata nel LiDAR topografico con lunghezze d'onda tipicamente comprese tra 905 e 1064 nanometri).**

- **Dispersione ridotta: si disperde meno dalle particelle sospese (come sedimenti o alghe) rispetto ad altri colori, migliorando la precisione in condizioni torbide, sebbene la limpidezza dell'acqua rimanga un fattore chiave**



MARINE REMOTE SURVEYS

LiDAR Batimetrico - Principali Applicazioni



- Mappatura di zone costiere, estuari e barriere coralline.
- Valutazione della morfologia del letto del fiume per la modellazione delle inondazioni e studi sugli habitat.
- Creazione di mappe di superficie terra-acqua senza soluzione di continuità (LiDAR topobatimetrico).
- **Le nostre esperienze hanno rilevato una precisione della nuvola di punti sia in planimetria che in elevazione è di +/- 2 cm sopra l'acqua e di +/- 4 cm in acqua**

02

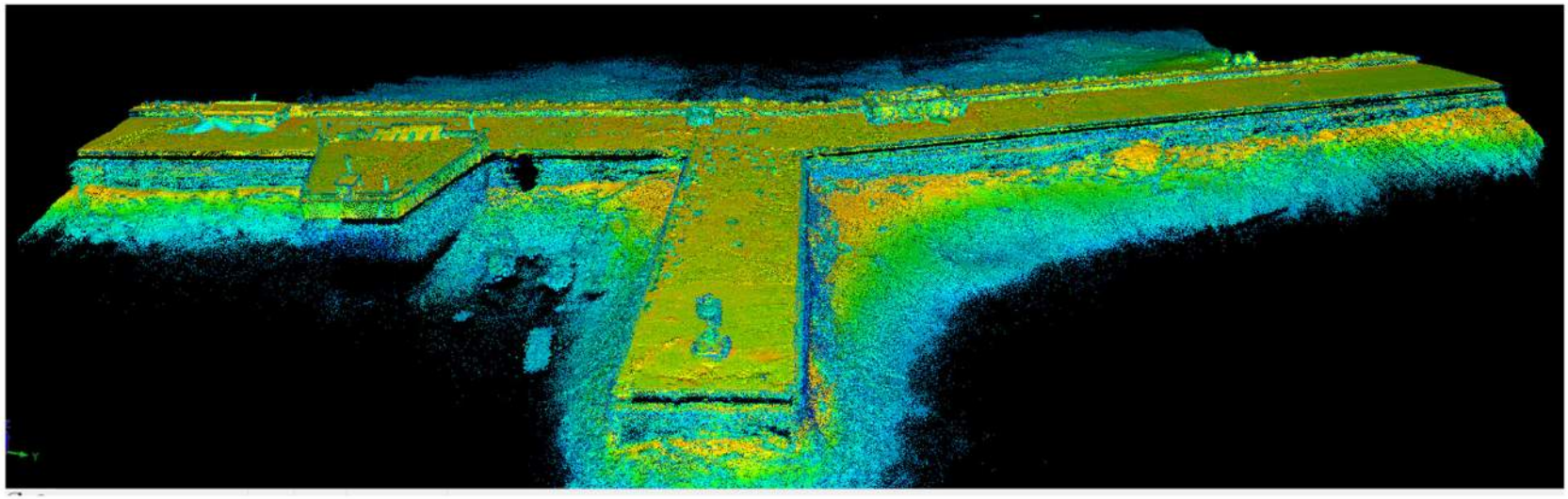
Marine Remote Surveys

Il nostro approccio al LiDAR

MARINE REMOTE SURVEYS

Il Nostro Approccio al LiDAR- Un Caso di Studio

- LiDAR- Studio concettuale condotto da Saipem nel dicembre del 2024
- Fase di allineamento tecnico da fine dicembre 2024 a gennaio 2025
- Attivita' preliminari avviate a febbraio 2025 per ottenimento permessi e preparazione
- Consegna dati .LAS @100KHz and 50KHz



MARINE REMOTE SURVEYS

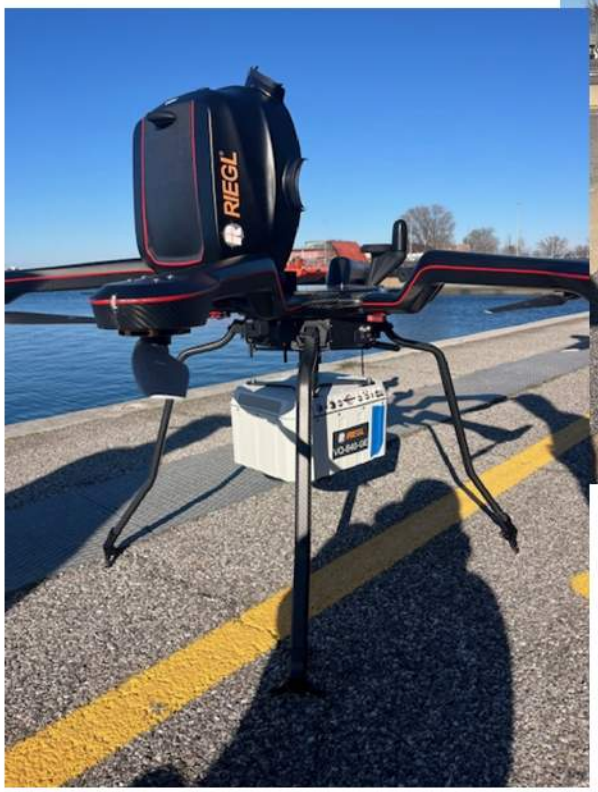
Il Nostro Approccio al LiDAR- Un Caso di Studio

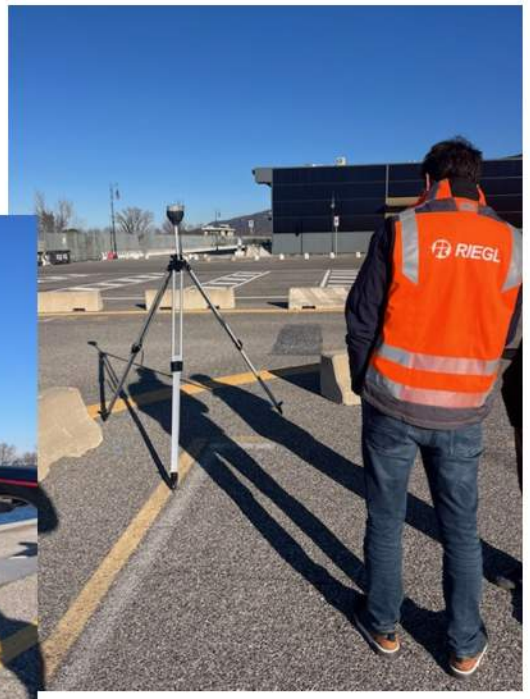
- Località: Mar Adriatico, Italia - Trieste (Palestrina Sonsub)
- Profondità massima dell'acqua: ~20 m
- Ambito di lavoro R&S (Offshore e Onshore):
- Rilievo (Richiesta di permesso di volo - ENAC)
- Rilievo (Richiesta di permesso di volo - APS - POLMARE - CP)
- Rilievo (struttura geodetica)
- Rilievo (Drone MOB + LiDAR)
- Rilievo (Piano di volo 100KHz)
- Rilievo (Piano di volo 50KHz)
- Rilievo (Sezione di elaborazione)
- Rilievo (Sezione di deep processing)
- Rilievo (Consegna dati *.LAS)
- Rilievo (Riunione di discussione sui risultati)

MARINE REMOTE SURVEYS

Il Nostro Approccio al LiDAR- Un Caso di Studio

- Località: Mar Adriatico, Italia - Trieste
- Max. profondita': ~20 m
- Lista dell'equipaggiamento (Offshore and Onshore):
- Base Station RTK
- Drone
- Sensore LiDAR RIEGL_VQ-840-GE
- Workstation per il processing (in ufficio)





MARINE REMOTE SURVEYS

Il Nostro Approccio al LiDAR- Un Caso di Studio

ASPETTI LEGATI AL DATA PROCESSING

- Descrizione tecnica generale del sistema.
- Elaborazione e risultati.
- Confronto dati MBES e LiDAR

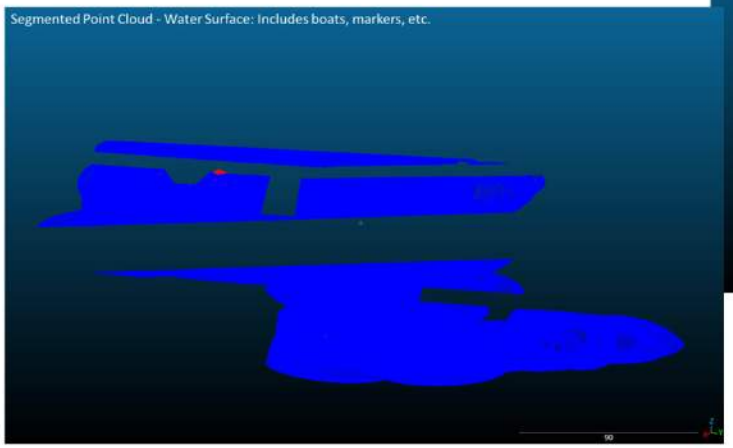
Piano di volo e coperture

MARINE REMOTE SURVEYS

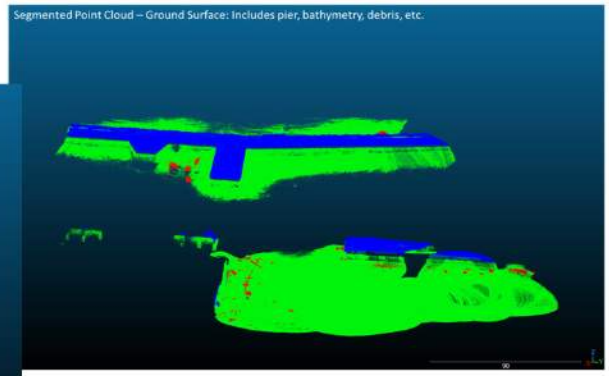
Il Nostro Approccio al LiDAR- Un Caso di Studio

- Sia per i dati raccolti sopra la superficie dell'acqua che per quelli raccolti sotto la superficie, la prima classificazione e' stata eseguita tramite l'analisi della forma d'onda.
- La tecnologia MULTI ECHO, implementata a bordo del VQ 840 GE (così come su tutti gli altri sensori Riegl), ha permesso di raccogliere echi di ritorno multipli a partire dal singolo impulso. Questa tecnologia, combinata con l'OWP (Online Waveform Processing), ha consentito di attribuire a ciascun impulso i relativi echi di ritorno e di classificarli come singolo eco, primo eco, altri echi e ultimo eco.
- Pertanto, la prima classificazione e' avvenuta direttamente durante la fase di acquisizione dei dati.
- Per questa elaborazione sono state identificate 4 classi per suddividere la nuvola di punti:

1. Superficie del mare
2. Superfice del fondale
3. Asset e manufatti antropici
4. Rocce e detriti



Layer superfice marina



Layer fondale asset e debris

MARINE REMOTE SURVEYS

Il Nostro Approccio al LiDAR- Un Caso di Studio

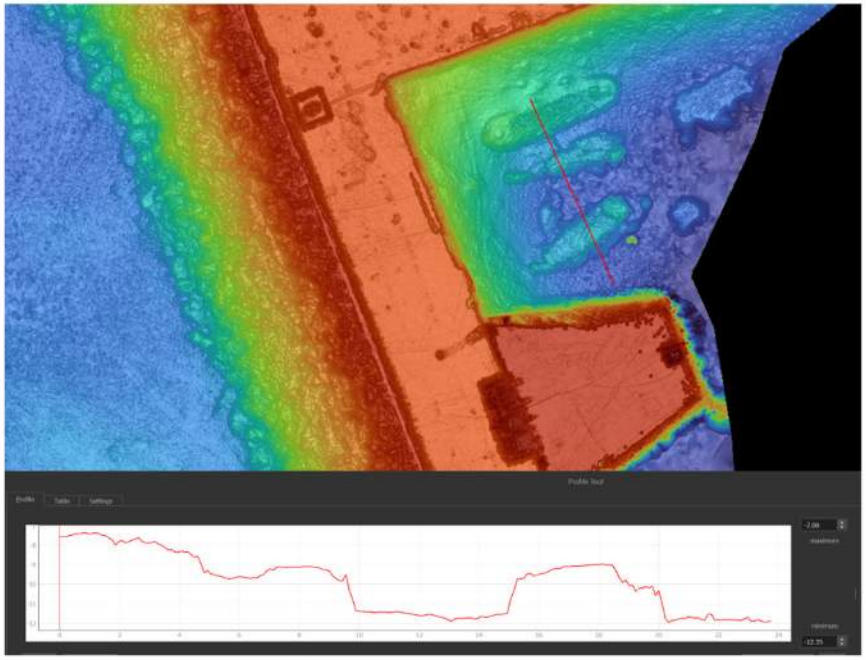
Trieste Lidar SeaTrial: Dati processati e copertura

- **10cm cell size DTM: ha mostrato una registrazione continua della topografia e della batimetria**
- **Il valore della quota varia da 4m a -12m**
- **Non c'e' stata continuita di registrazione tra le 2 dighe a causa di profondita' elevata**

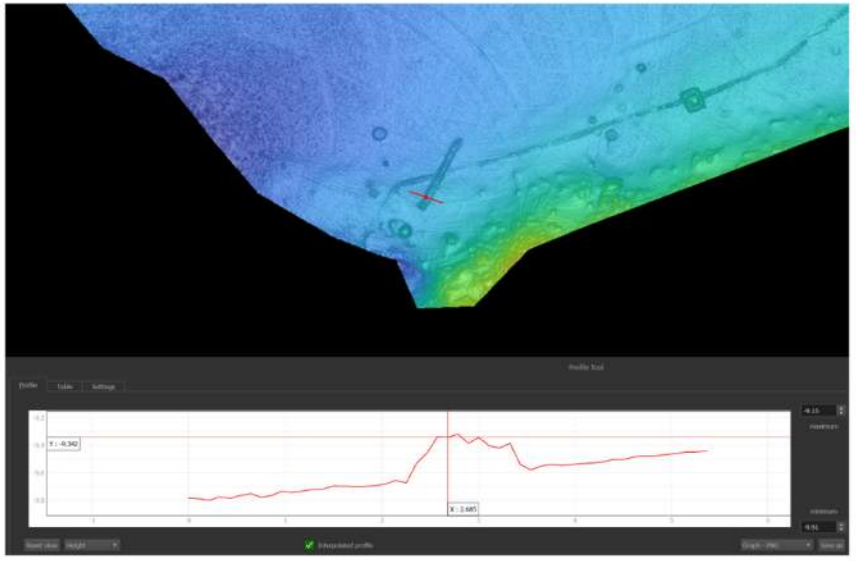
MARINE REMOTE SURVEYS

Il Nostro Approccio al LiDAR- Un Caso di Studio

Trieste Lidar SeaTrial : Processing & Results



- **Digital Terrain Model - 0.10m cell size:**
- **Pipe Crossing detection**
- **Pipeline DTM**
- **Individuazione di relitti**
- **Rocce e detriti sul fondo**

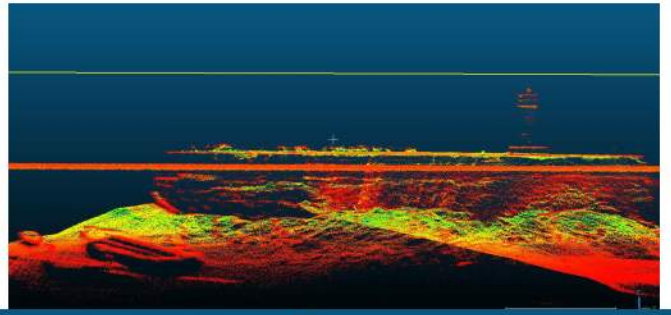


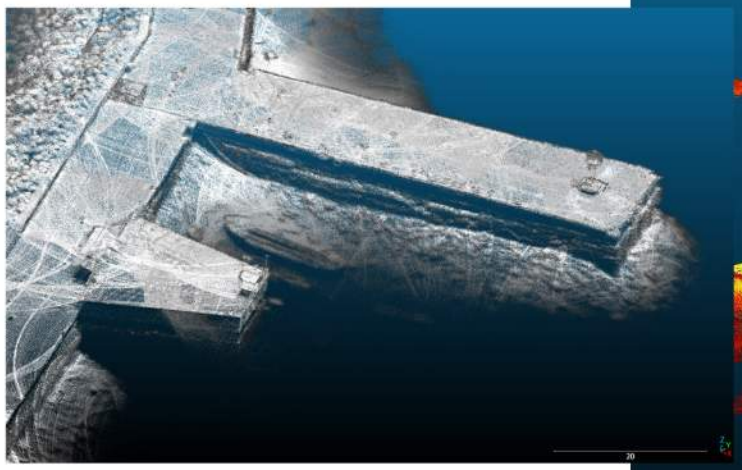
MARINE REMOTE SURVEYS

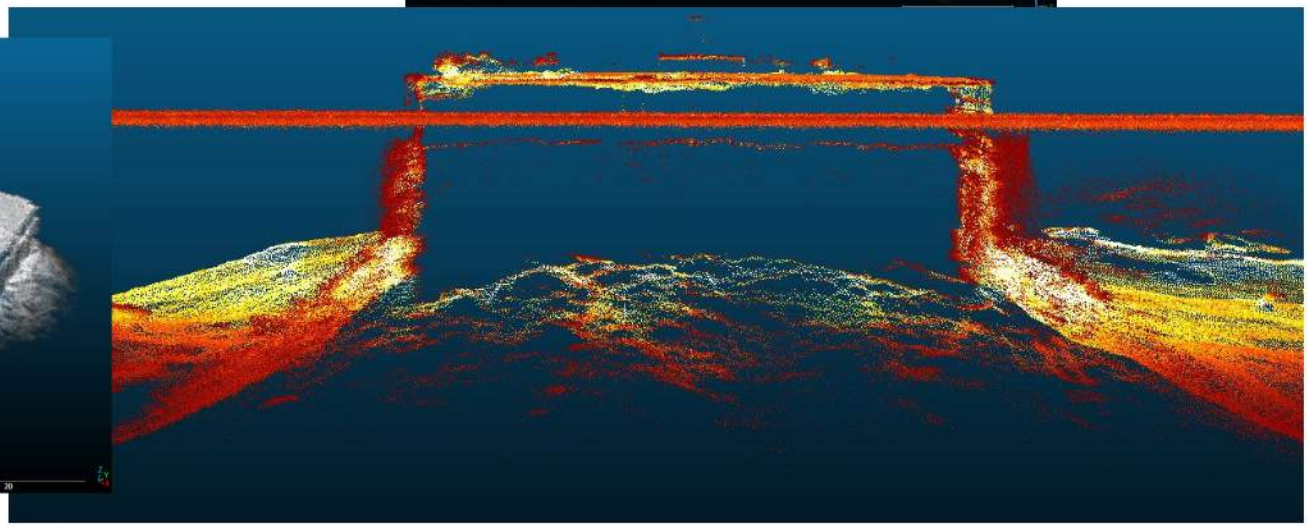
Il Nostro Approccio al LiDAR- Un Caso di Studio

Trieste Lidar SeaTrial : Processamento e risultati

- Profili delle banchine
- sgrottamenti
- debris
- Sovrastrutture delle banchine



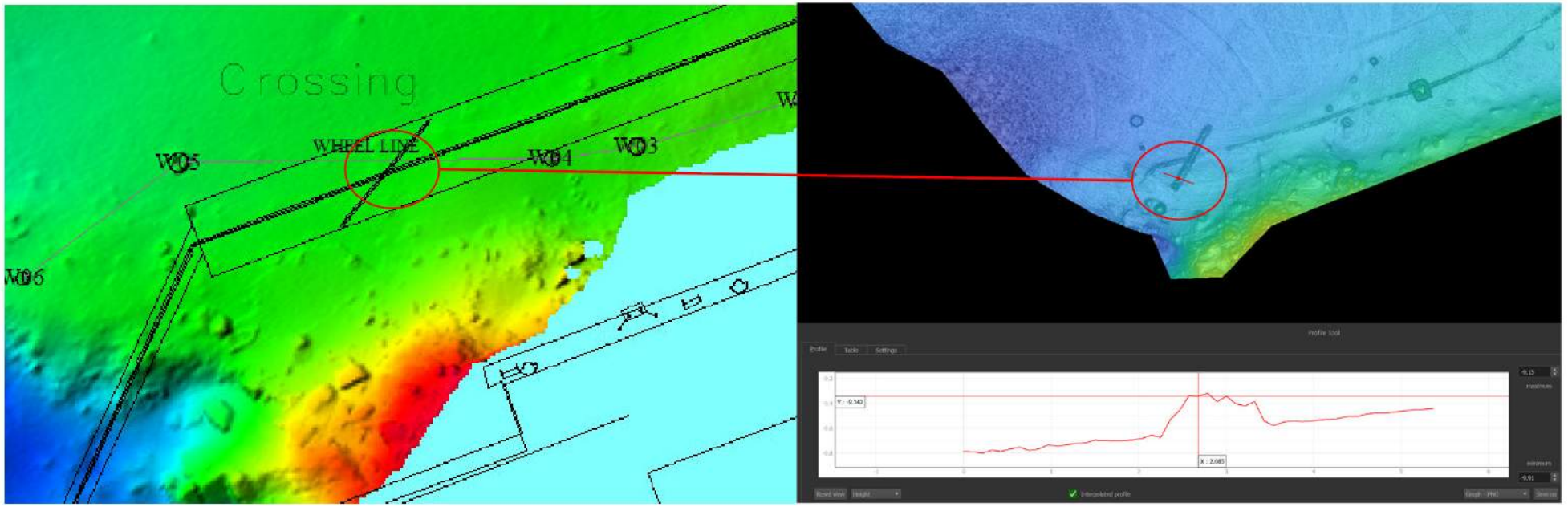




MARINE REMOTE SURVEYS

Il Nostro Approccio al LiDAR- Un Caso di Studio

Trieste Lidar SeaTrial : Processamento e risultati



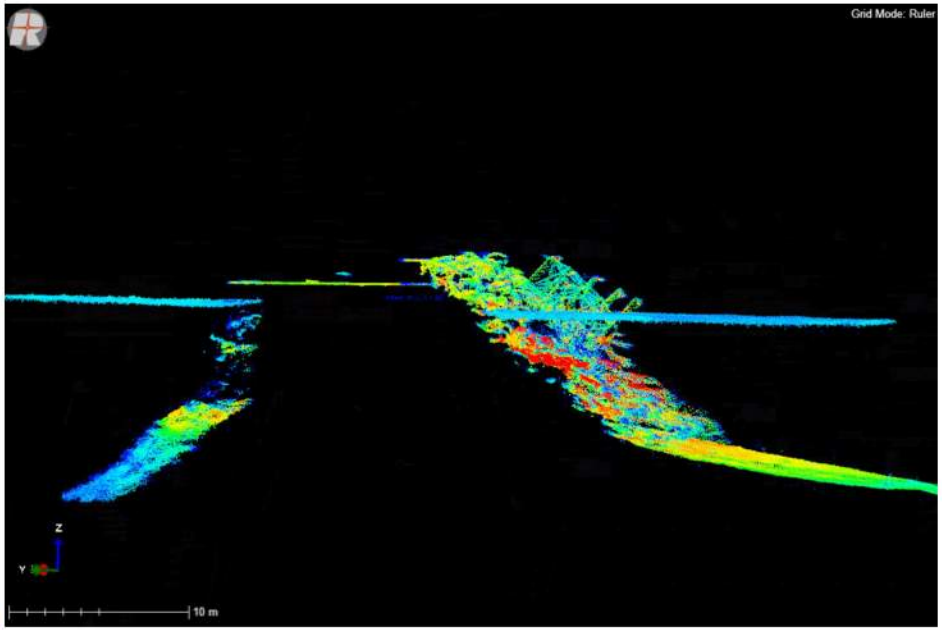
Data set affidabile fino a **10 m** sotto la superficie marina: comparazione con dati batimetrici

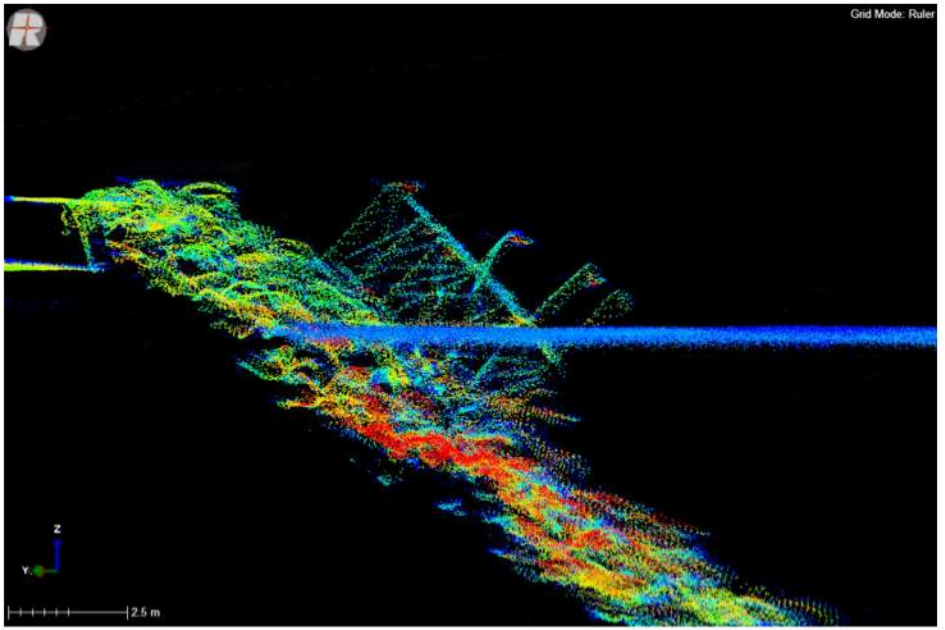
MARINE REMOTE SURVEYS

Il Nostro Approccio al LiDAR- Un Caso di Studio

Trieste Lidar SeaTrial : Processamento e risultati

Il Sistema LiDAR ha la possibilita di mappare aree emerse e sommerse durante la stessa acquisizione con un considerevole risparmio in termini di tempo e processamento: **dati omogenei e senza interruzione**





Le applicazioni del LiDAR spaziano dall'approccio costiero per l'individuazione di condotte, al rilievo topo-batimetrico per l'arrivo, l'individuazione e l'attraversamento di cavi, all'indagine di relitti, agli studi sui movimenti dei sedimenti, fino alle dighe sommerse e a tutte le altre attività che implicano la mappatura di infrastrutture sottomarine non interrate.

MARINE REMOTE SURVEYS

Considerazioni finali sul caso di Studio

Questa tecnologia, associata alla corretta metodologia, monitorizza con straordinaria efficienza:

- Dinamiche costiere in prossimità delle coste
- La linea di costa (shoreline) interessata alle opere marittime nearshore
- L'ambiente lagunare e marino costiero nella valutazione dell'apporto o della rimozione di sedimenti (erosione).

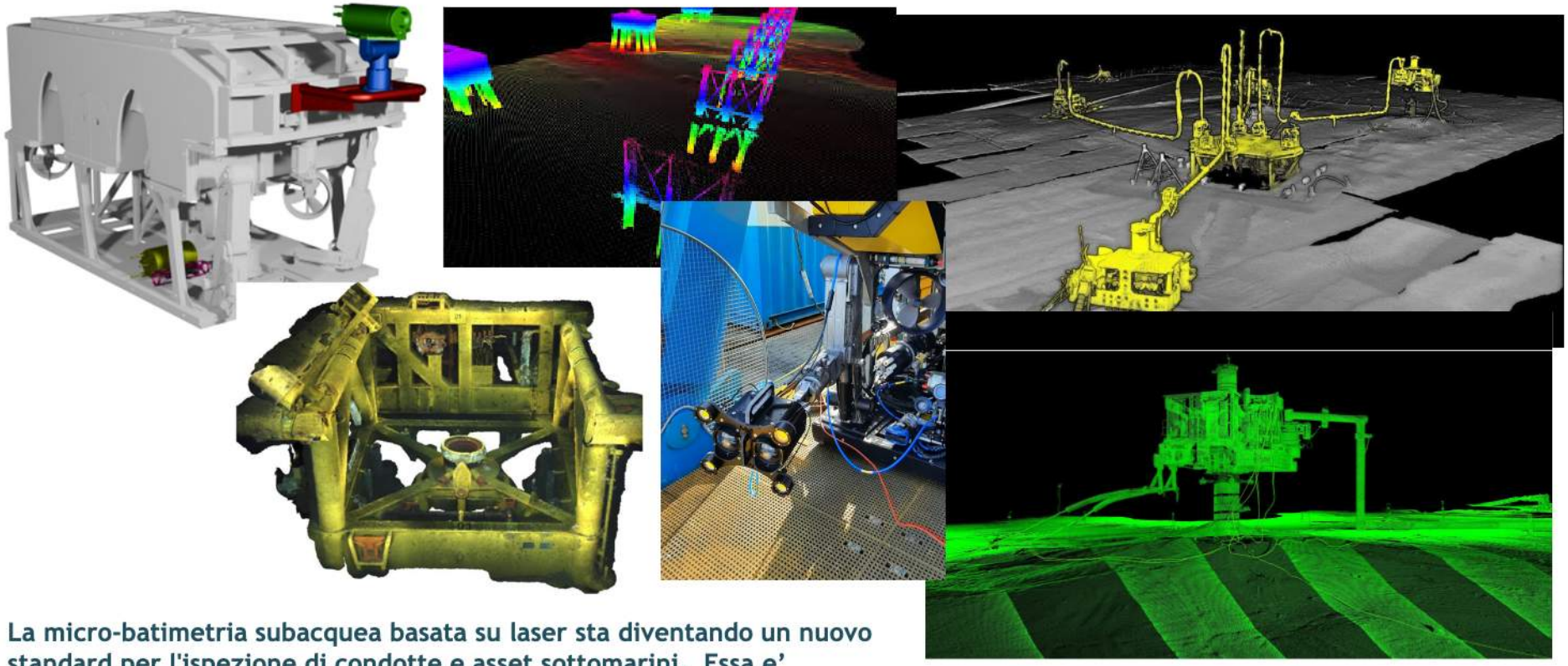
03

Marine Remote Surveys

Tecnologie di misurazione a scansione laser subacquee

MARINE REMOTE SURVEYS

Tecnologie di misurazione a scansione laser subacquea



La micro-batimetria subacquea basata su laser sta diventando un nuovo standard per l'ispezione di condotte e asset sottomarini. Essa e' **indipendente dalla colonna d'acqua**

MARINE REMOTE SURVEYS

Tecnologie di misurazione a scansione laser subacquea - Accuratezza

- l LiDAR sottomarino porta la tecnologia di scansione laser nell'ambiente sottomarino, consentendo la misurazione diretta della geometria tridimensionale.
- A differenza dei metodi basati su immagini, il LiDAR misura le distanze direttamente, producendo dati intrinsecamente metrici.

Per molti anni la tecnologia è stata utilizzata nei rilievi topografici terrestri e aerei, nella mappatura spaziale e nelle indagini meteorologiche. Ora è diventata uno standard industriale grazie alla comprovata capacità di creare set di dati ripetibili e accurati

SAIPEM