



Convegno tecnico



RILIEVO, MANUTENZIONE, DIGITALIZZAZIONE E MONITORAGGIO IN ESERCIZIO DELLE INFRASTRUTTURE STRATEGICHE



Soluzioni per il rilievo ai fini della digitalizzazione delle
infrastrutture strategiche

Elena Piantelli
Linear Infrastructure Manager - Trimble

Complesso Monumentale di Santa Maria la Nova a Napoli, 23 febbraio 2022

Trimble in numeri

\$3,15 B+

FATTURATO

25%

EBITDA

11.000+

DIPENDENTI IN 35
STATI

3.400+

DEDICATI A R&D E
SVILUPPO PRODOTTI

+100 SOCIETA'

ACQUISITE NEL
CORSO DEGLI ULTIMI
10 ANNI

\$475M R&D (2020)

65%+ SW

2.000+ BREVETTI

FOCUS: ANALISI

DATI, CDE E GUIDA
AUTONOMA

LA NOSTRA MISSIONE È QUELLA DI CONNETTERE IL MONDO FISICO E QUELLO DIGITALE
TRASFORMANDO I PROCESSI ATTRAVERSO SOLUZIONI DEDICATE ALL'INTERO CICLO DI VITA
DI UNA INFRASTRUTTURA



Guidati da innovazione ed esperienza

Tecnologia
GPS

Sistemi di
Posizionamento

Ottimizzazione
della produttività

Workflow
Condiviso



Vantaggi Economici

MIGLIOR ROI

MAGGIORI RICAVI

MIGLIOR UTILIZZO DEGLI ASSET



Qualità, sicurezza e conformità

MIGLIOR QUALITÀ DEI DATI

MAGGIOR SICUREZZA

MIGLIOR COMPLIANCE



Salvaguardia Ambientale

MINOR USO COMBUSTIBILI

MINOR CONSUMO ACQUA

MENO SPRECHI



CONSULENZA

- CONSULENZA PERSONALIZZATA
- SOLUZIONI CUSTOMIZZATE
- TRIMBLE LEARN PROGRAM
- PROJECT MANAGER DEDICATI
- NETWORKING CON I MIGLIORI PLAYER TECNOLOGICI SUL MERCATO
- CENTRO DI ASSISTENZA AUTORIZZATO E SUPPORTO ITALIANO

TECNOLOGIA

- SOLUZIONI GLOBALI ED INNOVATIVE
- ELEVATA QUALITA'
- SOLUZIONI INTEROPERABILI
- WORKFLOWS DEDICATI PER APPLICAZIONE

FINANZA

- STRUMENTI FINANZIARI DEDICATI
- SERVIZIO DI NOLEGGIO A BREVE, MEDIO E LUNGO PERIODO
- SHARE PROFIT APPROACH
- LOYAL PROGRAM

ESPERIENZA

- +40 ANNI DI ESPERIENZA
- +90 DIPENDENTI
- TEAM PROFESSIONALE
- COMPETENZE DEDICATE PER SETTORE INDUSTRIALE
- GLOBALI E LOCALI



Tecnologie SCAN to BIM



verso il «Digital Twin»

La componente digitale è in qualche modo connessa con la parte fisica, con la quale può scambiare dati e informazioni, sia in modalità sincrona (in tempo reale), che asincrona (in tempi successivi).

Il gemello digitale può evolversi fino a diventare una vera e propria replica digitale di risorse fisiche potenziali ed effettive (gemello fisico), di processi, di persone, di luoghi, di infrastrutture, di sistemi e dispositivi che possono essere utilizzati per vari scopi.

**UN GEMELLO
DIGITALE È LA
RAPPRESENTAZIONE
VIRTUALE DI
UN'ENTITÀ FISICA, DI
UNA PERSONA O DI
UN SISTEMA ANCHE
COMPLESSO**



DIGITAL DATA WORKFLOW

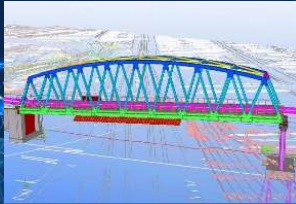
EXISTING INFRA



SURVEY



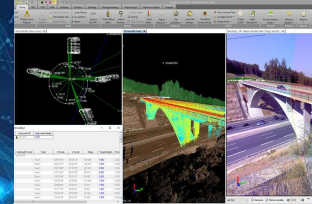
SCAN DATA



MODELING



MAINTAINCE WORK

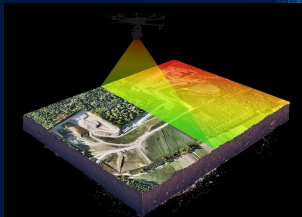


AS-BUILT

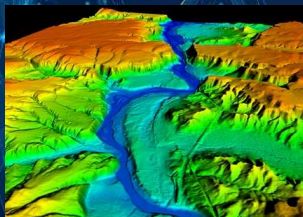


MONITOR

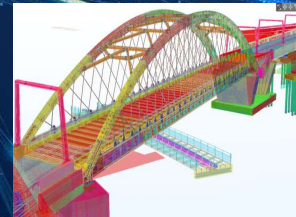
NEW INFRA



LAND SURVEY



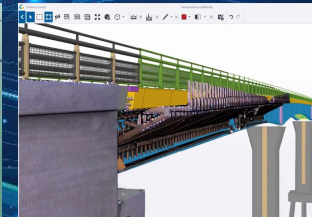
MODELING



DESIGN



CIVIL
CONSTRUCTION



AS-BUILT



MONITOR

DESIGN

BUILD

OPERATE

TECNOLOGIE

RILIEVO STATICO



MOBILE



DRONI



- 1) **Laser Scanner terrestre (Statico o Mobile):** milioni di punti con accuratezza millimetrica
- 2) **Fotogrammetria e laser scanner digitale e droni:** nuvole di punti con accuratezza metrica o centimetrica



COME OTTENERE UNA NUVOLA DI PUNTI

CONCETTO DI MISURA

Le nuvole di punti possono essere prodotte con:

- strumenti dotati di sensori attivi che eseguono scansioni elettroniche per mezzo di onde elettromagnetiche
- tutti quei metodi fotogrammetrici che operano con strumentazioni dotate di sensori passivi (come le fotocamere digitali) e che usano algoritmi matematici basati sul riconoscimento automatico di pixel (pattern) su immagini fotografiche.

ATTENZIONE:

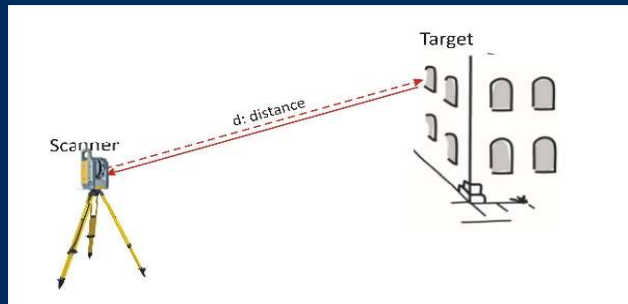
La loro rappresentazione verosimile della realtà impressiona ma è necessario porsi il problema della loro correttezza metrica rispetto alle scale di rappresentazione dei dati stessi

20.000 m

LASER SCANNER COME FUNZIONA

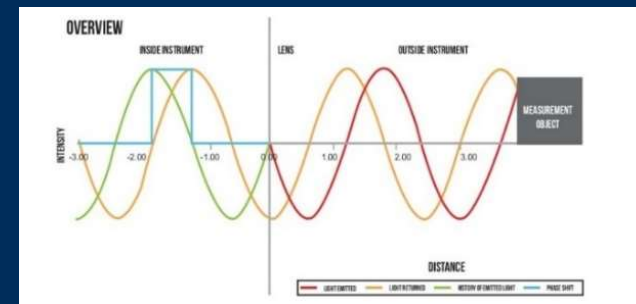
Il principio base è l'emissione di un segnale luminoso (Laser) da parte di un emettitore e la ricezione del segnale di ritorno da parte di un ricevitore. Nella fase di ricezione lo scanner utilizza tecniche differenti per il calcolo della distanza che contraddistinguono il tipo di strumento.

TEMPO DI VOLO



Viene calcolata la distanza in base al tempo intercorso tra l'emissione del laser, la riflessione sull'oggetto e la ricezione del segnale di ritorno al sensore. Consente di effettuare misure fino a centinaia di metri, con precisioni sub-centimetriche.

DIFFERENZA DI FASE



Lo scanner emette un'onda modulata e la distanza è calcolata confrontando la fase dell'onda emessa con quella ricevuta dopo la riflessione sulla superficie dell'oggetto. Hanno portata limitata ma velocità superiore.

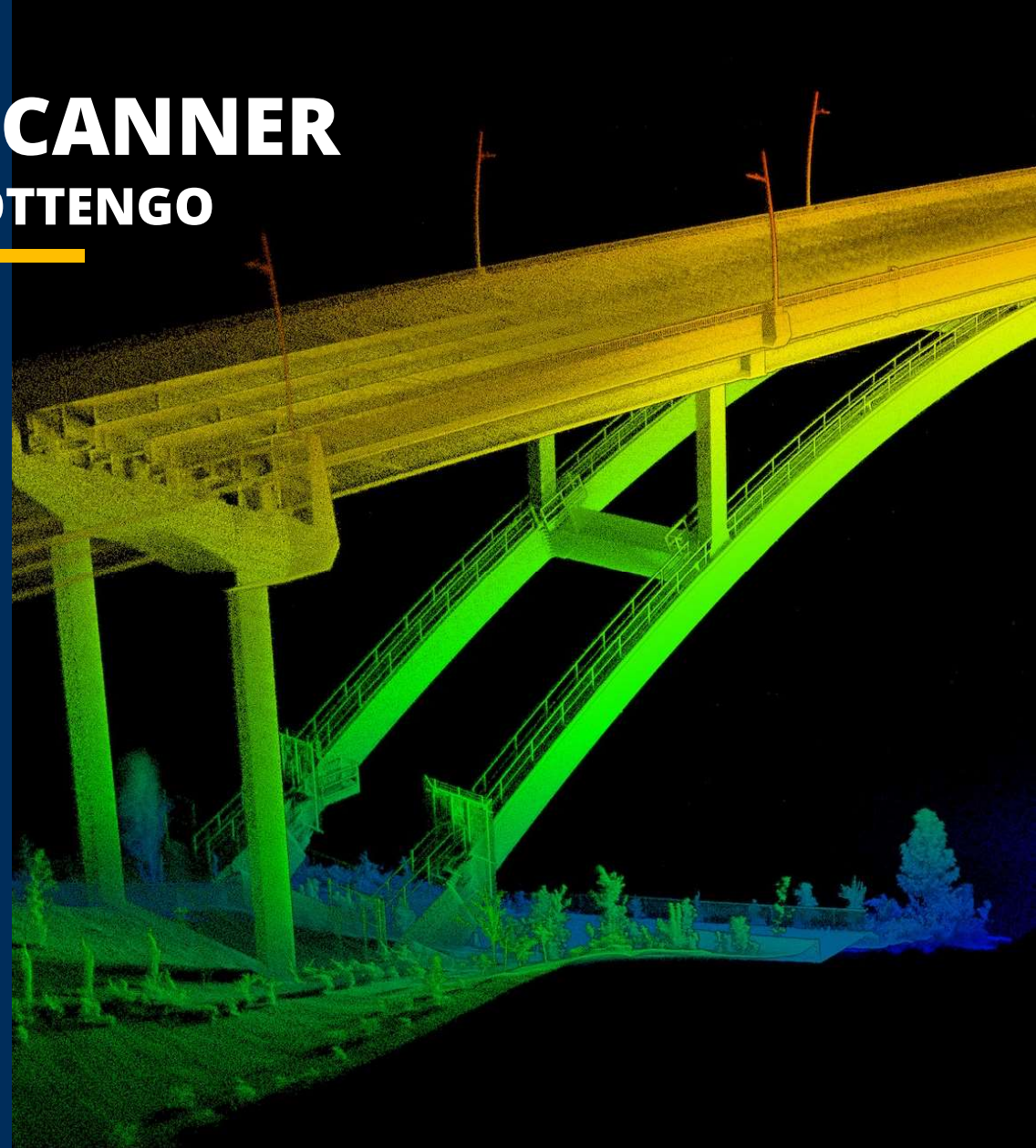


LASER SCANNER

COSA OTTENGO

Un **Laser Scanner** misura, in una regione di spazio e secondo una predefinita densità, LE POSIZIONI DI PUNTI DEGLI OGGETTI IVI PRESENTI. Ne deriva una **nuvola di punti** cioè un insieme di punti per i quali disponiamo di:

- tre coordinate del punto rilevato in primo luogo, fornite in un sistema cartesiano (x, y e z) che ha origine nel centro strumentale e solo in una seconda fase vengono riportate nel sistema di riferimento più opportuno con semplici operazioni di rototraslazione nello spazio
- valore della riflettanza (capacità dei corpi di riflettere il raggio laser) che cambia a seconda della natura del materiale e quello colorimetrico del punto rilevato. Il valore RGB del colore, infatti, viene catturato da una o più camere (generalmente montate all'interno dello strumento)



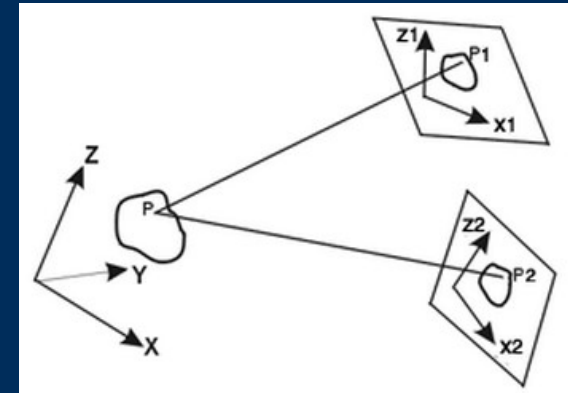
FOTOGRAMMETRIA

COME FUNZIONA

Tecnica di rilievo che permette di ottenere dati metrici (forma e dimensione) di un oggetto/area tramite l'acquisizione e l'elaborazione di immagini fotografiche (fotogrammi).

Oggi la fotogrammetria viene utilizzata per il rilievo di oggetti/aree di piccola e di grande estensione

- fotogrammetria terrestre
- fotogrammetria aerea



Elemento base: coppia di immagini

LA FOTOGRAMMETRIA PERMETTE DI IDENTIFICARE LA POSIZIONE SPAZIALE DI TUTTI I PUNTI D'INTERESSE DELL'OGGETTO CONSIDERATO.



FOTOGRAMMETRIA

COSA OTTENGO

LA BONTÀ DI UN MODELLO 3D DIPENDE DA MOLTI FATTORI LEGATI AL VOLO DEL DRONE (CONDIZIONI METEOROLOGICHE, ILLUMINAZIONE, COPERTURA GPS, VELOCITÀ DI CROCIERA, STABILITÀ).

La RISOLUZIONE SPAZIALE è definita dal **G.S.D. (Ground Sampling Distance)** ovvero la distanza, misurata a terra, tra due pixel vicini dell'immagine. In pratica, il GSD è la dimensione del pixel sul campo.

Minore il GSD e maggiore è il dettaglio della fotografia. Il GSD dipende dalla risoluzione della macchina fotografica a bordo del drone, dalla lunghezza focale della sua ottica e dall'altezza di volo.

Per andare nella direzione dell'accuratezza assoluta è necessario affidarsi ai **Ground Control Points (G.C.P.)**. I GCP sono dei punti ben visibili a terra le cui coordinate sono note con elevata accuratezza perchè misurate con strumenti professionali come un ricevitore **GPS RTK** o una **Stazione Totale**. **E' importante che i GCP siano misurati con un'accuratezza superiore alla dimensione del pixel a terra, al GSD.**



QUALE SOLUZIONE E METODO UTILIZZARE DIPENDE

COMPONENTI DA ANALIZZARE	
OBIETTIVO DEL RILIEVO	cosa devo ottenere dai dati acquisiti
QUALI PRECISIONI SONO NECESSARIE	strettamente dipendenti dall'obiettivo del rilievo
ACCESSIBILITA' DEL SITO	logistica e condizioni di criticità o pericolo
CARATTERISTICHE DEL SITO	contesto di rilievo e complessità dell'oggetto da rilevare
TEMPISTICHE	strettamente dipendente dalla logistica e/o all'obiettivo del rilievo
NECESSITA' DI CORRELARE I DATI RISPETTO AD ALTRI DATASET E/O CONTROLLO NEL TEMPO	ovvero è sufficiente disporre di un dataset in relativo oppure in assoluto



OBIETTIVO RILIEVO

AMBITO DI LAVORO	TIPOLOGIA DI RILIEVO	BENEFICI
Rilievi AS-IS Rilievo AS-BUILT Edifici, strutture e infrastrutture	▪ Rilievo 3D stato di fatto ▪ Ispezioni a distanza ▪ Rilievo degli ammaloramenti e del quadro fessurativo ▪ Rilievo deformazioni 3D nel tempo ▪ Modellazione 3D	▪ Ottimizzazione tempi di acquisizione in campo e trattamento dati in ufficio ▪ Rilievi oggettivi e ripetibili ▪ Rilievo e monitoraggio di siti inaccessibili con riduzione dei costi) ▪ Combinazione tra dati 3D e immagini per una migliore documentazione)
Rilievi volumi, aree	▪ Rilievo di dettaglio 3D ▪ Calcolo superfici e volumi	▪ Aumento produttività ▪ Rilievi di superfici complesse ▪ Incremento sicurezza (rilievo a distanza) ▪ Combinazione tra dati 3D e immagini per una migliore documentazione)
Rilievi architettonici	▪ Rilievo 3D di dettaglio ▪ Acquisizione informazioni geometriche e fotografiche ▪ Modellazione 3D	▪ Aumento della produttività in campo e in ufficio ▪ Estrazione semplificata di elaborati grafici (semi-automatica di piante, prospetti e sezioni) ▪ Rilievi di dettaglio



GEOREFERENZIAZIONE E PUNTI DI CONTROLLO



**COORDINATE
GLOBALI**

**UNIONE DATI E
CONTROLLO NEL TEMPO**

PUNTI DI CONTROLLO
(MEGLIO SE GEOREFERITI)

oppure

TRAMITE GEOMETRIE
OMOLOGHE

**COORDINATE
LOCALI**



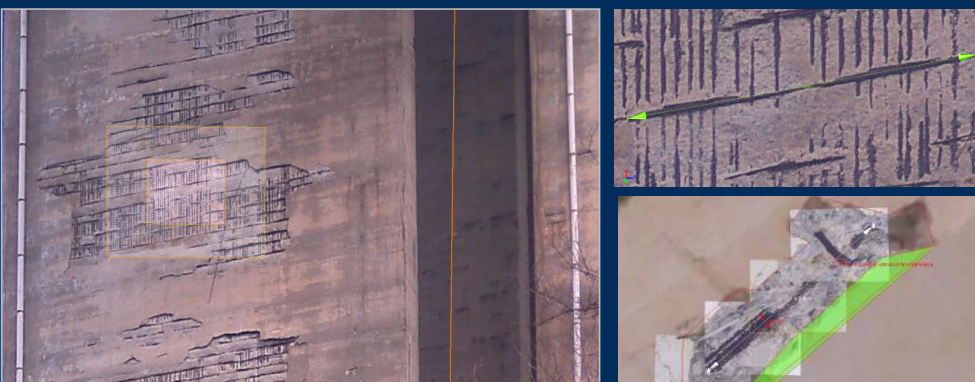
RICEVITORE GNSS

- Rilievo e monitoraggio di aree di vaste dimensioni e/o morfologicamente complesse
- Nessuna influenza condizioni meteo

STAZIONI TOTALI

- Rilievo di aree circoscritte
- elevata precisione & accuratezza
- elevato numero di punti da misurare

SOLUZIONI DI RILIEVO STATICO INTEGRATE



CARATTERISTICHE

- Rilievo geometrico e fotogrammetrico
- Elevata precisione di rilievo
- Ideale per oggetti complessi e difficilmente accessibili
- Indagine geometrie e stato di ammaloramento

DA COSA SI COMPONE

- 1) Testa scanner
- 2) Fotocamere
- 3) Stazione totale



PRECISIONI: Millimetriche

CONTESTO DI RILIEVO: rilievo di strutture e infrastrutture complesse e spesso inaccessibili, gallerie di varia natura, architettonico ed impiantistico



SOLUZIONI DI RILIEVO STATICO



CARATTERISTICHE

- Rilievo geometrico
- Rilievo colorimetrico
- Altissima velocità di scansione (da 500.000 a 1.000.000 punti/secondo)
- Elevata precisione di rilievo
- Ideale per oggetti complessi tipo edifici
- Indagine geometrie
- Unione automatica delle nuvole acquisite dalle diverse stazioni

DA COSA SI COMPONE

- testa scanner
- fotocamere
- sensore inerziale

PRECISIONI

Millimetriche



SOLUZIONI DI RILIEVO MOBILE OUTDOOR



CARATTERISTICHE

- altissima produttività (fino a 100 km/ora)
- ideale per opere lineari e di grande estensione
- Indagine geometrie

DA COSA SI COMPONE

- 1) una più teste scanner
- 2) fotocamere
- 3) sistema di posizionamento (odometri e IMU) per la generazione della traiettoria del rilievo
- 4) una o più antenne GNSS

PRECISIONI: centimetriche con georeferenziazione tramite GNSS e/o punti fissi lungo linea e calcolo traiettoria tramite IMU

CONTESTO DI RILIEVO: rilievo di strade comunali, provinciali, statali, autostrade, aeroporti, scali merci



SOLUZIONI DI RILIEVO MOBILE OUTDOOR & GEORADAR 3D



CARATTERISTICHE

- altissima produttività (fino a 50 km/ora)
- ideale per opere lineari o di grande estensione
- Indagine geometrie e sottosuolo

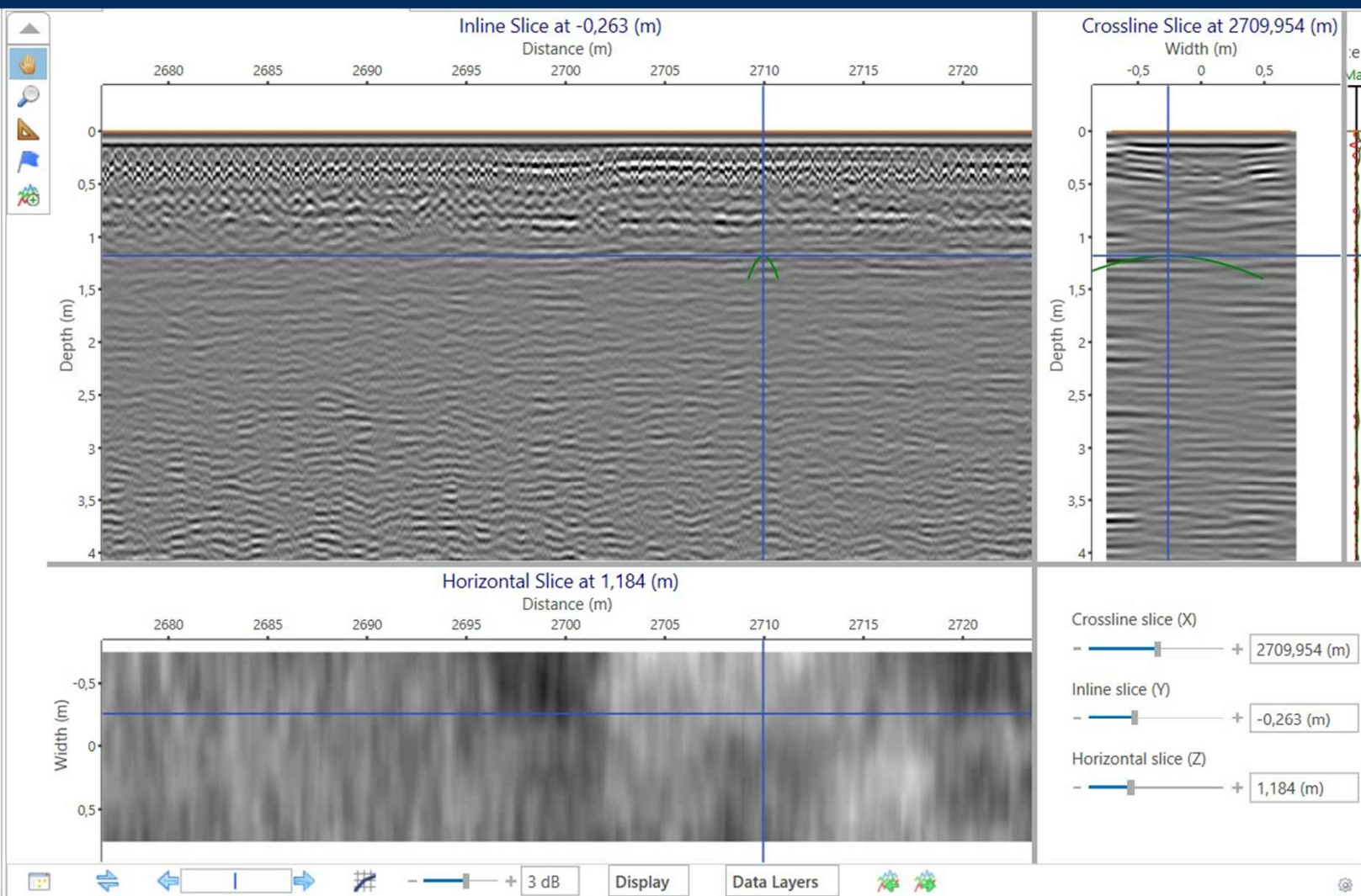
DA COSA SI COMPONE

- 1) una più teste scanner
- 2) fotocamere
- 3) sistema di posizionamento (odometri e IMU) per la generazione della traiettoria del rilievo
- 4) una o più antenne GNSS
- 5) georadar

PRECISIONI: centimetriche con georeferenziazione tramite GNSS e/o punti fissi lungo linea e calcolo traiettoria tramite IMU

CONTESTO DI RILIEVO: rilievo di linee ferrate siano esse ferroviarie, tramviarie e metropolitane





**Chiamata da 00640413802 to PO,
500, reindirizzata da POA, 400
Clicca qui per accettare la chiamata!**

SwyxtIt!



SOLUZIONI DI RILIEVO MOBILE INDOOR



CARATTERISTICHE

- altissima produttività
- non necessita operatori specializzati durante la fase di rilievo
- necessità di Ground Control Point (integrazione rilievo topografico)
- Output: mappe e modelli 2D / 3D “geolocalizzati”

DA COSA SI COMPONE

- 1) laser scanner
- 2) fotocamera panoramica
- 3) sistema di posizionamento (odometri e IMU) per la generazione della traiettoria del rilievo.

PRECISIONI: millimetriche, necessario appoggio topografico

CONTESTO DI RILIEVO: ideale per ambienti complessi ovvero impianti industriali, edifici multipiano e grattacieli, aeroporti e stazioni ferroviarie, teatri e/o auditorium



SOLUZIONI DI RILIEVO MOBILE



MOBILE MAPPING INDOOR INNOVATIVE

- altissima produttività
- autollineamento delle nuvole di punti

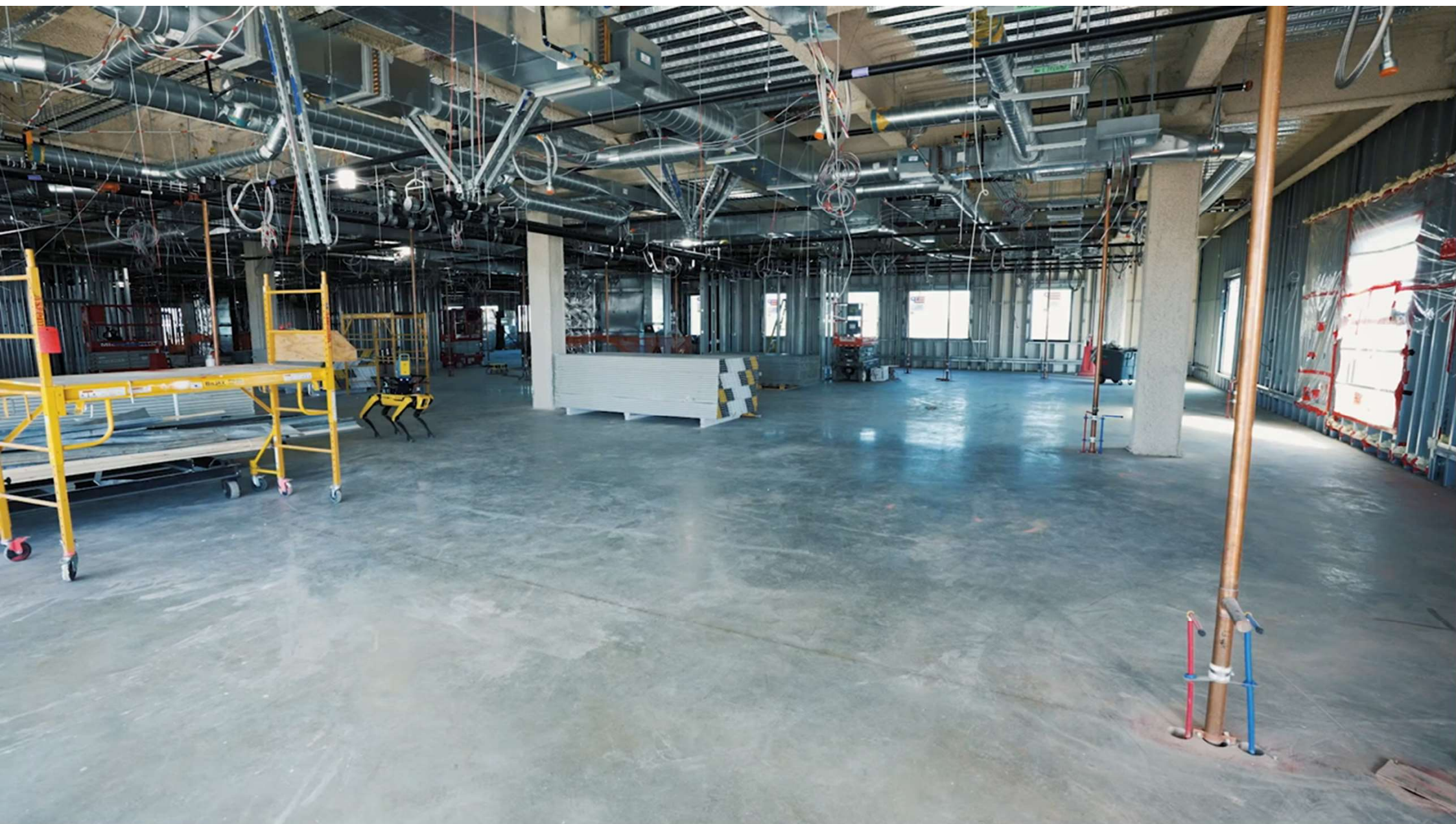
DA COSA SI COMPONE

- 1) laser scanner dotato di fotocamere e sistema di posizionamento inerziale (IMU)
- 2) Tablet di gestione completo di applicativi sw
- 3) Sistema di «trasporto» intelligente e robotizzato

PRECISIONI: Centimetriche

CONTESTO DI RILIEVO: ideale per ambienti complessi e/o di difficile accesso e/o pericolosi ovvero impianti industriali, gallerie di varia natura, edifici in costruzione





SOLUZIONI DI RILIEVO MOBILE



TECNOLOGIA SLAM (Simultaneous Localization And Mapping)
Si basa sul riconoscimento delle caratteristiche geometriche dell'ambiente scansionato ed opera sia sul calcolo della traiettoria che sulla registrazione geometrica dei frame primari definiti dalle slices del laser

CARATTERISTICHE

- altissima produttività
- ideale per ambienti complessi e dove non vi è segnale GNSS
- ambienti con ostacoli e/o oggetti complessi da rilevare (ombre)
- acquisizione di nuvole di punti

DA COSA SI COMPONE

- 1) laser scanner
- 2) sistema di posizionamento inerziale (IMU)
- 3) Tablet di gestione completo di applicativi sw
- 4) Sistema di «trasporto» intelligente

PRECISIONI: centimetriche (+/- 30 mm a 100 m)



SOLUZIONI DI RILIEVO MOBILE



CARATTERISTICHE

- altissima produttività
- elevata precisione
- acquisizione di nuvole di punti
- Riconoscimento e ricostruzione automatica di oggetti (es. linea di contatto, marciapiedi)

DA COSA SI COMPONE

- Calibro digitale (rilievo geometria binario)
- Laser scanner
- Sensori di posizionamento: piattaforma inerziale (IMU) e/o GNSS e/o TTS

PRECISIONI: millimetriche in relativo ed assoluto

CONTESTO DI RILIEVO: rilievo di linee ferrate siano esse ferroviarie, tramviarie e metropolitane



SOLUZIONI DRONE

TIPOLOGIE

ALA FISSA



PUNTI DI FORZA

- Elevata velocità
- Maggiore autonomia di volo
- Maggiore resistenza al vento
- Maggiore quota di volo

PUNTI DI ATTENZIONE

- Decollo e atterraggio
- Dimensione e payload
- Tempo di setup e assemblaggio
- Tipicamente montano un unico tipo di sensore

ALA FISSA



PUNTI DI FORZA

- Decollo e atterraggio verticale
- Hovering
- Elevata manovrabilità
- Dimensioni ridotte
- Payload elevati

PUNTI DI ATTENZIONE

- Bassa velocità
- Impattati dalla velocità del vento
- Bassa altezza di volo
- Tempo di volo limitato (circa 30 min)



QUALE SOLUZIONE E METODO UTILIZZARE CHE STRUMENTAZIONE MONTARE SU DRONE

TECNOLOGIA IMPIEGABILE	AMBITI DI APPILCAZIONE RILIEVO	PARAMETRO MISURATO
LIDAR (LASER SCANNER)	Rilievo geometrico di aree e/o oggetti anche se presentano ostacoli alla visuale (es. zone alberate o vegetazione) ed ottenere Digital Terrain Model (DTM) e il Digital Surface Model (DSM)	Geometrico
TELECAMERE E CAMERE (RILIEVO FOTOGRAMMETRICO)	Rilievo di immagini e/o video di aree e/o oggetti	Dataset fotogrammetrici
TERMOCAMERE	Ispezione e rilievo di problematiche a livello termico. Settori di applicazione: termografia strutturale ed edilizia, termografia su impianti elettrici o pannelli fotovoltaici, termografia industriale	Radiazioni termiche
MULTISPETTRALE E IPERSPETTRALE	Classificazione della Vegetazione Stato di salute di colture Rilevamento Discariche Analisi anomalie termiche in acqua	Radianza



STRUMENTI DI VISUALIZZAZIONE DATI

Realtà Virtuale (VR)

immerge tramite **Smart-Glasses** in un ambiente artificiale di fantasia o riproduzione di un luogo reale, non si vede l'esterno ma solo ciò che sullo schermo del visore



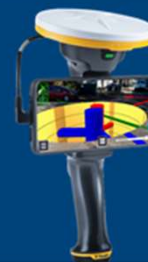
Realtà Mista (MR)

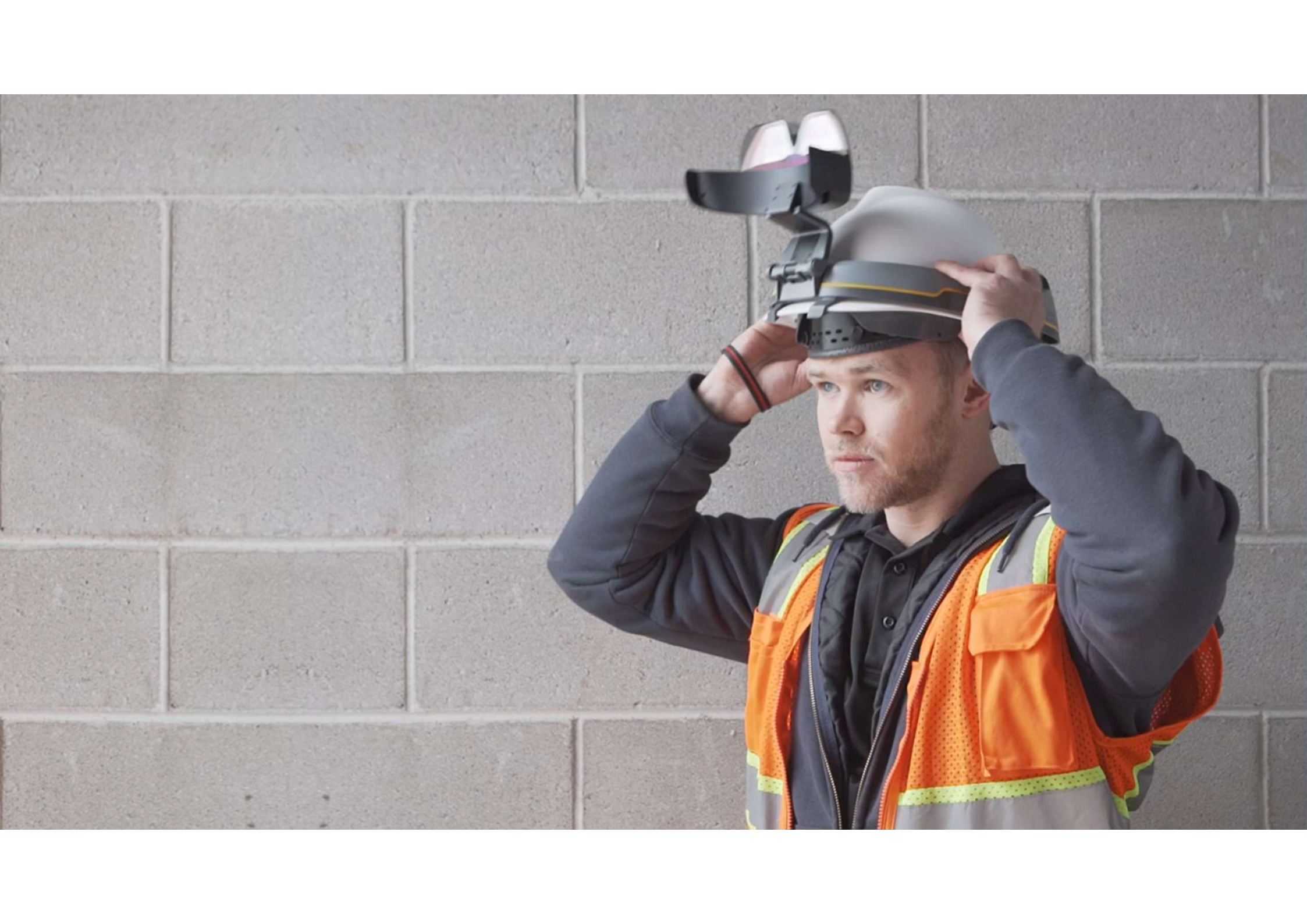
integra Realtà e Virtualità tramite **Smart-Glasses**, con la piena fusione ed interazione tra mondo reale e virtuale



Realtà Aumentata (AR)

posiziona sullo schermo di uno **smartphone/tablet** oggetti virtuali 2D e modelli 3D la cui posizione è correlata con l'immagine reale ripresa dalla fotocamera





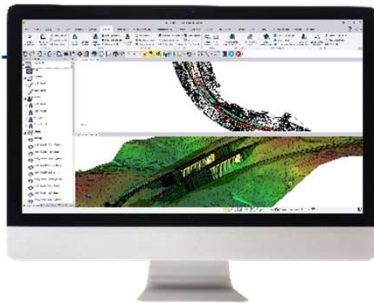


SITEVISION

ELABORAZIONE DATI

TRATTAMENTO NUVOLA

ACQUISIZIONE NUVOLA
PUNTINI CON
COORDINATE MA NON
SONO OGGETTI



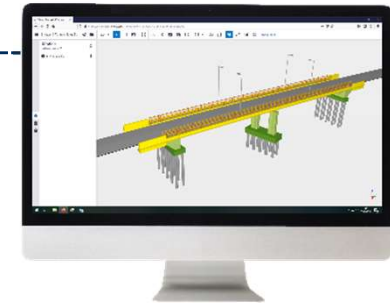
MODELLAZIONE 3D

PROCESSO DI
CREAZIONE DI UN
MODELLO SOLIDO
TRIDIMENSIONALE

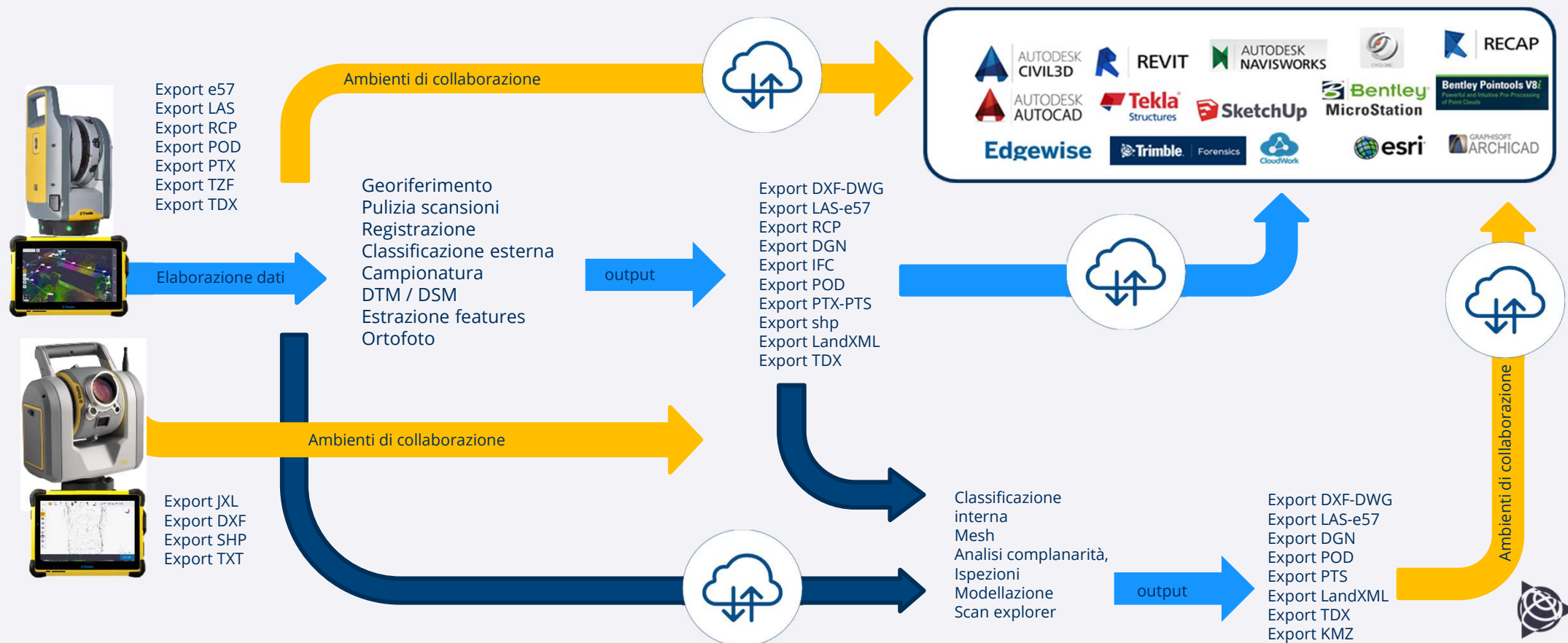


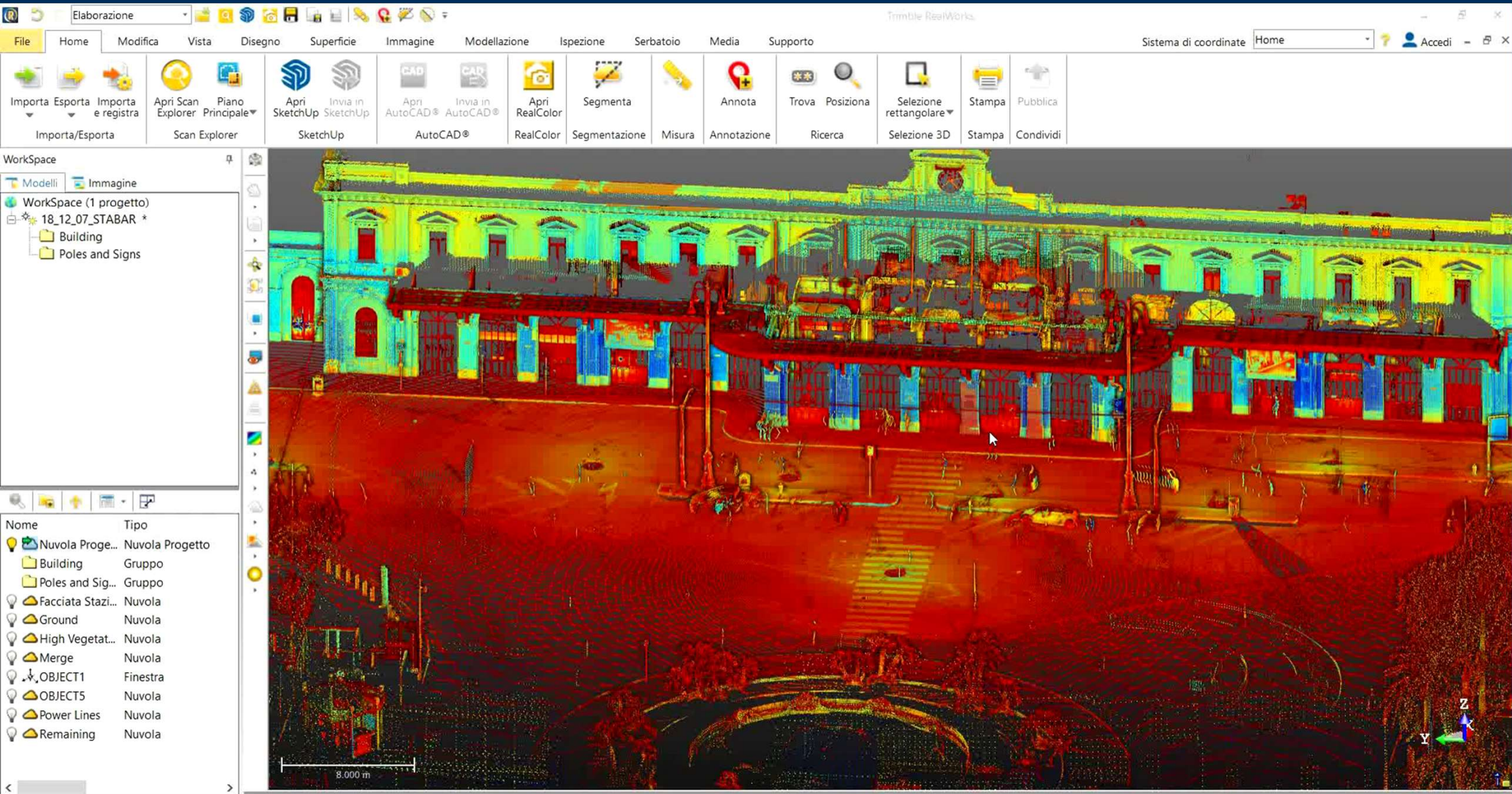
BIM

RAPPRESENTAZIONE
DIGITALE DI
CARATTERISTICHE
FISICHE E FUNZIONALI DI
UN OGGETTO



DAL CAMPO AL MODELLO DIGITALE





GRAZIE