

LUCE STRUTTURATA PER LA MODELLAZIONE "AS BUILT" DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI

Marco Piras¹, Nives Grasso¹, Gabriele Gandini¹

¹Politecnico di Torino, DIATI-Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture, nome.cognome@polito.it



In campo edilizio ed ingegneristico le rappresentazioni 2D e 3D sono state gradualmente affiancate dalla modellazione e progettazione con metodologia BIM. Il BIM consente di gestire il progetto durante tutte le sue fasi, grazie alla possibilità di modellare oggetti informativi tridimensionali che si arricchiscono di informazioni parallelamente con lo sviluppo del progetto. A seguito della realizzazione dell'opera, risulta fondamentale poterne garantire la corretta gestione e manutenzione di tutti i componenti per tutto il ciclo di vita attraverso la creazione di **modelli del costruito ("as built")**. Infatti, solitamente, intervengono variazioni durante l'esecuzione dei lavori per fattori non previsti nel modello progettuale e risulta necessario elaborare un rilievo dettagliato dell'opera che rappresenti sia gli elementi strutturali che gli impianti tecnologici così come realizzati in corso d'opera. Attualmente gli **impianti tecnologici** costituiscono parte importante delle costruzioni per estensione e complessità. Le reti impiantistiche necessitano di rappresentazioni che permettano di costruire modelli idonei per ogni successiva attività volta a garantire il mantenimento e l'adeguamento nel tempo delle prestazioni di un immobile e degli stessi impianti.

L'aggiornamento dei modelli progettuali alla condizione effettiva dell'opera richiedono specifiche tecniche di rilievo che ne consentano un'affidabile, completa e dettagliata descrizione.

OBIETTIVI DELLA RICERCA:

- Valutare l'accuratezza e la velocità nella modellazione 3D di impianti tecnologici di uno strumento operante a **luce strutturata**
- Confrontare software applicativi e specifici algoritmi scritti in diversi linguaggi di programmazione per la segmentazione automatica delle nuvole di punti e l'estrazione delle informazioni necessarie a caratterizzare geometricamente le diverse tubazioni (lunghezze, diametri)

SISTEMA DI ACQUISIZIONE DATI



MANTISVISION F6 SMART

- ACCURATEZZA: ± 0.5 mm
- RANGE DI MISURA: 0.5-4.5 m
- FOV: @ 0,5 m: 510x670 mm
@ 4,5 m: 4585x6070mm
- FOV ANGOLARE: 54°x68°
- RISOLUZIONE CAMERARGB: 1.3 MPix
- VIDEO FRAME RATE: 8 FPS
- PESO : 1 Kg
- COSTO: 9000 €

PROCESSAMENTO DATI CON **ECHO SOFTWARE**

TEST	OGGETTO	F6 smart	Nuvola LiDAR di riferimento	N. scansioni	OBIETTIVO
1	Fregio architettonico	X		6	Testare lo strumento nella ricostruzione del modello 3D
2	Tavolo	X		2	Testare lo strumento nella ricostruzione di oggetti con una dimensione predominante sulle altre
3	Mobile a vetri e metallico	X	X	- 3 LiDAR - 1 F6 SMART	Differenza in termini di distanza e densità tra le nuvole ottenute con i due strumenti
4	Tubo portaprogetti di riferimento	X		1	Valutazione parametri geometrici del modello cilindrico variando numero di punti e forma della nuvola
5	Tubazioni impiantistica (verticali)	X		1	Valutazione parametri geometrici delle tubazioni e differenza rispetto a diametri reali misurati con calibro
6	Tubazioni impiantistica (orizzontali)	X	X	- 8 LiDAR - 1 F6 SMART	Valutazione parametri geometrici su tubazioni di lunghezza oltre i 30 metri di lunghezza con cambi di direzione

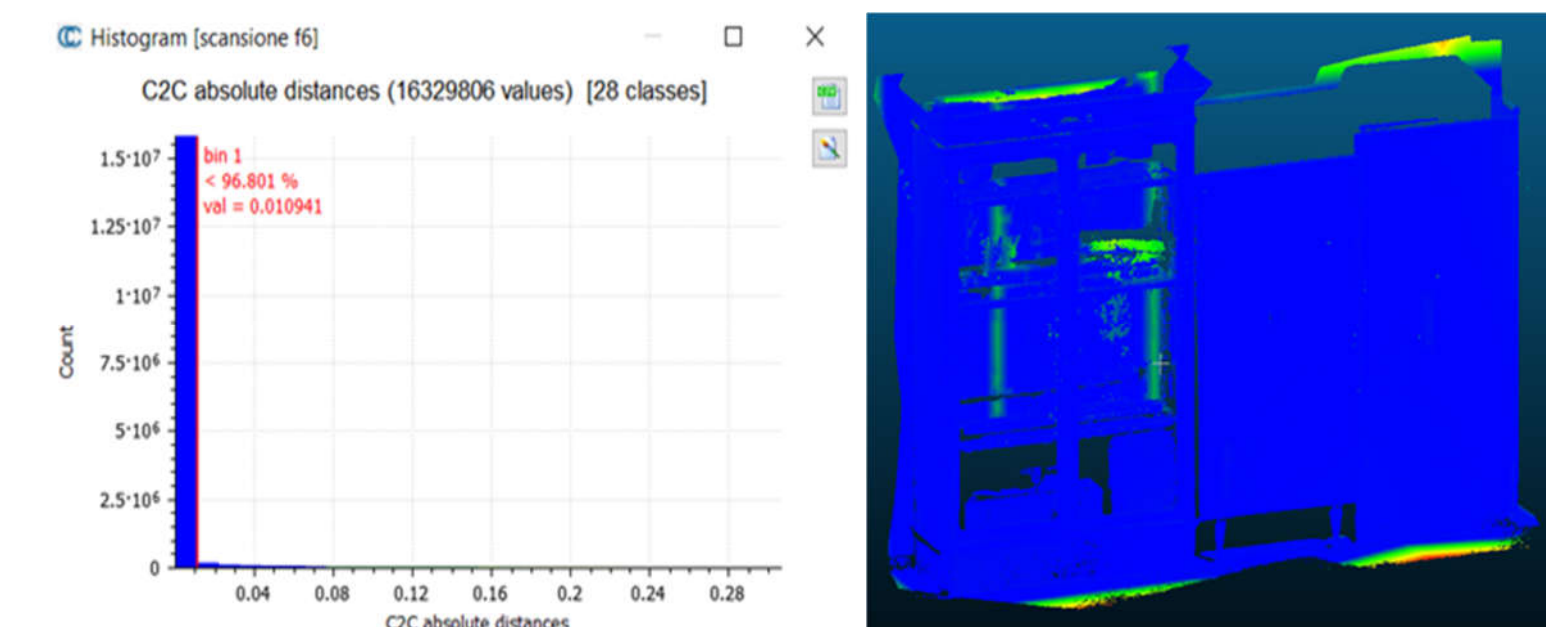
TEST 3: rilievo vetrina e armadi metallici

Nuvola di punti ottenuta dal rilievo con F6 Smart:

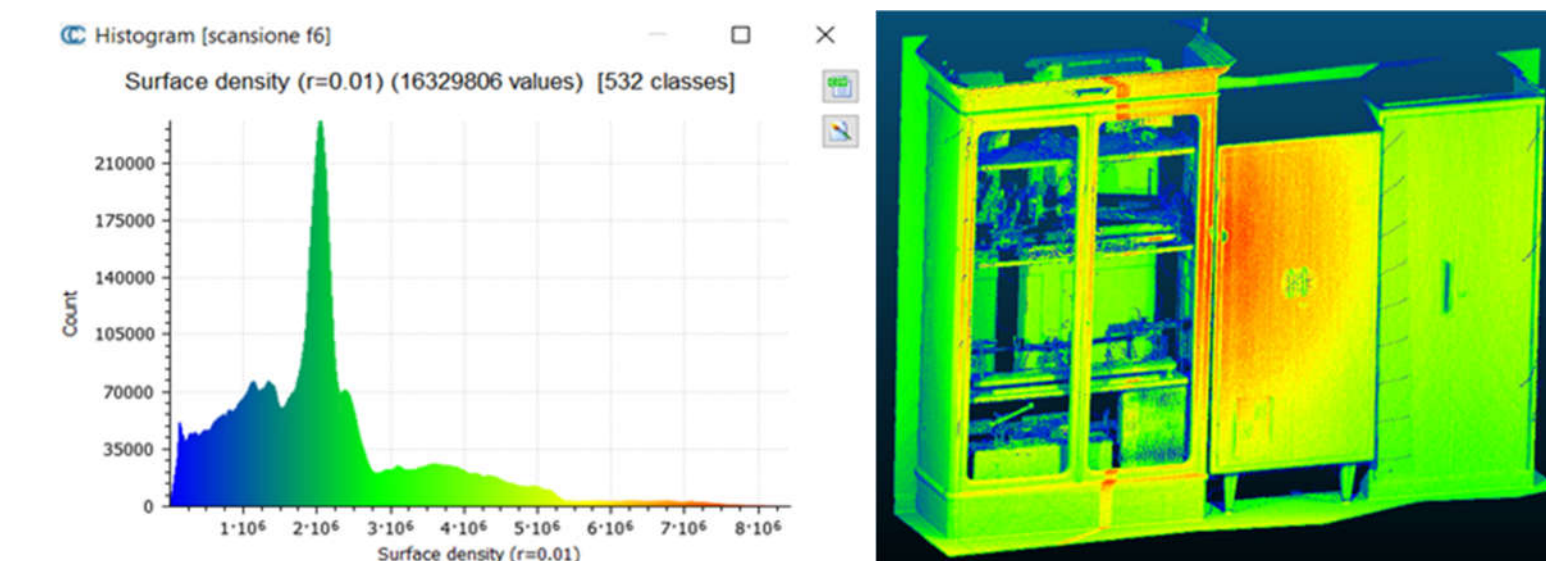


C.a 2 milioni di punti

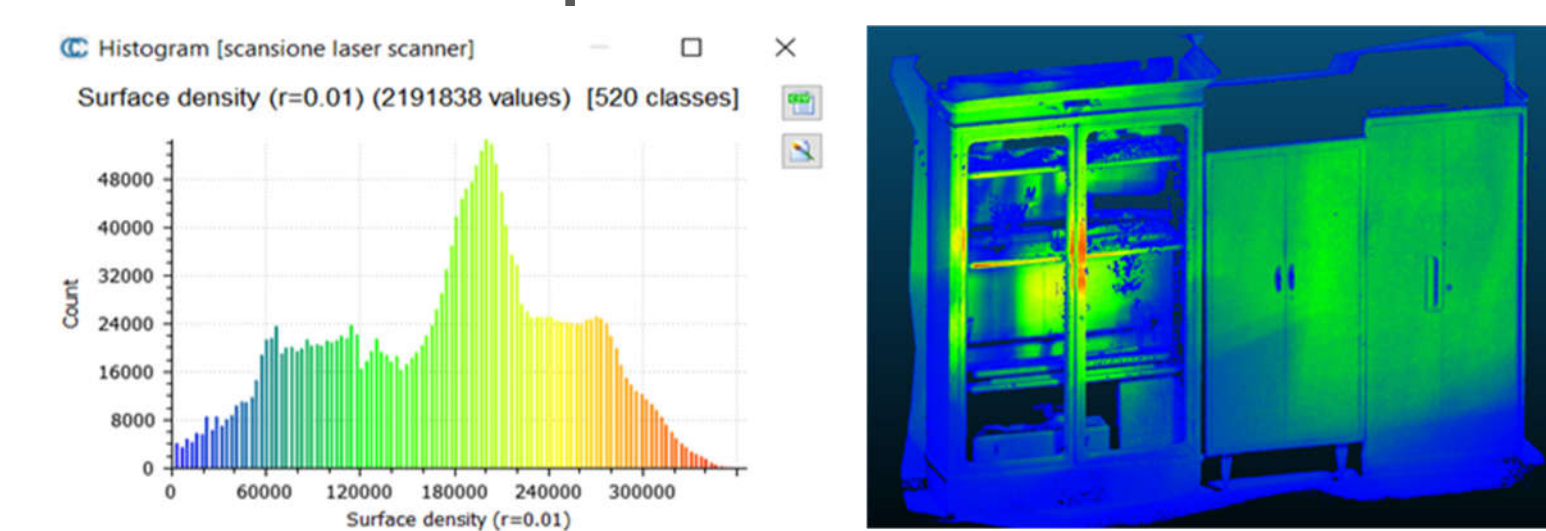
Confronto con nuvola di punti LiDAR:



Densità nuvola di punti LiDAR:

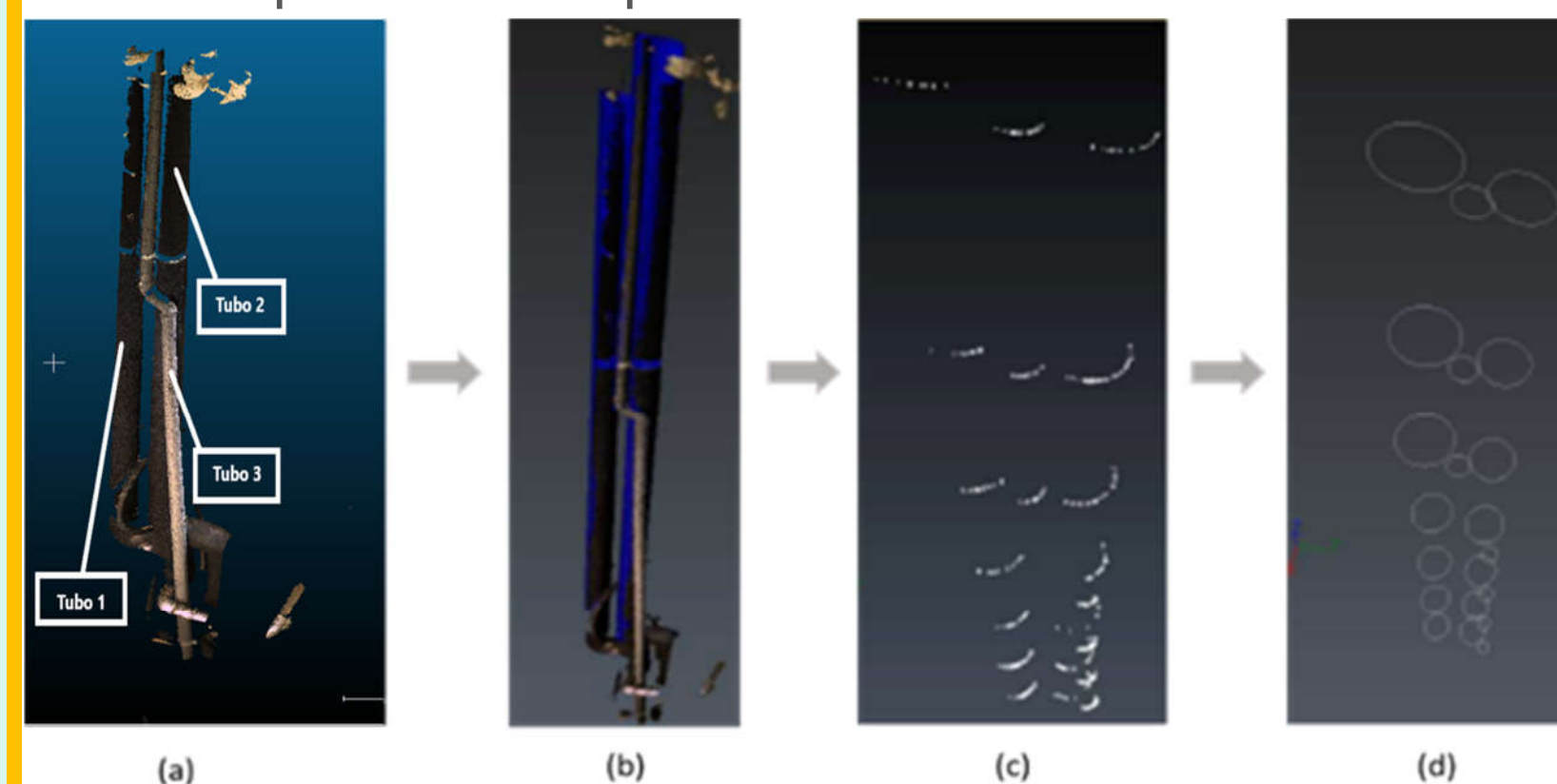


Densità nuvola di punti F6 SMART:



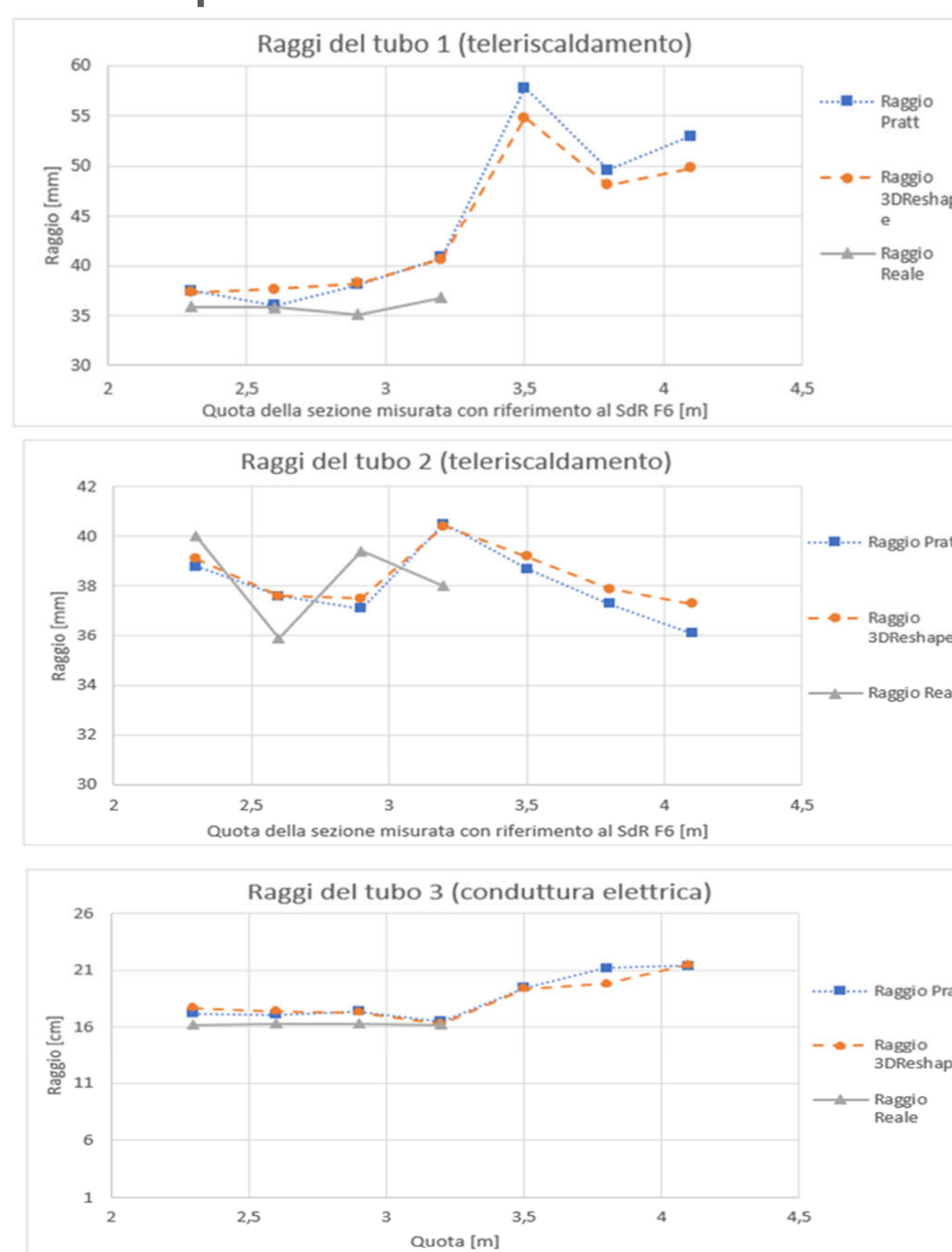
TEST 5: Stima diametri tubazioni a partire da nuvola di punti F6 SMART

Dato di input: nuvola di punti F6 Smart:



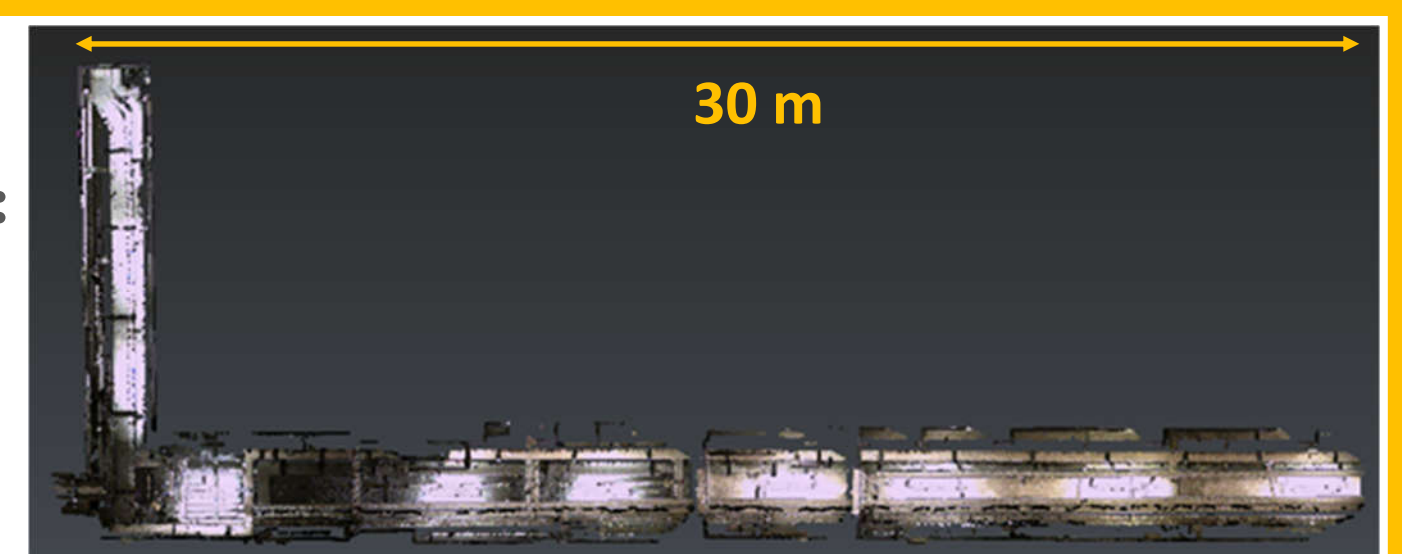
Software per l'estrazione delle caratteristiche geometriche:

- Matlab (Algoritmo Pratt)
- 3D Reshaper



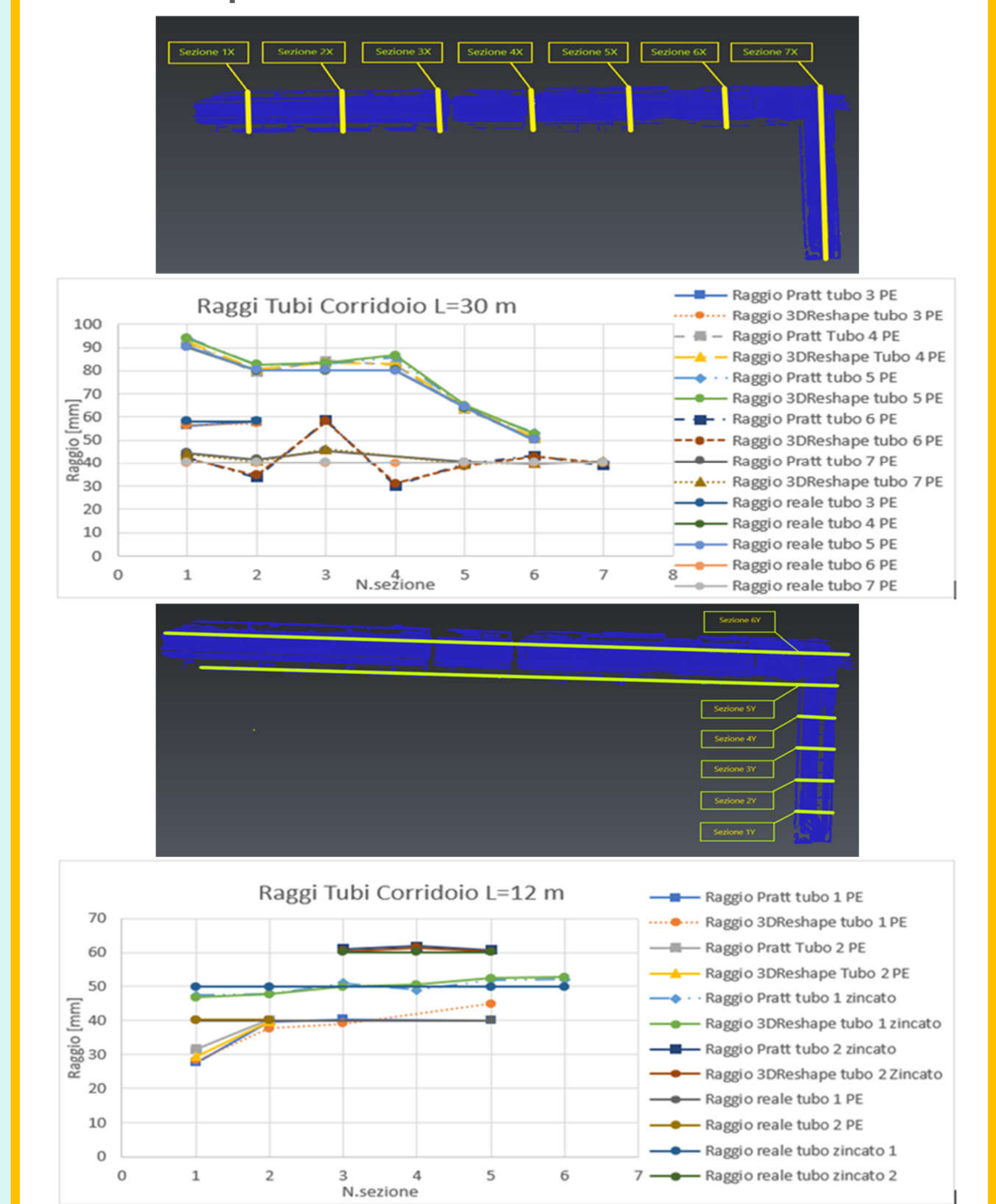
TEST 6: Valutazione accuratezza della stima di sezioni in tubazioni di lunghezza > di 30 m

Nuvola di punti F6 Smart:



Software per l'estrazione delle caratteristiche geometriche:

- Matlab (Algoritmo Pratt)
- 3D Reshaper



CONCLUSIONI:

- Le condizioni di luce ambientale e le caratteristiche dei materiali (superfici riflettenti) sono fondamentali per il corretto rilevamento di oggetti con strumento a luce strutturata;
- Con la luce strutturata non si ottiene una rappresentazione accettabile degli oggetti retrostanti pareti vetrate;
- A partire dalla nuvola di punti di un tubo di riferimento con raggio nominale pari a 40 mm sviluppato a 90°, si inizia ad avere una variazione del raggio stimato, pari a 0,5 cm che arriva a un valore di 2 cm per un tubo sviluppato a 45°;
- Nella valutazione del raggio delle tubazioni verticali rilevate da terra, a partire da una quota di 3,2 m si ha una variazione significativa del raggio (fino a valori di 1 cm); nel rilievo delle tubazioni collocate ad una distanza pari a circa 3,5 metri dallo strumento a luce strutturata, nella maggior parte delle sezioni si sono registrati valori di scarto quadratico medio compresi tra 5 e 10 mm;
- Per oggetti di dimensioni maggiori di 40 m, le tempistiche di elaborazione e scansione con lo strumento a luce strutturata risultano essere minori del 20-25% rispetto alle tempistiche del laser scanner.