

Il rilievo 3D dell'ex Stazione Frigorifera Specializzata (Magazzini Generali di Verona) mediante metodologia laser scanning terrestre

Michele Monego, Vladimiro Achilli, Denis Bragagnolo,
Massimo Fabris, Andrea Menin, Gabriele Targa

Laboratorio di Rilevamento e Geomatica – Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale
Università degli Studi di Padova, via Marzolo, 9 – 35131 Padova

Riassunto

Nell'ambito di questo lavoro viene descritto il rilievo tridimensionale e l'elaborazione dei dati acquisiti utilizzando metodologia laser scanning terrestre dell'ex Stazione Frigorifera Specializzata, localizzata nell'area degli ex Magazzini Generali di Verona. L'edificio, costruito nel 1930 per lo stoccaggio dei prodotti ortofrutticoli, è stato nel tempo destinato a vari utilizzi, da auto-deposito a spazio per eventi, fino al completo abbandono. Un recente progetto di ristrutturazione e recupero funzionale della struttura ha reso necessaria l'esecuzione del rilievo per scopi architettonico-ingegneristici. A tal fine sono stati utilizzati i laser scanner Leica ScanStation P20 e FARO Focus 3D, mentre i target, necessari per l'allineamento e la georeferenziazione delle scansioni, sono stati misurati con la stazione integrata Leica TCR 1201 rispetto ad una rete topografica di riferimento dell'edificio.

Abstract

In this work is performed a description of tridimensional survey and data processing using terrestrial laser scanning methodology of ex Stazione Frigorifera Specializzata, localized in the area of Magazzini Generali of Verona. The building, built in 1930 for the storage of fruit and vegetables, in the time has been allocated to different uses, from car-deposit to space events, until the complete neglect. A recent renovation project and functional restoration of the structure has required the 3D survey for architectural-engineering purposes. For this reason, the laser scanners Leica ScanStation P20 and Faro Focus 3D were used, while the targets, needed for the alignment and georeferencing of the scans, were measured with the total station Leica TCR 1201 within a reference topographic network of the building.

Introduzione

I Magazzini Generali di Verona vennero realizzati negli anni '20 del XX secolo come struttura al servizio soprattutto dell'agricoltura, per il deposito del grano e lo stoccaggio di prodotti e merci estere e nazionali, con la disponibilità di un impianto di refrigerazione adatto alla conservazione delle carni e dei prodotti ortofrutticoli. Il costante incremento dell'attività rese necessario l'ampliamento degli spazi e la creazione di nuove strutture che potessero far fronte alle richieste del mercato. È in questo contesto che tra il 1929 e il 1930 venne edificata la Stazione Frigorifera Specializzata (figura 1), su progetto dell'ingegner Pio Beccherle. L'edificio copre una superficie di circa 10.000 m² con pianta circolare del diametro di 107 m. È organizzato su due piani ed è sormontato da una cupola a costoloni in calcestruzzo armato, del diametro di 24 m, che copre la sala centrale della struttura. Qui, grazie ad una piattaforma girevole, i vagoni ferroviari destinati al trasporto delle derrate alimentari, giunti dal vicino scalo della Stazione di Porta Nuova, venivano

indirizzati alle celle di refrigerazione. Nella fascia esterna si trovavano invece le sale utilizzabili per lo scarico e la lavorazione dei prodotti.

Tra gli anni '50 e '60, il subentro di altre attività e la concorrenza degli impianti privati resero sempre meno indispensabile la Stazione Frigorifera e l'area dei Magazzini venne adibita, dagli anni '70, principalmente a deposito di autoveicoli, con un utilizzo marginale legato ad altre attività (centro di prima accoglienza e spazio culturale). Dopo gli ultimi anni di completo abbandono e degrado, il progetto di riqualificazione dell'intera area porta anche al recupero strutturale e funzionale dell'ormai Ex Stazione Frigorifera.



Figura 1 - La Stazione Frigorifera Specializzata in funzione negli anni '30.

Il rilievo 3D

La campagna di misure è stata effettuata utilizzando due differenti laser scanner. Per il rilievo complessivo delle porzioni interna ed esterna dell'edificio è stato utilizzato lo strumento Leica ScanStation P20, che utilizza la metodologia della misura del tempo di volo per il rilievo delle distanze, con un range tra 0,4 e 120 m; alla massima risoluzione ha velocità di scansione fino a 1 milione punti/sec e in termini di accuratezza sulla singola misura presenta precisione di posizionamento 3D di 3 mm a 50 m e precisioni angolari di 8" sia in orizzontale che in verticale.

Per il rilievo di dettaglio della "sala macchine" è stato impiegato il laser scanner FARO Focus 3D che, grazie al peso ridotto e le dimensioni contenute, permette di muoversi più agevolmente in ambienti complessi come quello oggetto di questo rilievo. Inoltre, a causa della complessità morfologica dell'impianto di refrigerazione presente nella sala, era necessario ricorrere a riferimenti esterni meno invasivi (sfere e target a parete). Lo strumento effettua il rilievo della distanza attraverso la misura della differenza di fase tra il segnale emesso e quello ricevuto, in un range compreso tra 0,6 e 120 m; la velocità massima di scansione è di 976.000 punti/sec con accuratezze nella misura di distanza lineare di ± 2 mm a 25 m e precisioni angolari di 32" in orizzontale e in verticale.

La rete topografica di riferimento, progettata, materializzata e misurata con la stazione integrata Leica TCR 1201, è stata utile per allineare le scansioni laser, utilizzando gli appositi target misurati sia con il laser scanner che con la stazione integrata.

Le porzioni delle coperture non visibili da terra sono state acquisite utilizzando piattaforme mobili da diversi punti di vista attorno all'edificio, fino ad un'altezza da terra superiore ai 40 m. Complessivamente sono state acquisite 136 scansioni con 369 target e sono stati misurati 79 vertici della rete topografica. Tre di questi punti sono stati anche oggetto di misura GPS con sistema Leica Viva GNSS (GS14 e CS15) per l'inquadramento della rete nel sistema cartografico nazionale. Per la determinazione delle coordinate ellissoidiche dei 3 vertici si è impostata un'acquisizione in

modalità RTK. Dall'elaborazione delle acquisizioni satellitari, sono state determinate le coordinate dei vertici.

Elaborazione dei dati

Per l'elaborazione preliminare dei dati e l'allineamento delle nuvole di punti si è utilizzato il software Leica Cyclone 8.0, con il quale sono state co-registrate le singole scansioni (figura 2) utilizzando le coordinate dei target nel sistema di riferimento della rete topografica e ottenendo, in questo modo, il modello 3D globale dell'edificio: un modello complesso e articolato, sia della porzione esterna che dei numerosi settori interni, con un errore massimo nell'allineamento dell'ordine del centimetro (Gaudini et al., 2006; Fabris et al., 2009, 2010).

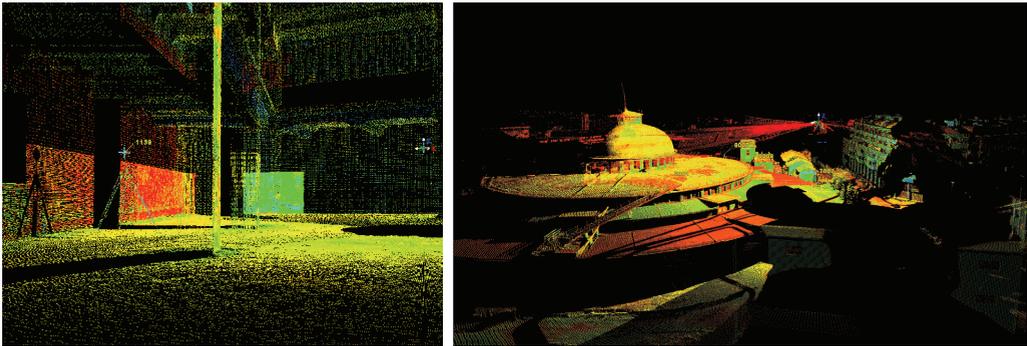


Figura 2 - Nuvole di punti di un settore interno e di una scansione da piattaforma aerea.

Il modello 3D globale (figure 3 e 4) è stato utile, in seguito, per l'estrazione di elaborati come piante dell'edificio a differenti quote e sezioni verticali (figura 5), sia radialmente simmetriche rispetto al centro della cupola, sia traslate per ottenere informazioni specifiche su particolari settori.

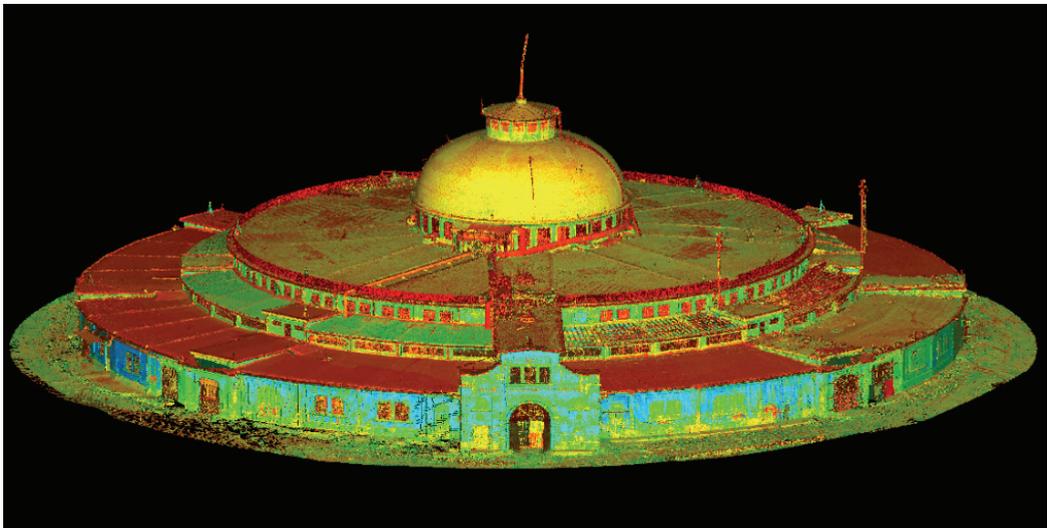


Figura 3 - Modello 3D globale in scala di colori correlati alla riflettanza.

Per una migliore resa e utilizzo in fase di progettazione le sezioni estratte, tramite il software JRC Reconstructor, sono state migliorate con un procedimento di restituzione manuale in Autocad che ha permesso un'interpretazione ottimale delle geometrie e l'eliminazione delle polilinee errate.

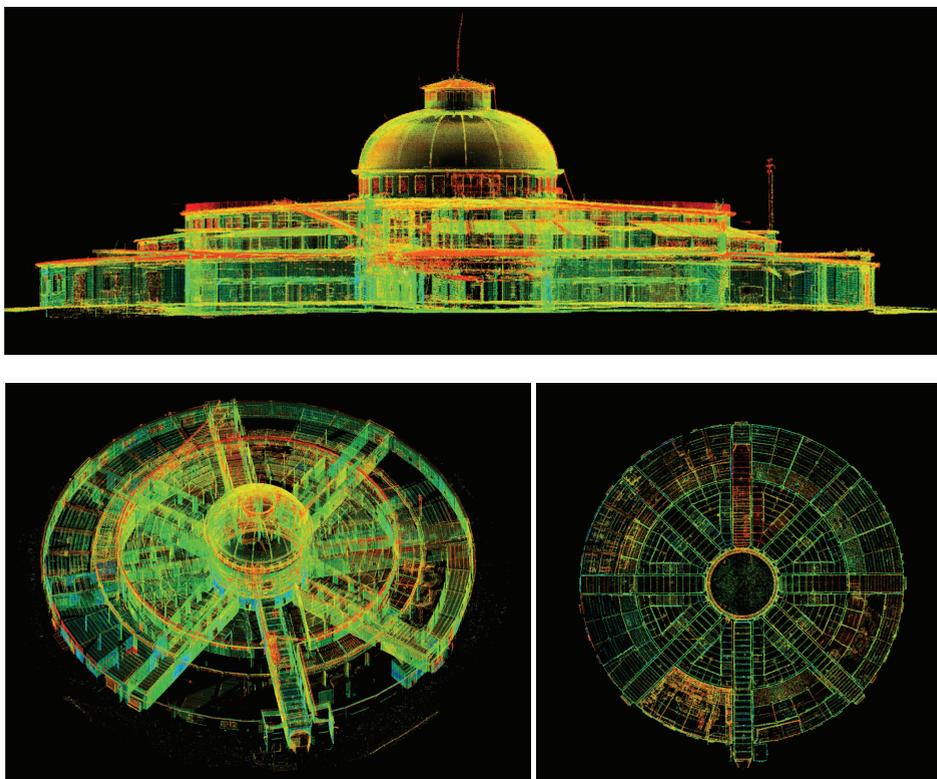


Figura 4 - Dall'alto: vista laterale, vista inclinata e vista dall'alto del modello 3D.

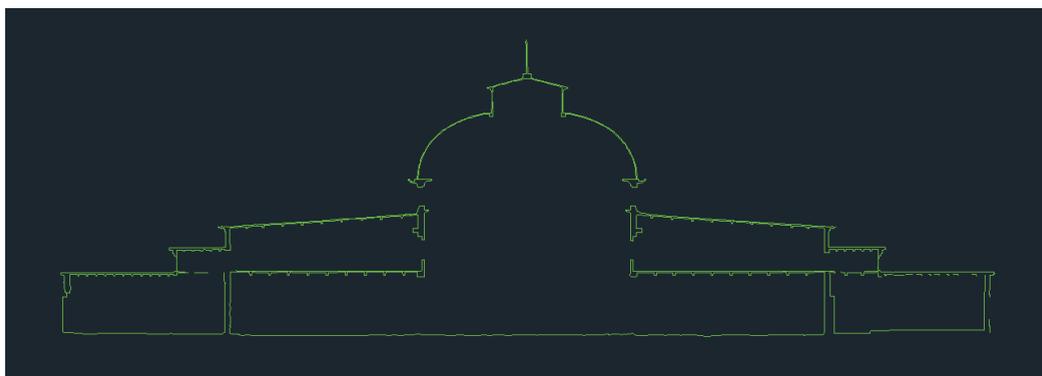


Figura 5 - Sezione dell'edificio riferita a un piano verticale passante per il centro della cupola.

L'elaborazione tramite "Virtual Scan" di Reconstructor ha invece permesso di ottenere la proiezione dei punti su un unico piano di una definita porzione del modello (figura 6); questo permette di avere la restituzione completa 2D orto-rettificata di una parte della struttura, con geometrie meglio interpretabili e in molti casi più utili rispetto ad un semplice piano di sezione.

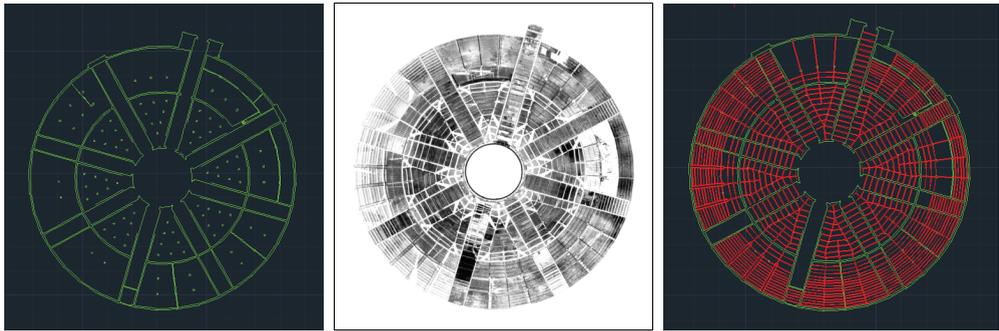


Figura 6 - Da sinistra: pianta dell'edificio estratta dal modello a 5 m dal piano campagna; immagine da virtual scan; restituzione delle traviature sulla virtual scan.

In definitiva, con JRC Reconstructor e AutoCAD, è stato possibile rielaborare il modello al fine di ottenere un set di dati spaziali più affidabile e completo possibile, funzionale alla fase di progettazione, tramite una metodologia che ha permesso un'indagine adeguata anche negli spazi strutturalmente compromessi e in condizioni ambientali e di illuminazione non ottimali.

Il rilievo di dettaglio della “sala macchine”

La sala macchine dell'Ex Stazione Frigorifera Specializzata, come anticipato precedentemente, è stata oggetto di una seconda specifica campagna di rilievo. L'interesse storico e il patrimonio tecnologico-industriale, rappresentato dai macchinari qui collocati nel corso degli anni, ha fatto sì che venisse portato avanti un progetto di recupero e musealizzazione di questa porzione di edificio. Sono state eseguite 14 nuove scansioni e acquisiti 23 target. È stato possibile collegare il nuovo rilievo al precedente tramite l'utilizzo di tre vertici della rete topografica; con la stazione integrata sono stati misurati i target a parete, necessari all'allineamento delle scansioni insieme alle sfere di riferimento. Con il software FARO Scene 5.0 si è proceduto all'editing e all'allineamento delle scansioni con errori, verificati negli scostamenti di sovrapposizione dei target, massimi di 6 mm e generalmente inferiori ai 4 mm. Il modello 3D ricavato, ad alta densità di punti ed elevato dettaglio, è stato inoltre texturizzato grazie all'acquisizione di immagini (contestuale alla scansione) tramite la fotocamera da 70 megapixel integrata allo strumento (figure 7 e 8).

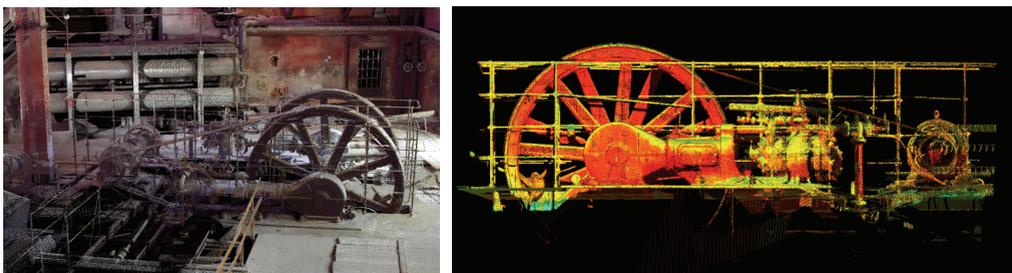


Figura 7 - Particolare della nuvola di punti texturizzata da Reconstructor (a sinistra) e in riflettanza da Cyclone (a destra).

Questo fornisce al modello una veste grafica che va al di là della pura valenza metrica e lo rende quindi anche più funzionale agli scopi per cui è stato eseguito: dati spaziali ad alta precisione per gli aspetti più tecnici di catalogazione e collocazione dei macchinari da restaurare; tridimensionalità di un modello texturizzato per una rappresentazione più realistica e adatta all'ambito museale e divulgativo.

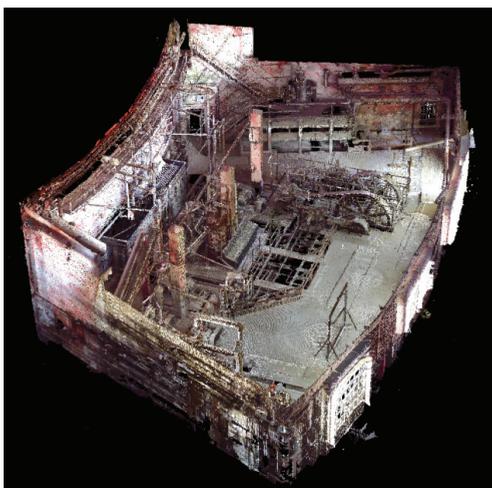


Figura 8 - Modello 3D di dettaglio della sala macchine da Reconstructor.

Conclusioni

L'integrazione dei dati ad alta risoluzione e precisione, acquisiti mediante due differenti laser scanner terrestri (Leica ScanStation P20 e FARO Focus 3D), a tempo di volo e a differenza di fase, con quelli provenienti dall'utilizzo di una stazione integrata (Leica TCR 1201), ha permesso il rilievo tridimensionale dell'Ex Stazione Frigorifera Specializzata localizzata nell'area dei Magazzini Generali di Verona. Tre vertici della rete topografica sono stati misurati anche con strumentazione Leica Viva GNSS (GS14 e CS15) ottenendo l'inserimento della rete nel sistema cartografico nazionale. Le scansioni, per ottenere un modello globale 3D completo dell'edificio, sono state allineate con il software Cyclone 8.0, con errore massimo di co-registrazione dell'ordine del centimetro; con riferimento alla sala macchine, il modello 3D texturizzato è stato generato, tramite software FARO Scene 5.0, con errori massimi inferiori ai 6 mm. Successivamente i modelli sono stati rielaborati con il software JRC Reconstructor mediante il quale sono stati ottenuti i prodotti del rilievo come sezioni, longitudinali e trasversali, piante, prospetti, ecc. In questo modo è stato possibile ottenere una serie più completa di dati spaziali, attraverso una metodologia che ha permesso un esame dettagliato, comprendendo le porzioni strutturalmente compromesse, come punto di partenza per il progetto di restauro dell'edificio.

Bibliografia

- Fabris M, Achilli V, Artese G, Boatto G, Bragagnolo D, Cancheri G, Meneghello R, Menin A, Trecroci A. (2009), "High resolution data from laser scanning and digital photogrammetry terrestrial methodologies. Test site: an architectural surface", *ISPRS The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XXXVIII, part 3/W8: 43-48
- Fabris M, Boatto G, Achilli V. (2010), "3D laser scanning surveys in the modelling of cultural heritage", *Invited chapter in Recent Advances in Non Destructive Inspection (C. Meola Editor) NovaScience Publishers*, 2010, 1-32. ISBN: 978-1-61728-082-5 (ebook) ISBN: 978-1-61668-550-8 (hardcover)
- Gaudini G, Achilli V, Bragagnolo D, Fabris M, Menin A, Ongarato F, Salemi G. (2006), "Rilievo e restituzione 3D dell'Arca Scaligera di Cansignorio (Verona) mediante metodologie laser scanning e fotogrammetria digitale", *Atti della 10ª Conferenza Nazionale ASITA*, Bolzano, 14 – 17 novembre 2006, 2: 1095-1102