# LASER TERRESTRE PER DOCUMENTARE ATTIVITÀ DI CANTIERE

Gabriella CAROTI (*), Barbara PUCCI(*)

(*) Dipartimento di Ingegneria Civile – Sezione di Topografia e Fotogrammetria – Università di Pisa,
Via Buonarroti 1, tel 050 2213760, *fax 050 2213761*, *e-mail* g.caroti@ing.unipi.it

**RIASSUNTO**

I test che abbiamo svolto hanno avuto l'obiettivo di esaminare le potenzialità dell'utilizzo del laser per documentare le varie attività di costruzione che si svolgono all'interno di un cantiere.
La fase di realizzazione di un progetto è infatti un momento molto complesso ed è importante trarre beneficio dalle innovazioni tecnologiche per ridurre i tempi di realizzazione, di controllo e di documentazione.
In questo ambito il laser scanning è una tecnologia che offre potenziali vantaggi rispetto alle tecniche di rilievo classiche in termini di rapidità, numerosità di punti, etc..
L'intento è quello di valutare anche con gli "addetti ai lavori" l'efficacia dei rilievi laser nelle diverse situazioni che si possono trovare all'interno di un cantiere.
L'opportunità ci è stata data dalla possibilità di accedere ad un cantiere nel quale erano attivi vari tipi di lavori (edili, stradali, servizi che a cantiere ultimato risulteranno non più visibili, etc..). Il lavoro si è svolto rilevando alcune fasi di costruzione, di posa in opera di attrezzature nonché lavori appena finiti documentando lo stato finale.
Vengono descritti i test , le operazioni di misura e il trattamento dati.

**ABSTRACT**
Tests have been carried out aiming at the review the potential of laser use to document the several building operations performed within a yard.
In fact, the implementing phase of a project is a very complex one and is therefore quite important to take advantage of technological innovations, cutting down implementation, control, and documenting time.
With respect to this, laser scanning technology offers many potential advantages over classical surveying techniques in terms of speed, number of points etc.
Our goal is the evaluation, together with insiders, of the effectiveness of laser surveys in the different conditions that have place within a yard.
We have taken the opportunity to access a yard in which works of different kind were active (buildings, roads, services which will be no longer visible etc.). The surveys included different building and laying phases, as well as just-ended works, documenting the final state.
Descriptions are given for test layout, measuring operations and data processing.

In questo lavoro si è avuto modo di provare da un lato l'efficacia del laser scanner terrestre per documentare le attività di cantiere, grazie alla sua velocità di acquisizione ed immediatezza rappresentativa, dall'altro si è potuto anche sperimentare il suo utilizzo sul veicolo attrezzato VINCI'S (Veicle-borne Integrated Navigation and Cartographic Information Prime System), allestito dalla sede di Topografia e Fotogrammetria del Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Pisa (fig.1).

*Figura 1:*
*VINCI'S (Veicle-borne Integrated Navigation and Cartographic Information Prime System).*

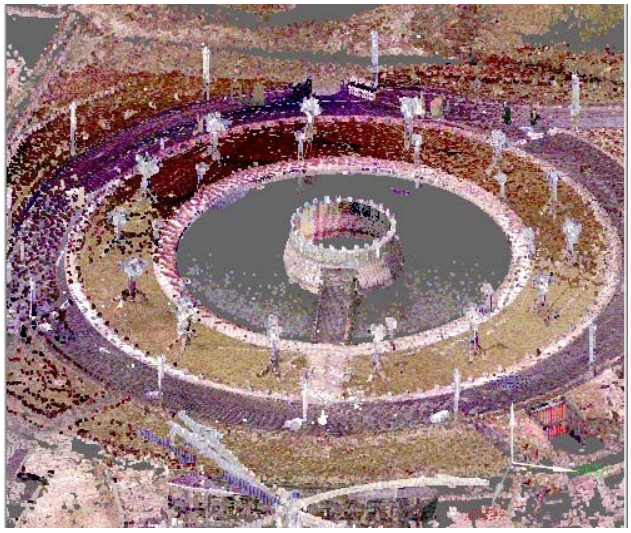

*Figura 2: Il rilievo del cantiere e la rotatoria oggetto di studio*

L'uso del Laser Scanner montato sul mezzo, in alternativa al suo tradizionale impiego da terra su treppiede, ha consentito, in primo luogo, di aumentare l'area della sede stradale scansita (limitata dal campo di presa verticale dello scanner di ± 40º), ed ha inoltre notevolmente ridotto i tempi di spostamento e di messa in stazione dello strumento che, pur rilevando in modalità statica, ha in questo modo facilmente "percorso" la rotatoria da rilevare, senza la necessità di essere riposizionato per ogni scansione.
Il dato rilevato mostra come sia stato possibile misurare, oltre alla sede stradale, oggetto specifico del nostro interesse, anche altri elementi caratteristici del cantiere stesso, come edifici, costruiti o in fase di completamento, zone di scavo, posizione di macchine da cantiere ecc...fornendo così una sorta di fotografia "visitabile" e "misurabile" dello stato di fatto ad una certa epoca, in ogni momento aggiornabile e confrontabile con le fasi successive della costruzione (fig.2, fig.3, fig.4).
Poiché, come si è già detto, l'oggetto del nostro interesse è stato in primo luogo la rotatoria stradale posta al centro del cantiere, le successive fasi di elaborazione dei dati hanno riguardato principalmente questa parte del rilievo (che peraltro non mancherà di essere aggiornato, dettagliato e successivamente elaborato anche nelle altre sue parti).
Si è così proceduto ad una verifica delle possibili informazioni deducibili da questo tipo di dati, lavorando, in un primo momento, su una porzione della strada per velocizzare la fase di "sperimentazione" e affrontare in un secondo momento, più consapevolmente, l'elaborazione dell' enorme mole di punti misurati (circa 36.000.000 punti).
Su un tratto di rotatoria prescelto, dopo aver registrato le varie scansioni in un unico sistema di riferimento (visti i fini puramente sperimentali di questa applicazione si è scelto, del tutto arbitrariamente, quello della prima scansione), si è proceduto, per prima cosa, ad uno sfoltimento automatico dei dati nella zona di sovrapposizione tra due scansioni successive nel tratto prescelto, in un secondo momento, per poter eseguire meglio le ulteriori operazioni di editing sui dati grezzi, il

sampling ha comportato l'eliminazione dei punti che descrivevano geometrie "verticali" (i lampioni, gli alberi, i piloni al bordo della strada, la cisterna per il contenimento dell'acqua piovana...) e dunque non appartenenti al piano stradale.
Su questi dati "puliti" è stato quindi possibile avviare una procedura volta ad individuare i "profili" della strada, cioè i bordi superiore ed inferiore dei marciapiedi e l'asse stradale (fig.5).
L'individuazioni di tali geometrie (esportabili come dxf in autocad), oltre ad avere proprie caratteristiche metriche significative, ha anche permesso di eseguire una meshatura dei dati più rigorosa, in grado di adattarsi con precisione alle zone più critiche come quelle "angolari".
Il risultato di queste operazioni è apprezzabile soprattutto dalla estrazione dei valori metrici rispettivamente della larghezza della strada e dell'altezza del marciapiede che corrispondono con buona approssimazione a quelli di progetto (fig.6-7).

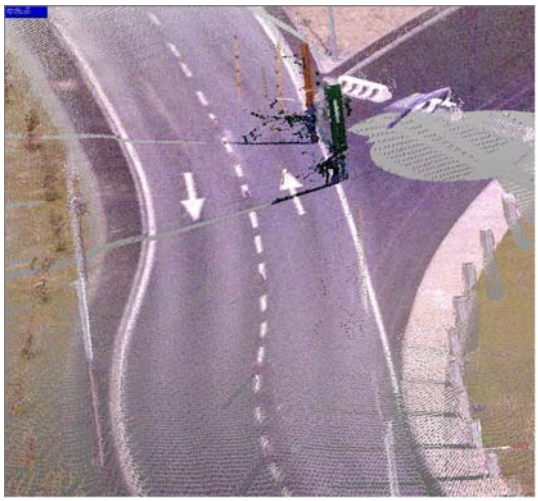

*Figura 3-4: Particolare del dato rilevato (si nota come sia ben individuabile la segnaletica stradale presente in questo tratto di rotatoria).*

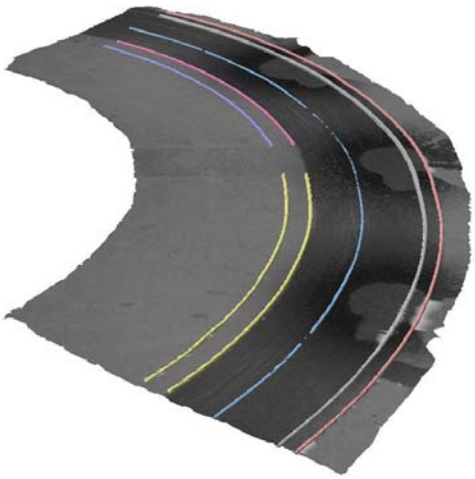

*Figura 5: Individuazione delle "linee" principali della strada.*

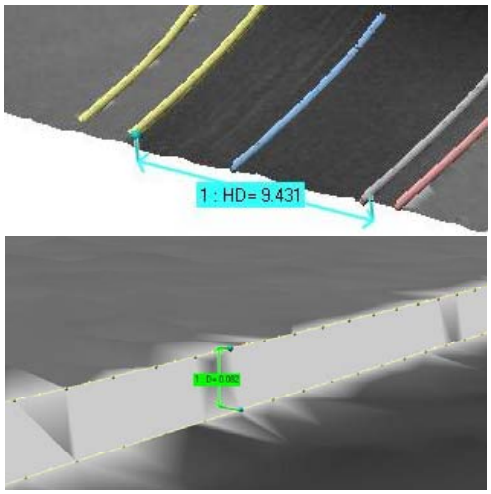


*Figura 6-7 : Misure dell'altezza del marciapiede e della larghezza della sede stradale.*

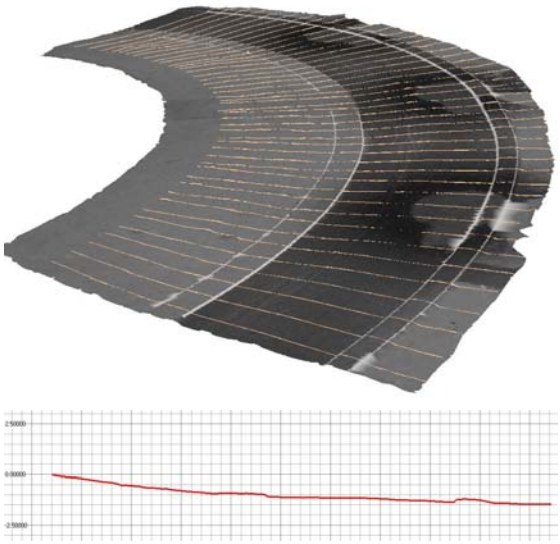

*Figura 8-9: Estrazione delle sezioni trasversali lungo l'asse stradale.*

Un ulteriore elemento, per giudicare la "bontà" del rilievo effettuato, è poi dato dalle sezioni eseguite lungo l'asse stradale ad un passo di 50 cm (fig.8-9) la cui attendibilità sarà descritta più precisamente appena verrà ultimato il loro confronto con le sezioni topografiche eseguite in questo stesso tratto (fig.10).

Infine, dopo aver recuperato i dati precedentemente eliminati per creare la mesh, si è eseguito un ultimo test per verificare la possibilità di estrarre dai dati rilevati forme elementari georiferite come i piloni al bordo della strada ed i lampioni dei quali è stato possibile conoscere, oltre alla geometria, anche la loro posizione, ricavata come intersezione dell'asse del cilindro che li rappresenta con il piano fittato sui punti in prossimità della base di ogni cilindro (fig.11.).

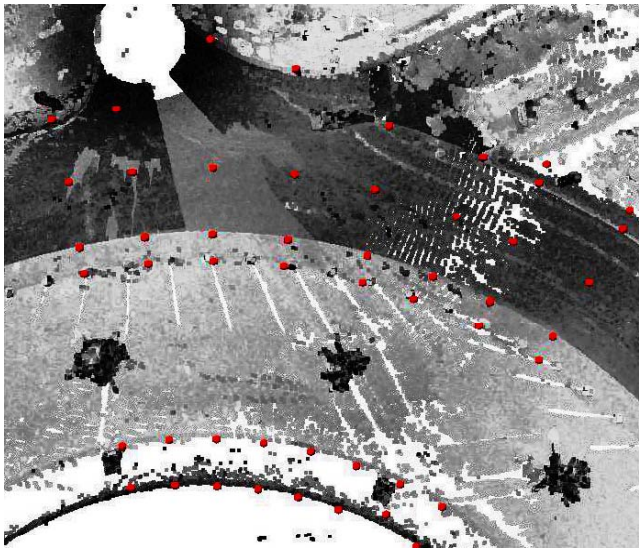

*Figura 10:Individuazione dei punti caratteristici delle sezioni topografiche sulla nuvola di punti generata dal rilievo laser.*

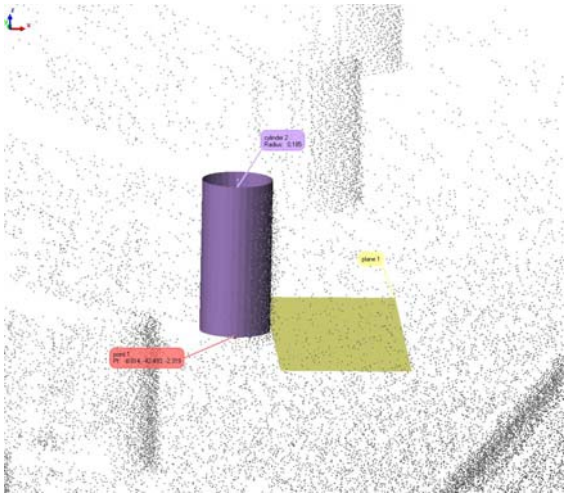

*Figura 11: Estrazione di forme elementari e loro georeferenziazione.*

**BIBLIOGRAFIA:**


- I. Parry, F. Marsh, "Constructing detailed road surfaces for vehicle dynamics simulation using 3D laser scanning techniques", WP # 2003 – 5.
- G. Caroti, B. Pucci, "Tecniche di rilievo per la rappresentazione di edifici storici", Workshop "Tecnologie per comunicare l'architettura", 20 – 22 Maggio 2004, Hotel La Fonte – Portonovo, Ancona.
- R. Cantoni, G. Vassena, C. Lanzi, "Integrazione tra laser scanning e metodologie di rilievo tradizionali nella costruzione 3D", Atti 7° Conferenza Nazionale ASITA: "L'informazione Territoriale e la Dimensione del Tempo", 28 – 31 Ottobre 2003, Palazzo della Gran Guardia – Verona.