

Rilievo morfologico del manto stradale

Federico Ferrari

L'utilizzo del Laser Scanner 3D Cyrax System nel campo dell'incidentistica stradale per perizie legali è collocabile all'interno dei programmi di ricerca sulle metodologie per rilievi stradali.

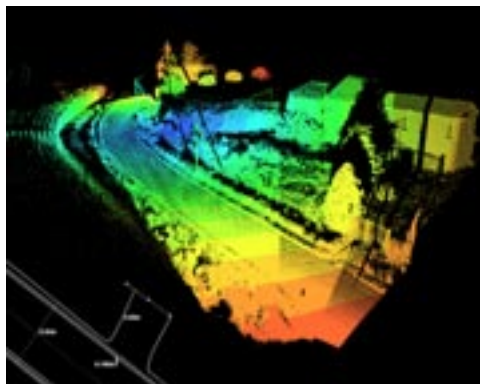
La scelta degli ambiti applicativi è caduta su due diversi contesti ambientali: una strada provinciale in aperta campagna a Sandrigo (VI) e un percorso urbano a Noventa Vicentina (VI).

Anche da una rapida lettura statistica sull'effettiva dinamica dei sinistri è possibile notare quanto sia rilevante valutare attentamente la qualità della percezione visiva della strada da parte del conduttore del veicolo. Si tratta di elementi estremamente difficili da stimare nella fase di ricostruzione dei sinistri. Spesso, in un rilievo tradizionale, si tende a concentrarsi solo sugli andamenti planimetrici (raramente altimetrici) tralasciando completamente le condizioni ambientali e il contorno. Mediante l'utilizzo del laser scanner, nel caso specifico un

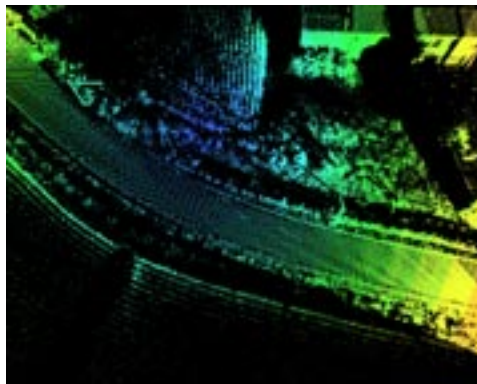


Sandrigo. Set di scansione con Laser Scanner Cyrax System: in queste condizioni è necessario eseguire il rilievo in tempi ridotti, visto le condizioni di scarsa sicurezza.

Cyrax 2400, è stato possibile restituire un modello tridimensionale complessivo di tutta la scena così come viene percepita dall'automobilista al momento esatto del sinistro: il contesto ambientale, l'eventuale apparato vegetativo presente, gli elementi e le strutture tecnologiche. Il rilievo dell'esatta morfologia del manto stradale consente di evidenziare aspetti quali depressioni, avvallamenti, lesioni, fratturazioni e dunque non solo dell'andamento piano-altimetrico del percorso.



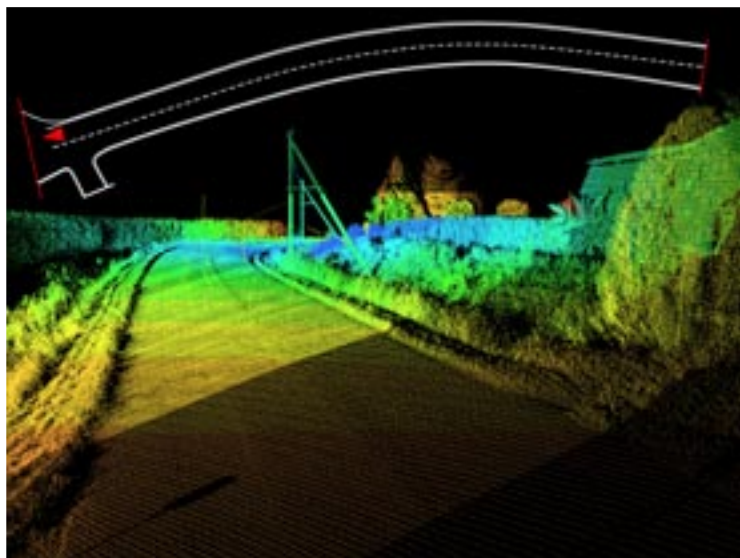
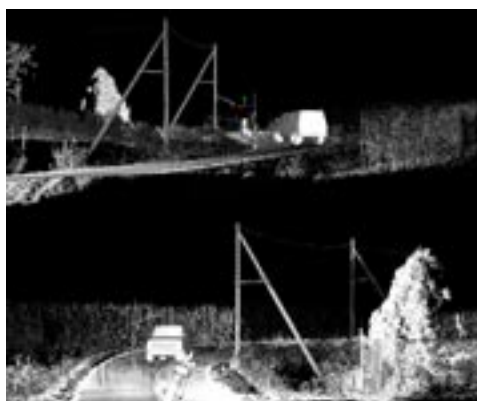
Sandrigo. Visualizzazione in nuvola di punti del modello tridimensionale del apparato strada-contesto, prima restituzione dell'andamento planimetrico in ambiente CAD.



Sandrigo. Visualizzazione della nuvola di punti. Questa visione in falsi colori rappresenta l'andamento altimetrico della strada, in Blu la quota minore (depressione).

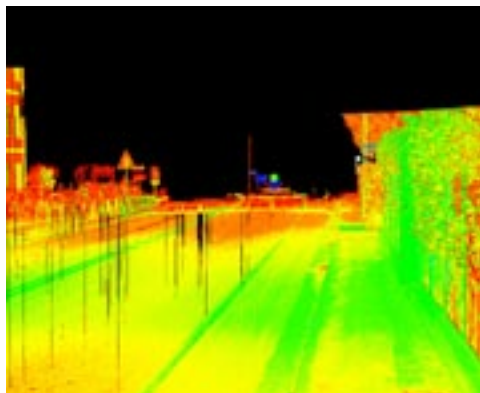
La possibilità di poter utilizzare un modello tridimensionale del complesso strada-contesto per la simulazione delle possibili ipotesi cinematiche al fine di verificare i fatti avvenuti si rivela, per i periti, di grande utilità.

Indubbio vantaggio di questa tecnologia è, inoltre, l'estrema velocità di acquisizione dei dati. Nel caso di Sandrigo sono state eseguite 2 scansioni, (maglia 2cm e plane offset compreso tra i 25m e i 31m), con 1.119.560 punti rilevati, in circa 2 ore. A Noventa Vicentina, trovandoci in un contesto urbano più complesso, sono servite 5 scansioni (maglia 2cm, plane ofset compreso tra i 18m e i 35m), per un totale di 1.295.852 punti 3D rilevati, in poco più di 3 ore. Per limitare l'errore nella registrazione dei dati è stato utilizzato un sistema di target sia rotanti e che sferici. Visto l'esiguo numero di scansioni e l'abbondante numero di target utilizzati (in media 8 per scansione), si è preferito, per velocizzare i tempi di lavoro in condizioni poco agevoli e sicure, non utilizzare una



Sandrigo.
L'applicazione del dato di riflettanza al modello (Punti-Mesh) permette di ottenere una maggiore caratterizzazione materica del manto, evidenziando anche la segnaletica orizzontale. Materializzazione delle traiettorie e dei veicoli coinvolti nel sinistro.

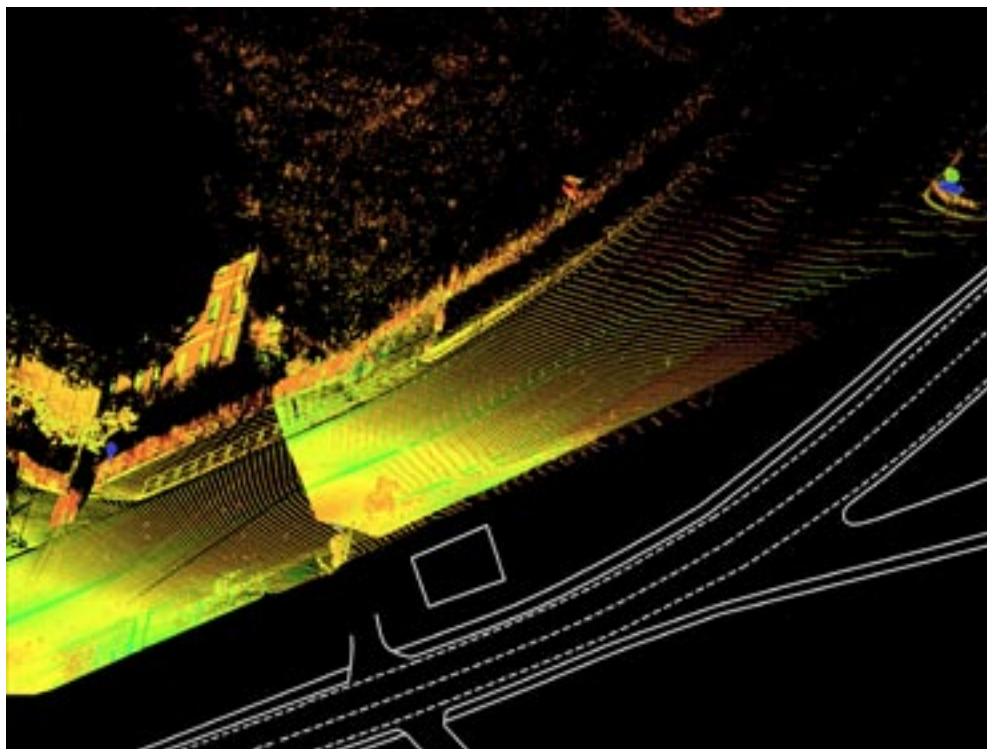
Sandrigo.
Si può notare l'enorme quantità di informazioni che, il modello 3D consente di utilizzare, rispetto alla restituzione planimetrica, per le verifiche cinematiche.



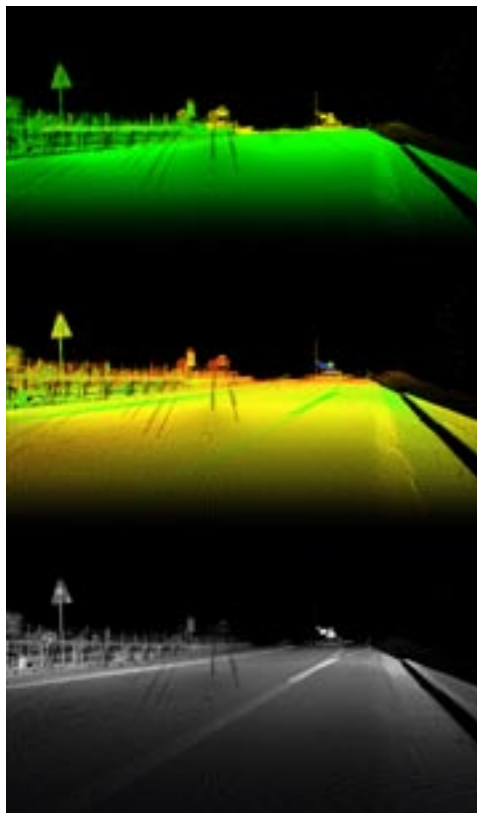
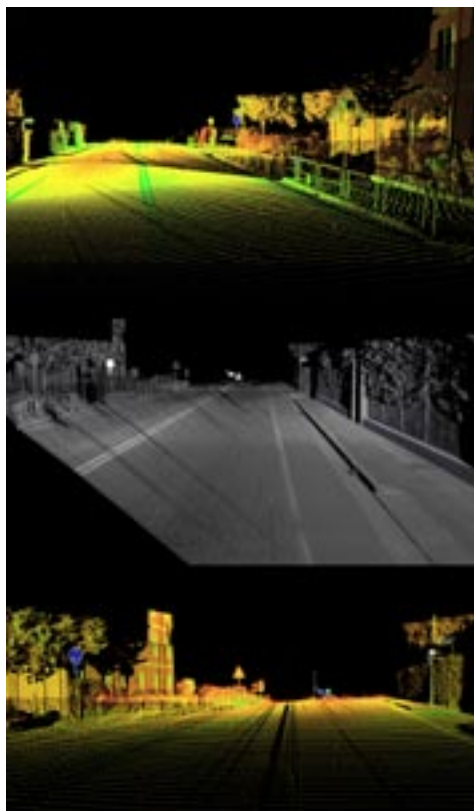
Noventa Vicentina. Visualizzazione della nuvola di punti, con mappa di riflettanza in modalità Hue. Il punto di vista è quello dello scanner tridimensionale in una stazione di ripresa.

Noventa Vicentina.
Visualizzazione della nuvola di punti del modello tridimensionale con l'apparato strada-contesto in ambito urbano, restituzione dell'andamento planimetrico in ambiente CAD.

stazione totale (come verifica degli errori di registrazione delle scansioni). Si è ritenuto inoltre superflua la georeferenziazione dei modelli. Dopo aver elaborato i dati e materializzato i possibili percorsi dei veicoli sul modello 3D, si è passati all'analisi dei sinistri verificando le varie traiettorie di impatto e i rispettivi punti di vista da parte degli occupanti. Questi sono stati ricostruiti tenendo in considerazione le problematiche inerenti la rappresentazione della visione in movimento. Si ricorda in proposito che quando un oggetto entra nel campo visivo dell'occhio le parti più periferiche della retina non distinguono né la forma né il colore: questo determina il movimento istintivo della testa e dell'occhio stesso al fine di portare l'immagine nella zona centrale della retina, ove si ha la



massima capacità di “vedere”. Spostandosi verso la zona centrale della retina si ha una visione sempre più nitida, sino a raggiungere il massimo nella fovea, al centro della macchia lutea. La visione totale dell'occhio fermo abbraccia un campo di 140° in senso orizzontale e di circa 120° in senso verticale; la visione della macchia lutea abbraccia un campo rispettivamente di 8 e 6 gradi, mentre quello della fovea poco più di 1 grado. Per la ricostruzione digitale dei sinistri è stato ipotizzato completamente nitido tutto il campo visivo, grazie alla compensazione con i movimenti istintivi della testa e degli occhi: è perciò stata utilizzata un'ampiezza dell'angolo di campo pari a $120^\circ \times 140^\circ$.

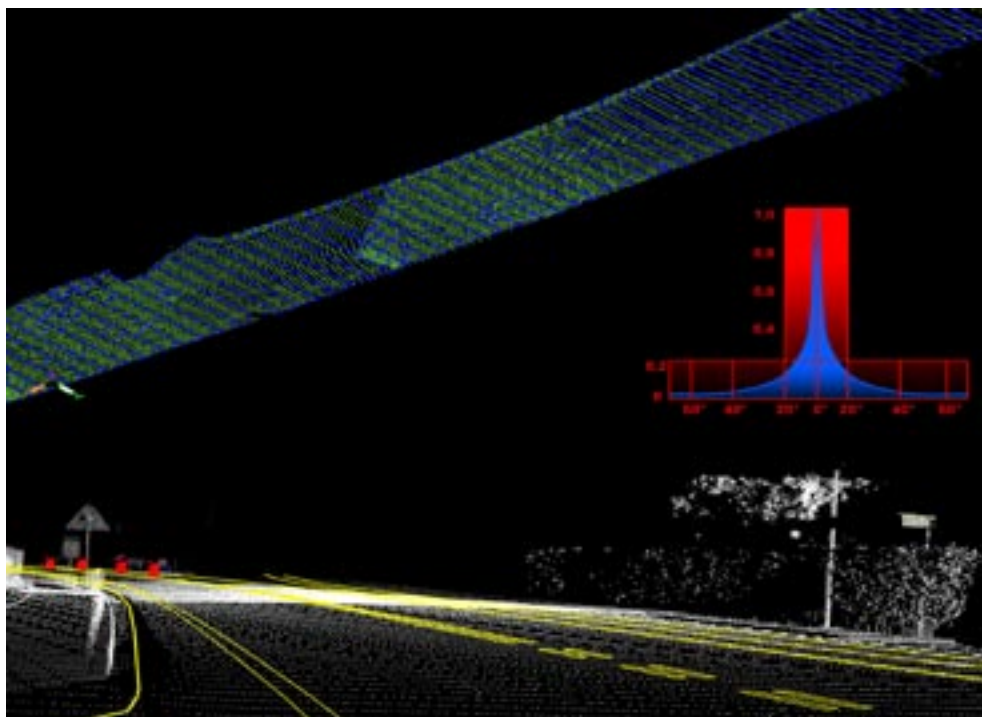


Noventa Vicentina.

Sopra: visualizzazioni del modello tridimensionale, ottenuto da Laser Scanner 3D: senza dato di riflettanza e con mappa di riflettanza, nelle modalità Hue e Grey.

A lato: diverse viste del modello tridimensionale con mappa di riflettanza attiva, utilizzando diversi livelli di riduzione di punti sulle nuvole.

Nelle ricostruzioni di questo tipo, i periti si trovano sempre di fronte ad un numero considerevoli di dati incerti, come per esempio le impronte dei veicoli sul manto stradale, capaci di influire sulle traiettorie e sulla velocità. Grazie all'utilizzo di questa metodologia, incrociando i dati sulla struttura e deformazione del manto stradale, elementi del contesto e campo visivo, velocità e le traiettorie dei veicoli, è stato possibile verificare tutte le ipotesi



sull'effettivo svolgimento dei sinistri e sulle reali responsabilità dei conducenti. del manto stradale, elementi del contesto e campo visivo, si è riuscito a verificare tutte le ipotesi sull'effettivo svolgimento dei sinistri e sulle reali responsabilità dei conducenti.

Noventa Vicentina.

Post elaborazione del modello 3D. Generazione delle sezioni per analizzare il degrado del manto stradale. Materializzazione dei veicoli sul modello, per la verifica di traiettorie, possibili.

A lato, diagramma del campo visivo, che abbraccia $140^{\circ} \times 120^{\circ}$, la visione lutea abbraccia un campo di $6^{\circ} - 8^{\circ}$ mentre quello della fovea poco più di 1

Crediti:

Questa sperimentazione è stata realizzata in collaborazione con il Lem (Laboratorio di Manutenzione Edilizia), della Facoltà di Architettura di Ferrara, responsabile Prof. Sante Mazzacane.

Il Gruppo operativo del NubLab, centro 3D del Dipartimento di Architettura di Ferrara, era formato da: Marcello Balzani (Università di Ferrara, Direttore NubLab), Federico Ferrari, Alessandro Grieco, Nicola Zaltron (Rilievo e modellazione).

Scanner	Stazioni	Scansioni	Space Grid	Punti	Operatori	Ore lavoro
Sandrigo						
cyrax 2400	2	2	2 x 2	1.119.560	3	2
Noventa Vicentina						
cyrax 2400	2	3	2 x 2	1.295.852	3	3