

Alessandro Spinelli

LE INDAGINI NEI SINISTRI STRADALI

Manuale pratico illustrato

- Accertamenti su luoghi, veicoli e conducenti
- Rilievi tecnici
- Nuove norme su alcool e droga
- Modalità operative particolari
- Attività di polizia giudiziaria
- Nozioni di traumatologia
- Modulistica

Aggiornato con la legge
15 luglio 2009, n. 94
(sicurezza pubblica)


MAGGIOLI
EDITORE

contiene:
• **Formulario**
• **Prassi**

**Aggiornabile
on-line**

Per sistema
operativo
Windows® 98
o successivi


CD
Maggioli

Strumenti Legali

2.3.3. SISTEMA INTEGRATO DI RILEVAZIONE METRICA – FOTOGRAMMETRIA DIGITALE

Oltre ai tradizionali sistemi delle triangolazioni e delle coordinate ortogonali cartesiane, utilizzati da sempre per l'esecuzione dei rilievi degli incidenti stradali, oggi la tecnologia ha messo a disposizione degli organi di polizia stradale un nuovo metodo di localizzazione. Si tratta del "rilievo digitale dell'incidente stradale" che sfrutta la tecnica della fotogrammetria digitale. Sostanzialmente il rilievo di un oggetto viene ottenuto attraverso l'utilizzazione di immagini fotografiche dello stesso, che consentono di ricavare la forma, le dimensioni e la posizione su un piano, o nello spazio, di tutti i punti che lo compongono o, comunque, che interessano per raggiungere lo scopo. Mediante la fotogrammetria l'operazione di localizzazione di oggetti si ottiene senza intervenire direttamente su di essi ma utilizzando le loro prospettive fotografiche.

Il rilievo fotogrammetrico è quindi una tecnica di misura-restituzione attuata con l'ausilio di foto eseguite con camera metrica; se l'oggetto è fotografato da un solo punto di vista la foto permette, con opportuna elaborazione, di determinarne le coordinate ortogonali X e Y di tutti i punti rappresentati nel fotogramma (2D). Se l'oggetto è fotografato da due punti di vista l'elaborazione consente di determinarne le coordinate ortogonali X, Y e Z di tutti i punti (3D).

La fotogrammetria è una tecnica che trova origine con l'invenzione della fotografia ma la sua teoria, basata sulla geometria prospettiva, si è sviluppata molto prima. Questa tecnica, pur essendo nata per l'esecuzione del rilievo architettonico, è stata utilizzata principalmente per l'esecuzione del rilevamento topografico del territorio ed applicata in gran parte come "fotogrammetria aerea" che costituisce un notevole ausilio per gli organi incaricati di accertare e denunciare abusi edilizi.

Il progresso tecnologico delle camere fotografiche digitali ha consentito di poter allargare il campo di applicazione della tecnica fotogrammetrica anche in settori nuovi come, ad esempio, quello dell'infortunistica stradale. Proprio grazie ai progressi tecnologici nel campo della grafica computerizzata ed alla possibilità di disporre di elaboratori in grado di manipolare grosse quantità di dati, oggi è possibile eseguire in ambiente digitale il rilievo fotogrammetrico in modo semplice, rapido ed a costi molto inferiori rispetto a quelli che in passato avevano ostacolato la diffusione di questa metodologia. Tutti questi elementi hanno contribuito a fare in modo che la fotogrammetria possa essere oggi applicata nei settori dell'ambiente, della geologia e dell'ingegneria, nonché nel campo dell'infortunistica stradale.

Oggi la fotogrammetria rappresenta uno strumento di acquisizione di dati metrici tra i più affidabili, rapidi ed economici ed è il metodo più qualificato per la definizione spaziale degli elementi del territorio e per la misura delle loro più minute modificazioni.

L'applicazione della fotogrammetria per l'esecuzione dei rilievi degli incidenti stradali consente il rilievo metrico dell'area interessata dall'evento infortunistico mediante l'acquisizione sul luogo di fotografie digitali, senza necessità di misure a terra; ha come scopo il rilievo e la rappresentazione geometrica della scena dell'incidente stradale, con l'obiettivo della semplicità d'utilizzo, del rigore geometrico e della velocità d'esecuzione, sia in fase di ripresa che di successiva elaborazione. Questo sistema, inoltre, consente di aderire alle richieste degli utenti della strada che, in proporzione diretta all'incremento della motorizzazione, manifestano, in maniera sempre crescente, l'esigenza di una migliore viabilità nonché rapidità ed efficienza da parte degli addetti all'espletamento dei servizi di polizia stradale nel ripristino delle interruzioni della circolazione, prescindendo dai motivi che le hanno causate, attenendo i seguenti vantaggi:

- a) estrema precisione nella localizzazione di tutto ciò che interessa (veicoli, oggetti, tracce ecc.);
- b) eliminazione di eventuali errori umani derivanti da trascuratezze durante le operazioni di rilievo;
- c) notevole riduzione dei tempi richiesti per la completa acquisizione in modo diretto dei dati metrici necessari all'esecuzione di un rilievo con metodologie tradizionali;
- d) maggiore sicurezza degli operatori nel corso delle operazioni di rilievo;
- e) riduzione del tempo di interruzione della circolazione.

Le riprese fotografiche sono elaborate da un software che provvede a:

- 1) eliminare le distorsioni ottiche delle immagini;
- 2) determinare gli ingombri e le posizioni spaziali degli oggetti e delle tracce attraverso la localizzazione di vari punti individuati dagli operatori;
- 3) produzione automatica della planimetria in scala.

Il sistema permette, quindi, di riprodurre automaticamente in planimetria, ogni elemento rilevato sul piano stradale e "raccolto" nella documentazione fotografica con l'ausilio di un software di calcolo e di elaborazione grafica. Con tale metodologia di intervento non è più necessario che gli agenti di polizia stradale ricavano in modo diretto e sul luogo del sinistro le varie quote, indispensabili applicando il sistema delle triangolazioni e delle coordinate ortogonali, per ottenere la restituzione grafica del luogo teatro dell'evento e dell'ambiente circostante.

2.3.3.1. Composizione del sistema

Il sistema di rilevazione metrica è composto, essenzialmente, da:

1) un apparecchio fotografico digitale. Si tratta di un apparecchio dotato di impostazioni automatiche e dotato di una distanza focale fissa calibrata in laboratorio (Centro S.I.T. – Servizio di Taratura in Italia) allo scopo di identificarne con precisione i parametri geometrici principali e correggerne le distorsioni ottiche.

L'apparecchio fotografico può essere utilizzata anche per scopi diversi da quelli per il quale è stato realizzato e, cioè, come rilevatore metrico di distanze (RMD). Infatti, anche se il software utilizzato per la realizzazione della planimetria non accetta fotografie zumate come RMD, in quanto riconosce che questa impostazione comporta la variazione dei caratteri focali, possono essere seguite ed archiviate riprese destinate a documentare danni, tracce e oggetti che non sono utilizzate per le rilevazioni metriche.

2) una sagoma metrica di riferimento (o dima) (*foto n. 1*). Questo secondo componente del sistema è un campione di riferimento assiale che, durante l'attività di rilievo, lavora congiuntamente all'apparecchio



fotografico e, se necessario, a coni di riferimento. Anch'essa tarata da centro S.I.T. è costituito da tre segmenti, formanti fra loro angoli di 120 gradi nella posizione di lavoro, ma sovrapponibili per facilitarne il trasporto nella posizione di riposo. La sagoma metrica, composta da materiale plastico speciale a

bassa deformabilità termica, ignifuga e resistente all'acqua, presenta all'origine degli assi e su ciascun estremo di essi, una mira di riferimento. Le mire rappresentano i bersagli per il puntamento automatico di collimazione (vedi oltre), con una soluzione che consente di passare dalla ripresa fotografica alla restituzione metrica senza prendere alcuna misura a terra

Affinché ciascun fotogramma risulti misurabile, è necessario che all'interno della scena inquadrata, la dima si trovi in primo piano e sia completamente visibile. La metrica di questo elemento premisurato, consente la ricostruzione della geometria di presa con ottima precisione. La conoscenza del centro di presa e degli angoli d'assetto assieme ai parametri di calibrazione della camera, consentono di usare il fotogramma come un proiettore spaziale di coordinate. Nel caso di incidenti che si sviluppano su una zona più ampia di quella che può essere coperta da un'unica stazione di misura, è necessario utilizzare la tecnica di "riaggancio" basata sull'opportunità offerta all'operatore di spostare la sagoma metrica.

3) un software applicativo. Dopo la fase di ripresa fotografica un software consente l'elaborazione dei dati acquisiti. Si tratta di una postazione di gestione del rilievo in grado di ricavare le misure metriche necessarie ad ottenere la rappresentazione geometrica degli oggetti, delle tracce e dell'ambiente grazie all'acquisizione delle immagini fotografiche eseguite sul luogo.

Tutte le foto che sono associate ad un record subiscono un processo di crittografia che ne garantisce l'assoluta protezione da successive modifiche. I fotogrammi sono gestiti in maniera rapida ed efficace attraverso un apposito strumento per la consultazione dinamica e la verifica. Tale funzione è pensata in modo da agevolare la consultazione simultanea di più fotogrammi.

2.3.3.2. Funzionamento del sistema

Per la descrizione del funzionamento del sistema, che appare complessa rispetto alla estrema semplicità della sua utilizzazione, è opportuno avvalersi di alcune rappresentazioni grafiche e fotografiche. La foto 2 sarà di ausilio per descrivere il procedimento di localizzazione di un'autovettura rispetto alla sagoma di riferimento.

La dima viene posizionata sul piano stradale, possibilmente in modo da fare combaciare due “bersagli” con una parte dello stesso manufatto o di altro riferimento, che può essere costituito anche dal margine della carreggiata oppure da una striscia di delimitazione della stessa o, ancora, di una corsia o di uno stallo di sosta. In questo modo è possibile, durante l’elaborazione metrica, tracciare linee che abbiano andamento normale o parallelo a quello di riferimento.

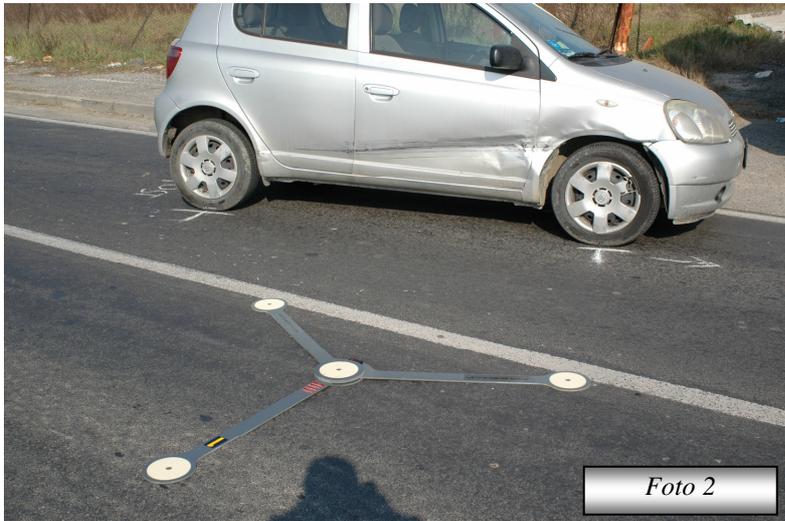


Foto 2

Il medesimo risultato si ottiene anche se l’andamento della strada è curvilineo. Affinché sia possibile la determinazione delle quote dalla fotografia digitale è necessario che in essa sia inquadrata completamente la dima in primo piano, nonché gli oggetti e le tracce di cui interessa conoscere la posizione sul piano o, più esattamente, i “punti” da utilizzare per la loro localizzazione degli elementi stessi. Nella foto 2 i punti scelti per la localizzazione dell’autovettura sono costituiti dai mozzi delle ruote destre.

Possiamo sostenere, in linea di massima, che la sagoma metrica, è equiparabile ad una base virtuale, o ipotetica, utilizzata per la mera localizzazione di oggetti rispetto ad essa

La dima, così posizionata, costituisce la prima stazione di misura (stazione 1) ed una sola foto è sufficiente a determinare la posizione dell’autovettura presa ad esempio nella foto 2. Per motivi di sicurezza è comunque opportuno procedere all’esecuzione di più riprese.

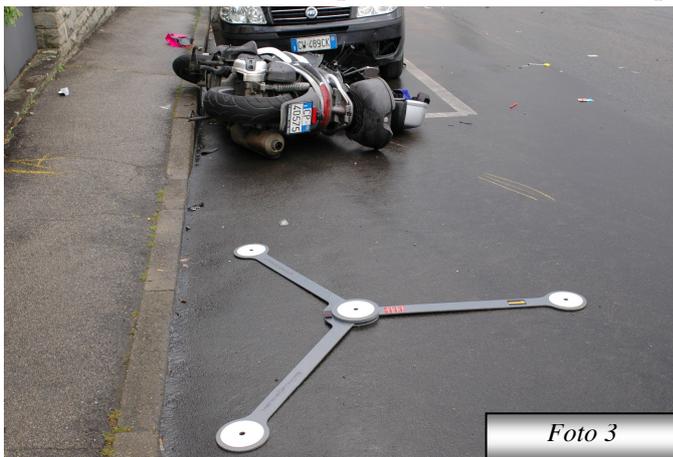


Foto 3

Per determinare la posizione del veicolo rispetto all’ambiente, attraverso la necessaria individuazione dei capisaldi di una base reale, è necessaria una seconda foto che contenga la dima in primo piano e nella stessa posizione (vedi foto 3 e 4)

Quando per procedere alla localizzazione di più veicoli coinvolti nel sinistro, o per eseguire il rilievo ambientale, si rende necessario lo spostamento dell’unica sagoma metrica disponibile, occorre costituire una nuova stazione. Questo può avvenire avendo a disposizione alcuni coni o una barra con bersagli posti a distanza nota.

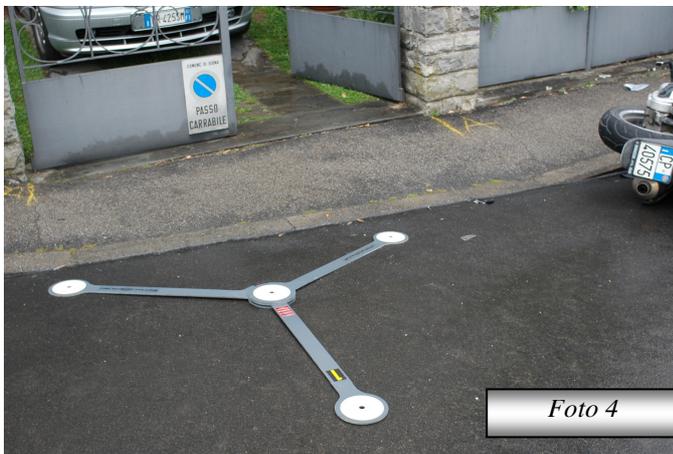


Foto 4

Quando per procedere alla localizzazione di più veicoli coinvolti nel sinistro, o per eseguire il rilievo ambientale, si rende necessario lo spostamento dell’unica sagoma metrica disponibile, occorre costituire una nuova stazione. Questo può avvenire avendo a disposizione alcuni coni o una barra con bersagli posti a distanza nota.

Una delle foto eseguite dalla prima stazione, avendo l’accortezza che la dima si trovi sempre in primo piano, deve fissare i coni (o la barra di riferimento) che costituiscono gli elementi di “riaggancio” delle due stazioni. Questa procedura è indispensabile se una o più riprese fotografiche sono finalizzate a fissare elementi esterni alla cd. “area di certificazione”, vale a dire quello spazio delimitato da una circonferenza il cui centro è costituito dal bersagli centrale della sagoma di riferimento. Gli elementi fotografati esternamente all’area di certificazione saranno rifiutati dal software e, pertanto, non potranno essere utilizzati né per la determinazione di alcune quote né per la restituzione grafica del rilievo.

Le foto 5 e 6 esemplificano la procedura di riaggancio delle stazioni di misura.

Con lo stesso procedimento, attraverso la costituzione di ulteriori stazioni, gli oggetti e le tracce localizzate rispetto alla sagoma metrica potranno essere riferite all'ambiente circostante.

Analogamente, nel caso di incidenti che interessino un tratto strada di lunghezza considerevole, al fine di fornire al foto-restituire elementi utili per la ricostruzione planimetrica, può rendersi necessario utilizzare più fotografie eseguite da distanze diverse. In tal caso è sufficiente spostare la dima lungo il tratto stradale, dopo avere posizionato i coni o la barra di riferimento in modo da poter essere inquadrati in almeno una fotografia scattata da ciascuna stazione. Presso l'ufficio, in sede di foto-restituzione, l'operatore incaricato provvederà al riaggancio tra le diverse fotografie, ai fini della correlazione tra le misure metriche effettuate, con riferimento alla dima (se questa è stata inquadrata in più fotogrammi senza subire spostamenti), oppure individuando punti omologhi visibili sulle diverse immagini e corrispondenti almeno ad una coppia di coni di riferimento (che non abbiano subito spostamenti) inquadrati in due fotografie eseguite prima e dopo avere eseguito lo spostamento della dima e, cioè, da entrambe le stazioni.

Il primo passo, per ogni attività di misurazione o restituzione planimetrica, consiste nella collimazione dei bersagli sulle singole immagini (figura 1). Ciò consente al sistema di collocare correttamente ogni entità nello spazio.

Si esegue la collimazione automatica dei bersagli sulle varie immagini semplicemente selezionando un punto interno al bersaglio; il software procederà, poi, a centrare la collimazione in maniera precisa ed univoca, svincolandola dall'interpretazione soggettiva dell'operatore. Tale operazione è propedeutica alla vettorializzazione ed alla misura degli elementi visibili sulle foto.

Tutte le immagini introdotte nel sistema subiscono un processo di crittografia che consente di garantirne l'assoluta protezione da eventuali modifiche; il sistema stesso le associa, ma non può modificarle. I dati non possono essere letti da altri sistemi informatici ed il sistema è protetto in modo tale da non consentire dall'esterno l'alterabilità dei dati stessi.

2.3.3.3. Ambienti e profili operativi

Nel sistema sono definiti tre diversi ambienti operativi caratterizzati da un diverso livello di completezza funzionale ed operativa che consente di gestire separatamente i progetti e di assegnare agli utenti un profilo funzionale gerarchico a livelli.

1 - *la misura diretta*. Consente di effettuare direttamente sulle foto sia misure lineari singole (distanza rettilinea o ortogonale tra due punti) sia misurazioni di polilinee (utili, ad esempio, per misurare la traccia di una frenata). Tutte le misure, che possono essere salvate, vengono effettuate esclusivamente sul piano individuato dalla dima e, quindi, i punti selezionati corrispondono sempre a punti presenti sul piano stradale;

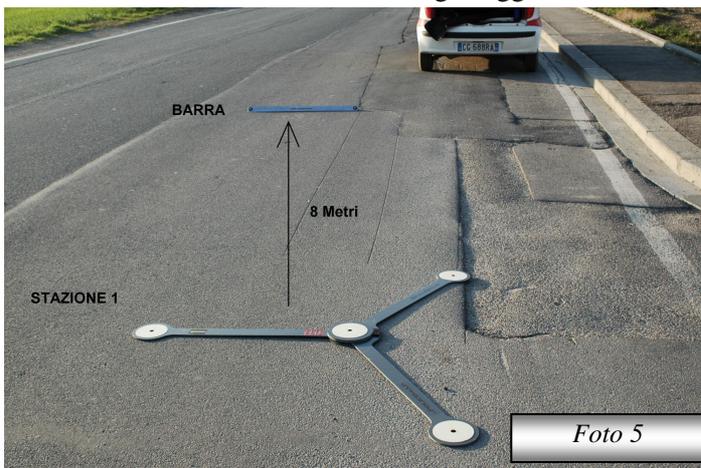


Foto 5

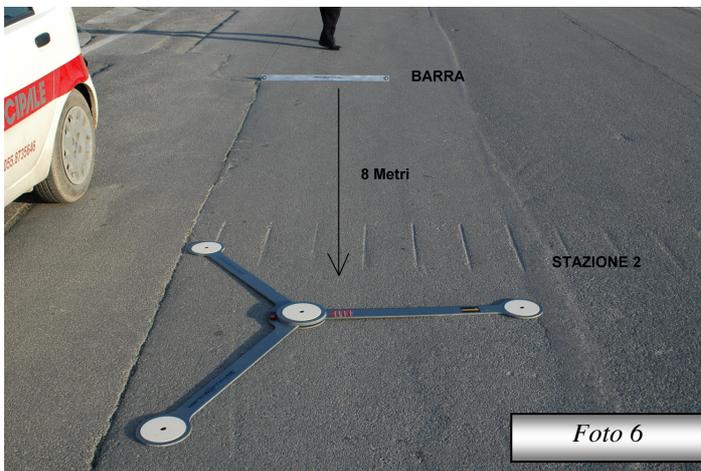


Foto 6



Figura 1

2 - *lo schizzo*. Livello di funzionalità, più evoluto di quello precedente, volto alla creazione di uno schizzo planimetrico sul quale inserire, oltre alle misurazioni effettuate, campioni di strade predefiniti e veicoli coinvolti collocati automaticamente nelle posizioni finali da questi assunte dopo l'urto;

3 - *la planimetria*. Ulteriore livello di funzionalità volto alla creazione della rappresentazione planimetrica dettagliata dell'incidente. Il sistema integra un CAD che consente la costruzione di modelli e rappresentazioni semplificate delle varie tipologie di strade e, soprattutto, la realizzazione del rilievo planimetrico, di alta qualità ed in scala, del sito dell'incidente, corredato di tutti i dettagli rappresentativi necessari ad un'adeguata mappatura geometrica vettoriale. A tale scopo il sistema fornisce librerie grafiche e strumenti in grado di automatizzare, per massima parte, la composizione del disegno; ad esempio è data la possibilità di costruire librerie delle varie tipologie di strade e autostrade ed inserire la segnaletica verticale ed orizzontale. Il CAD consente, inoltre, di posizionare l'incidente all'interno delle planimetrie stradali di dettaglio ed archiviare, in un data base gestionale, tutti gli incidenti trattati con i dati che li caratterizzano (dati anagrafici delle persone coinvolte, dati dei veicoli, localizzazione ecc.).

Per una maggiore precisione, nel caso di realizzazione di una planimetria, il CAD consente la collimazione dei punti sia in 2D che in 3D. La restituzione CAD è sempre, comunque, una proiezione ortogonale sul piano stradale (planimetria). Utilizzando l'apposita libreria a disposizione è possibile inserire i blocchi dei singoli veicoli già predisposti nelle loro caratteristiche costruttive e dimensionali. Il sistema è, infatti, corredato di un database, in continuo accrescimento, che contiene i modelli premisurati delle autovetture di maggiore diffusione.

2.3.3.4. La rappresentazione grafica

Il software agevola l'impaginazione della tavola finale con la generazione automatica di griglie metriche e

parametrature in scala. Si ha, inoltre, la possibilità di affiancare una legenda con i principali dati da riportare sulla tavola del sinistro rilevato nonché le foto più significative.

La figura 2 è stata realizzata solo a scopo dimostrativo, per evidenziare le varie opzioni di rappresentazione di cui è dotato il software applicativo.

Una funzionalità non trascurabile è rappresentata dall'inserimento, all'interno della bozza planimetrica e/o della planimetria, di porzioni di immagine ortorettificati. L'ortorettifica è una procedura di trattamento di immagini fotografiche, che non solo restituisce il contenuto topografico di ogni punto della foto, conservando il contenuto informativo dell'immagine, ma elabora le informazioni geometriche del fotogramma, passando da proiezione centrale a proiezione

ortogonale. Così si ottiene anche il vantaggio di avere una scala costante su tutta l'immagine che può essere sovrapposta alla planimetria della zona che interessa.

Una ulteriore funzionalità particolarmente utile è la possibilità di riportare sulla planimetria del sinistro, o su tavola separata, l'esatta posizione e orientamento dell'apparecchio fotografico al momento della realizzazione del fotogramma, con indicazione del numero di matricola dell'apparecchio e del numero progressivo della foto. Questa possibilità assume importanza rilevante allorché si renda necessario rappresentare la posizione ed il cono di visibilità di un conducente o di una persona in grado di riferire circostanze rilevanti ai fini delle indagini.

Sulla planimetria è possibile inoltre evidenziare le aree di certificazione relative alle varie stazioni costruite per il rilevamento dell'incidente. Ai fini del "riaggancio" di più stazioni, nel rispetto dei parametri di calibratura del sistema, le circonferenze che delimitano le aree di certificazione non possono essere separate ma, al limite, tangenti fra loro.

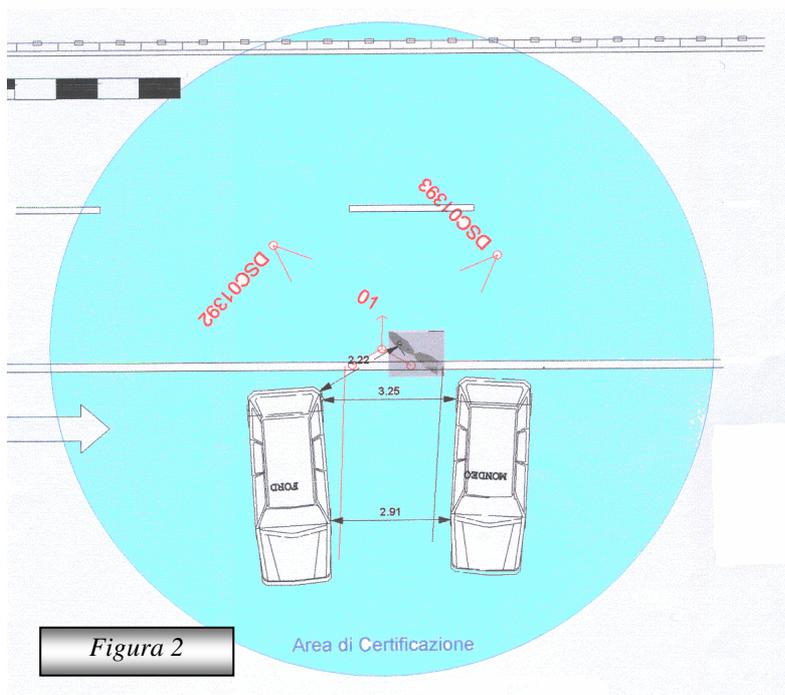


Figura 2

2.3.3.5. Vantaggi del sistema

L'utilizzazione del sistema digitale di rilevamento metrico offre molti vantaggi fra i quali:

a) Velocità e semplicità d'uso. Sono ridotte al minimo le operazioni da eseguire sulla scena dell'incidente. Non è necessario determinare le quote con il metro a nastro e con segni sulla strada ma sono sufficienti solo alcune riprese fotografiche, purché in ciascuna di esse, oltre ai particolari dell'incidente, venga inquadrata l'apposita sagoma metrica. Tutto ciò consente di fare percepire agli utenti della strada l'efficienza del servizio derivante dall'unione fra l'esperienza del personale e l'utilizzo di tecnologie all'avanguardia.

b) Precisione nell'acquisizione dei dati metrici. Per la sola esecuzione del rilievo del sinistro stradale con il sistema tradizionale è richiesta la necessaria presenza di almeno due operatori, salvo si ricorra ad un ausiliario di polizia, dal momento che devono essere determinate le distanze fra i punti da localizzare e le basi di riferimento utilizzando la fettuccia (o cordella) metrica. Con il sistema digitale il rilevamento può essere eseguito da un solo operatore perché, come è stato detto, si concretizza nell'esecuzione di alcune riprese fotografiche, sia pure osservando le procedure richieste dal sistema stesso. È opportuno osservare inoltre che la fettuccia metrica è fonte di errori, talvolta non trascurabili, a causa della sua elasticità che aumenta con l'utilizzazione; è buona norma, infatti, sostituire periodicamente quella usata con altra nuova. Ma anche una fettuccia vergine, in determinate condizioni ambientali, può originare errori a causa della sua flessibilità; si pensi ad esempio al suo uso in presenza di forte vento. Infine, sempre con il metodo tradizionale, gli operatori possono involontariamente tralasciare alcune misurazioni, talvolta difficilmente recuperabili in tempi successivi;

c) Sicurezza dei dati. La non alterabilità delle immagini fotografate viene garantita da diversi meccanismi di sicurezza;

d) Ripetibilità dei risultati. È sempre possibile assumere ulteriori misure dalle fotografie rappresentanti il luogo dell'incidente; possibilità non consentita con il tradizionale metodo di rilievo manuale.