





[RIV. CATASTO

**SIFET 03 05**

Bollettino della Società Italiana  
di Fotogrammetria e Topografia  
n 3 anno 2005



Periodico trimestrale  
Sped in abb. post 45% art 2  
comma 20/b legge 662/96 - Filiale CMP  
Cagliari - ISSN 1721-971X  
Autorizzazione del Tribunale di Firenze  
n. 1515 del 4 dicembre 1962  
iscrizione RNS n. 01907 vol. 20 foglio 29  
del 27 maggio 1986  
Distribuzione gratuita ai soci SIFET  
Associato alla  
Unione Stampa Periodica Italiana

**Direttore responsabile**

Prof. Elio Falchi

**Comitato di Redazione**

Prof. P. Aminti  
Ing. A. Arrighi  
Prof. M. Barbarella  
Prof. R. Barzaghi  
Prof. V. Casella  
Ing. V. Cima  
Prof. M. Crespi  
Geom. A. Di Girolamo  
Prof. A. Manzino  
Prof. C. Pigato  
Prof. F. Radicioni

**Segreteria di Redazione**

SIFET  
C.P. 286 Cagliari Centro  
Piazza del Carmine  
09124 CAGLIARI  
Segretaria  
Ing. Giuseppina Vacca  
e-mail: redazione@sifet.it  
t 070 6755442  
Membri  
Prof. R. Barzaghi  
Prof. E. Falchi  
Prof. F. Radicioni

**Progetto grafico**

S. Asili, G. Toneguzzi

Autorizzazione del Tribunale  
di Firenze n. 1515 del 4.12.62  
iscrizione R.N.S.  
n. 01907 vol. 20 foglio. 29  
del 27.5.86

**ABBONAMENTO ANNUALE  
AL BOLLETTINO**

Soci: distribuzione gratuita  
Non Soci:  
Italia e Comunità Europea € 65.00  
Altri Stati € 80.00

**In questo numero:****Nella foto sopra:**

Apertura Convegno SIFET Palermo  
29-30 Giugno - 1 Luglio 2005

**Nella pagina a fianco:**

Omologoscopio orthosimmetrico  
sistema Cremona-Ronca

- 9 **Influenza dei GCP e del numero dei coefficienti nel modello delle funzioni razionali terreno-dipendenti**  
Patrizia MIDULLA, Roberto AMATO
- 27 **Precisione di posizionamento planimetrico di immagini ad alta risoluzione IKONOS**  
Daniela PENNACCHIO, Raffaele SANTAMARIA
- 45 **Qualità del GPS cinematico nel rilievo Airborne Laser Scanning**  
Omar AL-BAYARI, Marco DUBBINI, Veronica LENZI
- 57 **La calibrazione meccanica dello scanner Craft FlyScan**  
Lorenzo COMOLLI, Remo SALA
- 71 **Laser scanner a confronto**  
Wolfgang BOEHLER, Andreas MARBS  
*Traduzione Sergio DEQUAL*
- 93 **Seconda edizione del concorso SIFET-MIUR per gli Istituti di Istruzione Secondaria**
- 111 **Integrazione tra le tecniche innovative di rilievo del territorio e dei beni culturali**
- 121 **Corso CISM - Tecniche di rilevamento per un Catasto Stradale in Italia**

---

**La SIFET**  
per il quadriennio  
2003-2006

**Presidente**

Prof. Ing. Elio Falchi  
c/o DIST - Facoltà di Ingegneria  
Piazza d'Armi - 09123 Cagliari  
t 070 6755436  
f 070 6755405  
e falchi@unica.it

**Vice Presidente**

Prof. Maurizio Barbarella  
c/o DISTART  
Facoltà di Ingegneria  
Viale Risorgimento, 2  
40136 Bologna  
t 051 2093106  
f 051 6448073  
e maurizio.barbarella@  
mail.ing.unibo.it

**Tesoriere**

Prof. Ing. Giannina Sanna  
c/o DIST - Facoltà di Ingegneria  
Piazza d'Armi - 09123 Cagliari  
t 070 6755437  
f 070 6755405  
e topoca@unica.it

**Segretario**

Geom. Otello Grassi  
Via del Tempo Libero, 36  
06125 Ferro di Cavallo - Perugia  
t+f 075 5011951  
e grassiot@grassiotello.191.it

**Assessori**

Prof. Ing. Mauro Caprioli  
c/o Politecnico di Bari  
Dip.to Vie e Trasporti  
Via Orabona, 4  
70126 Bari  
t 080 5963387  
f 080 5963329  
e m.caprioli@poliba.it

Geom. Renzo Maseroli  
c/o Istituto Geografico Militare  
Via di Novoli, 93  
50127 Firenze  
t 055 2732442  
f 055 417909  
e maseroli@libero.it

### **Sede legale**

c/o FAST – P.le Morandi 2  
20121 Milano  
Partita Iva 04295830154  
Codice fiscale 00754730588

### **Coordinate SIFET**

C.C.P. Banco Posta n. 39667761  
ABI 07601 - CAB 04800  
intestato a Sifet C. P. n. 286  
Cagliari Centro  
Piazza del Carmine  
09124 Cagliari

### **Il Consiglio Direttivo della Società è così costituito**

#### **Giunta esecutiva**

*Presidente*  
Prof. Elio Falchi  
*Vice Presidente*  
Prof. Maurizio Barbarella  
*Segretario*  
Geom. Otello Grassi  
*Tesoriere*  
Prof. Giannina Sanna  
*Assessori*  
Prof. Mauro Caprioli  
Geom. Renzo Maseroli

#### **Membri onorari**

Gen. Mario Carlà  
Geom. Angelo Pericoli  
Prof. Enrico Vitelli

#### **Membri di diritto**

Direttore del Centro Informazioni  
Geotopografiche dell'Aeronautica

Direttore del Dipartimento  
del Territorio  
Direttore dell'Istituto Geografico  
Militare  
Direttore dell'Istituto Idrografico  
della Marina  
Direttore del Servizio Geologico  
Nazionale  
Presidente del Consiglio  
Nazionale degli Architetti  
Presidente del Consiglio  
Nazionale dei Geometri  
Presidente del Consiglio  
Nazionale degli Ingegneri  
Presidente CS SIFET  
Presidente Sezione SIFET Palermo

#### **Membri ordinari**

(oltre ai componenti la giunta  
esecutiva)  
Ing. Antonio Arrighi  
Prof. Bruno Astori  
Ing. Carlo Cannafoglia  
Geom. Vittorio Grassi  
Ing. Antonio Coppola  
Prof. Giuliano Comoglio  
Prof. G. Mattia Crespi  
Prof. Sergio Dequal  
Geom. Antonino Di Girolamo  
Prof. Livio Pinto  
Prof. Anna Spalla

#### **Probiviri**

Ing. Virgilio Cima  
Geom. Giuseppe Cenciarini  
Prof. Giovanmaria Lechi

### **Revisori dei conti**

Sig. Paolo Vitetta  
Ing. Marco Nardini

Le quote sociali (con rinnovo  
entro il 31 Marzo) per l'anno  
2005 sono le seguenti:

#### **Soci annuali individuali**

Euro 40.00 (Europa)  
Euro 55.00

#### **Soci annuali collettivi**

Euro 200.00 (Europa)  
Euro 245.00

#### **Soci annuali giovani(\*)**

Euro 20.00 (Europa)  
Euro 35.00

#### **Soci vitalizi individuali**

Euro 520.00 (Europa)  
Euro 780.00

#### **Soci vitalizi collettivi**

Euro 1810.00 (Europa)  
Euro 2600.00

(\*) età inferiore a 26 anni

Per informazioni:  
Segreteria Amministrativa  
Dott.ssa Lucia Amato  
t +39 070 6755406  
e [amministrazione@sifet.it](mailto:amministrazione@sifet.it)

**scienza sifet**

---

## Influenza dei GCP e del numero dei coefficienti nel modello delle funzioni razionali terreno-dipendenti

Patrizia MIDULLA (\*)

Roberto AMATO (\*\*)

(\*) Dipartimento Città e Territorio

Università di Palermo

Via dei Cartari, 19

90133 Palermo

e pmidulla@unipa.it

(\*\*) Libero professionista

e robertoamato@volodesign.net

**Key words** > Immagini satellitari, funzioni razionali, ortoproiezione.

**Riassunto** > In questo scritto viene illustrata una sperimentazione sull'ortoproiezione delle immagini satellitari ad alta risoluzione, con l'applicazione del modello matematico delle funzioni razionali. Tali funzioni sono risolte nella modalità terreno-dipendente, e cioè utilizzando coefficienti (RPC) calcolati con l'impiego di punti di appoggio.

In particolare, tre sono gli aspetti approfonditi: a) le accuratezze raggiungibili; b) l'influenza del numero dei coefficienti, nonché della distribuzione e densità dei punti di appoggio; c) la possibilità di utilizzare punti di appoggio e DEM estratti da cartografia a scala adeguata. La sperimentazione è stata condotta mediante alcune applicazioni ad una scena IKONOS Geo del territorio di Palermo ed ha compreso due tipi di verifica: una verifica *di progetto* ed una verifica *di collaudo*. La prima è stata eseguita sui tabulati forniti dal programma PCI *OrthoEngine* e sulle loro successive elaborazioni. La seconda verifica è stata effettuata mediante il confronto dell'immagine ortoproiettata con la cartografia a scala 1:2000, e il controllo metrico su due griglie di punti, una estratta dalla stessa cartografia, l'altra rilevata con metodo GPS. I risultati conseguiti hanno dimostrato che è possibile ricorrere alle funzioni razionali anche con un ridotto numero di punti di appoggio ed anche quando questi siano estratti da cartografia a scala adeguata. Hanno evidenziato, inoltre, l'influenza delle distribuzioni dei punti di appoggio sull'accuratezza finale e la possibilità di contenere le deformazioni nelle zone esterne ai punti di appoggio, qualora si ricorra ad un numero esiguo di coefficienti.

**Abstract** > This paper describes a piece of research into the use of high resolution satellite images as they can be employed for the production of ortho photos.

Notably, three themes were investigated:

1. assessing the images accuracy when a Rational Function Model is applied without a prior knowledge of the correction coefficients;

Articolo ricevuto nell'aprile 2005.

Sottoposto a revisione anonima con esito positivo nel giugno 2005.

2. verifying the influence of the number of coefficients and the number and locations of the Ground Control Points (GCP) and the DEM rate;
3. testing the possibility of using GCP derived from a map.

The above experiment was carried out by ortho rectifying an IKONOS Geo image of the territory of Palermo, and concerns two different kinds of examination: testing the *project*, and testing the *results*. The former was conducted by using data calculated by PCI software, the latter by using residuals calculated on two set of CP, one extracted from a map, the other surveyed by GPS. Finally the resulting ortophoto was also checked at the computer video. The experiment demonstrated that it is possible to use a Rational Function Model even with small amount of numbers of GCP, and when they are extracted from a map at an appropriate scale. It also demonstrated that deformations can be contained in the area outside the GCP, when few coefficients are used.



---

## Precisione di posizionamento planimetrico di immagini ad alta risoluzione IKONOS

Daniela PENNACCHIO  
Raffaele SANTAMARIA  
Dipartimento di Scienze Applicate  
Università degli Studi di Napoli  
"Parthenope"  
Via Amm. F. Acton, 38  
80133 Napoli  
t 081 5475223  
f 081 5519314  
e raffaele.santamaria@uniparthenope.it  
daniela.pennacchio@uniparthenope.it

**Key words** > Satelliti ad alta risoluzione, IKONOS, ortorettifica, cartografia

**Riassunto** > Le immagini ad alta risoluzione (da 0.6 a 2.5 metri nel pancromatico e da 2.4 a 5 metri nel multispettrale) fornite dai satelliti attualmente in orbita offrono nuove possibilità per l'aggiornamento e la produzione di cartografia a media e grande scala.

La sperimentazione svolta è stata finalizzata alla valutazione delle caratteristiche metriche di una immagine satellitare ad alta risoluzione Ikonos GEO OrthoKit pancromatica relativa alla zona ovest di Napoli per la verifica della compatibilità geometrica con cartografia a media (1:25000 – 1:10000) e grande scala (1:5000).

Sono state effettuate molteplici prove di ortorettifica utilizzando differenti algoritmi di correzione geometrica avvalendosi di due pacchetti software commerciali dedicati: il software *PCI Geomatica* (modulo OrthoEngine), versione 9.1, della PCI Geomatics, ed il software *OrthoWarp* (un modulo aggiuntivo di ER Mapper) versione 2.2.2 della Inpho.

La valutazione dell'accuratezza dei modelli è stata effettuata considerando gli scarti planimetrici ottenuti su un insieme indipendente di 15 Check Points (CP), mentre le operazioni di correzione geometrica realizzate sono state successivamente verificate da un punto di vista strettamente analitico. A tale scopo sono stati presi in esame più criteri: primariamente è stata applicata la disuguaglianza di Tchebycheff, e successivamente sono stati calcolati i valori degli scostamenti massimi ottenuti nei CP.

**Abstract** >The high resolution satellite images (0.6 – 2.5 m for panchromatic and 2.4 – 5 m for multispectral mode) derived from the new satellite generation are suitable for map updating at middle and large scale. In this paper the metric characteristics of an Ikonos Geo OrthoKit image (Pan mode) acquired in June 2003 and relative to the western area of Naples are analysed.

Different orthoimages were generated using two software: PCI Geo-

Articolo ricevuto nell'aprile 2005.  
Sottoposto a revisione anonima con esito positivo  
nel luglio 2005.

matica (OrthoEngine) and OrthoWarp. The accuracy is estimated by planimetric value of 15 Check Points (CP) and at the same time the procedures of geometric corrections are estimated analytically using two ways: the first one is Tchebycheff's theorem; the second one applying the maximum differences in the CP.

---

## Qualità del GPS cinematico nel rilievo Airborne Laser Scanning

Omar AL-BAYARI  
Dept. of Surveying and Geomatics Engrg.  
Al-Balqa' Applied University  
Al-Salt 19117, Jordan  
e obayari@bau.edu.jo

Marco DUBBINI  
DISTART  
Università di Bologna  
Viale Risorgimento 2  
40136 Bologna  
t 0512093115  
f 0516448073  
e marco.dubbini@mail.ing.unibo.it

**Key words** > DGPS, OTF, LIDAR

**Riassunto** > Uno dei fattori che influenza maggiormente la realizzazione di un modello digitale del terreno ottenuto da dati laser scanning è il posizionamento in modalità cinematica, richiedendo quest'ultimo, per un buon esito del rilievo, un'accurata e robusta ricostruzione del vettore base-rover. Sono stati analizzati principalmente tre problemi che riguardano il calcolo delle soluzioni GPS in modalità cinematica registrata durante differenti rilievi LIDAR: (1) l'interferenza di radio frequenze (RFI) con il segnale GPS, (2) l'uso di più di una stazione master per la determinazione di lunghe traiettorie e il suo effetto sui risultati, e (3) l'effetto della distanza tra reference station e il ricevitore rover sulle soluzioni GPS e di conseguenza sul DTM ottenuto. Svatiati rilievi LIDAR sono stati condotti in Italia e in Portogallo usando un sistema laser scanning e tre differenti ricevitori GPS in funzione contemporaneamente durante l'acquisizione. E' stato impiegato un software basato sul calcolo differenziale e smoothed della soluzione GPS (DGPS) per ottenere le traiettorie che vengono utilizzate per la generazione del DTM. Infine i risultati sono stati confrontati con quelli ottenuti con la soluzione On-The-Fly (OTF). Una soluzione per migliorare la ricezione del segnale GPS è stata proposta dagli autori e implementata sull'elicottero; inoltre in base ai risultati ottenuti vengono date alcune indicazioni sul valore limite della distanza tra stazione master e il ricevitore rover da osservare durante il rilievo.

Veronica LENZI  
DISTART  
Università di Bologna  
Viale Risorgimento 2  
40136 Bologna  
t 0512093109  
f 0516448073  
e veronica.lenzi@mail.ing.unibo.it

**Abstract** > Kinematic positioning is considered the most important factor in creating a reliable digital terrain model (DTM) by airborne laser scanning and it requires accurate and consistent base-to-aircraft vector throughout the survey. Three problems encountered in kinematic airborne laser surveys were studied: (1) the radio frequency interference (RFI) with the global positioning system (GPS) signal, (2) the use of more than one reference station for long trajectory surveys and its effect on the GPS results, and (3) the effect of the distance between the reference station and the rover receiver on the GPS solution and consequently on the

DTM. Different surveys were carried out in Italy and Portugal to study these problems using an airborne laser scanning system and three different GPS receivers. A post-processing software based on smoothed differential GPS (DGPS) solution was used to obtain the DTM. The results were compared with those obtained by On-The-Fly (OTF) solution. A solution has been proposed by the authors and implemented on the helicopter to improve the reception of the GPS signal as well as a limitation for the distance between the reference station and the rover receiver.

---

## La calibrazione meccanica dello scanner Craft FlyScan

Lorenzo COMOLLI  
Remo SALA  
Politecnico di Milano  
Dipartimento di Meccanica  
Sezione di Misure Meccaniche  
e Tecniche Sperimentali  
Via La Masa 34, 20156 Milano  
e [lorenzo.comolli@polimi.it](mailto:lorenzo.comolli@polimi.it),  
[remo.sala@polimi.it](mailto:remo.sala@polimi.it)

**Key words** > Scanner, immagini digitali, calibrazione

**Riassunto** > La necessità di trasferire in digitale la grande mole di lastre aerofotogrammetriche acquisite in passato, ha spinto allo sviluppo di un nuovo scanner. A parte le non banali richieste di risoluzione e campo inquadrato, il fulcro della progettazione dello scanner sta nel garantire una accuratezza geometrica su tutto il campo di ripresa, migliore della dimensione del pixel. Si presenta qui la soluzione attuata nello scanner FlyScan, che comprende sia la calibrazione delle componenti meccaniche che la calibrazione dei motori di posizionamento della camera di ripresa. Il risultato finale del processo di calibrazione garantisce accuratezze geometriche uguali o minori di  $2\ \mu\text{m}$  su tutto il piano di scansione, valore decisamente inferiore alla dimensione del pixel ( $10\ \mu\text{m}$  nella versione standard).

**Abstract** > The development of a new scanner was requested by the need to transfer on a digital support all the aerial photogrammetry of the past years. Although the not usual requests of resolution and framed field, the hearth of the development of the scanner is to assure a geometric accuracy over all the framed field, better than the dimension of the pixel. Here we present a solution applied on the FlyScan scanner, that include either the calibration of the mechanical components, or the calibration of the positioning motors of the imaging camera. The final result is a guarantee that the geometric accuracy is equal or less than  $2\ \mu\text{m}$  over all the framed field, a value definitely less than the pixel dimension ( $10\ \mu\text{m}$  in the standard version).

---

## Laser scanner a confronto

Wolfgang BOEHLER  
Andreas MARBS  
i3mainz:  
Istituto per l'informazione spaziale e le  
tecnologie topografiche  
FHMainz, Università di Scienze Applicate,  
Mainz, Germania  
e i3mainz@fh-mainz.de

Traduzione  
Sergio DEQUAL  
DITAG  
Dipartimento di Ingegneria del Territorio,  
dell'Ambiente e delle Geotecnologie  
Politecnico di Torino  
e sergio.dequal@polito.it

**Nota del traduttore** > Nei giorni 24, 25 e 26 novembre 2004 si è tenuto a Udine, presso il CISM (Centro Internazionale di Scienze Meccaniche), un corso monografico sulle nuove tecniche di rilievo mediante scansione *laser*, coordinato dal prof. Fabio Crosilla dell'Università di Udine e dallo scrivente prof. Sergio Dequal del Politecnico di Torino.

Al corso hanno partecipato una decina di docenti e oltre 40 discenti. Fra le tante lezioni di alto livello, quella del Prof. Wolfgang Boehler ha destato particolare interesse. Boehler ha illustrato, con rigore e ricca documentazione, uno studio sperimentale condotto presso l'Università di Mainz con lo scopo di definire una procedura di test delle nuove strumentazioni *laser scanner* e di applicare tale procedura per l'analisi comparativa di una dozzina di strumenti oggi disponibili sul mercato. La versione originale dell'articolo, in lingua inglese, è contenuta nel volume degli atti del corso suddetto (in fase di pubblicazione a cura del CISM).

Per consentire a un pubblico ancora più vasto di utilizzare le informazioni e i suggerimenti del prof. Boheler, con il suo consenso e per incarico della SIFET ho predisposto questa versione in italiano, che spero risulti gradita ai numerosi lettori del Bollettino.

**Riassunto** > Nell'ambito di un progetto di ricerca, l'*i3mainz* ha installato numerosi tipi di segnali test, che consentono di analizzare la qualità delle misure ottenute con *laser scanner*. Per la prima volta test standardizzati, compiuti a partire dal 2003, consentono un confronto oggettivo fra strumenti di differenti Case produttrici. Le procedure di test comprendono scansioni di superfici piane di differente riflettività a diverse distanze, per ottenere informazioni sul rumore nelle misure di distanza e sugli scostamenti sistematici causati dai diversi materiali. Per indagare sulla precisione nella misura delle distanze nelle direzioni longitudinale e trasversale di scansione sono stati installati parecchi poligoni di prova, usando sfere bianche come segnali. A causa degli incrementi angolari e delle dimensioni dello *spot laser* differenti, non tutti gli *scanner* 3D hanno la stessa capacità di risolvere i dettagli di piccoli

oggetti. Si sa, inoltre, che gli *scanner* 3D producono errori ai bordi. Entrambi i fenomeni sono stati testati con segnali appropriati. I poligoni di prova sono ancora disponibili: i produttori e gli utenti sono invitati a sottoporre a test i propri strumenti.

**Abstract** > In a research project, i3mainz has installed a number of different test targets that allow an investigation in the quality of measurements obtained with laser scanners. The standardized tests, carried out since 2003, also allow a comparison between instruments of different manufacturers for the first time. The test procedures include scans of plane surfaces of different reflectivity in different ranges to obtain information about the noise of the range measurements and about systematic offsets caused by different materials.

Several test fields using white spheres as targets have been installed to get information about the accuracy of distances in scanning direction and across. Due to different angular increments and spot sizes, not all 3D scanners have the same abilities to resolve small object details. 3D scanners are also known to produce errors at edges. Both phenomena are tested with appropriate targets. The tests are still available and producers and users are invited to have their instruments examined.

