

## La tecnica GPS+GLONASS nelle applicazioni catastali

*Un'esperienza con il sistema JPS (Javad Positioning System)*

- Il miglioramento della ricezione del segnale satellitare nelle aree fortemente antropizzate e la riduzione dei costi degli apparati satellitari, contribuiscono ad estendere il posizionamento da satellite anche nelle operazioni catastali. Partendo da queste considerazioni è stato eseguito un rilevamento di dettaglio, finalizzato all'inserimento su una mappa catastale di alcuni corpi di fabbrica di nuova costruzione. Il rilevamento è stato condotto in collaborazione con l'Ufficio Tecnico Erariale della provincia di Ferrara, utilizzando un sistema di misura tradizionale (teodolite elettronico integrato) ed un sistema di posizionamento GPS+GLONASS in tempo reale (Real Time). In questo lavoro vengono descritte le operazioni di campagna ed i risultati ottenuti, confrontando i due sistemi di misura in termini di precisioni, operatività e costi-prestazioni.

### Premessa

L'avvento dei sistemi di posizionamento globali (GNSS - Global Navigation Satellite System) e di ricevitori in grado di acquisire il segnale da più sistemi satellitari (GPS, GLONASS, WAAS, EGNOS, ecc.), ha contribuito al miglioramento della ricezione del segnale anche nelle aree fortemente antropizzate, che notoriamente mal si prestavano alla ricezione del solo segnale GPS (Crocetto et al., 2000-a e 2000-b; Fruet e Sguerso, 2000). Tale miglioramento, unito alla riduzione dei costi degli apparati satellitari (attualmente una coppia di ricevitori monofrequenza costa quanto una stazione integrata di buona qualità), contribuisce ad estendere le tecniche di posizionamento da satellite anche nelle operazioni catastali. Rilevamenti per l'aggiornamento cartografico o per il frazionamento o per il calcolo delle superfici particellari, attualmente prodotti con teodolite e distanziometro, possono essere eseguiti con notevoli vantaggi operativi anche con strumentazione da satellite. Non a caso in questa direzione si sta muovendo anche la Direzione Generale del Catasto e dei Servizi Tecnici Erariali che ha allo studio una riforma delle procedure per l'aggiornamento degli atti catastali, che tiene conto delle nuove metodologie di misura da satellite.

Partendo da queste considerazioni è stato eseguito un rilevamento di dettaglio, finalizzato all'inserimento su una mappa catastale di alcuni corpi di fabbrica di nuova costruzione. Il rilevamento è stato eseguito sia con un sistema di misura tradizionale (teodolite elettronico

integrato) che con un sistema di posizionamento GPS+GLONASS in tempo reale (Real Time).

L'esperienza è stata eseguita in collaborazione con l'Ufficio Tecnico Erariale della provincia di Ferrara, che ha fornito le indicazioni necessarie al rispetto della Circolare n° 2/1988 ed ha verificato l'attendibilità delle misure prodotte. In questo lavoro vengono descritte le operazioni di campagna ed i risultati ottenuti. Infine viene fatto un confronto tra i due sistemi di misura in termini di precisioni, operatività e costi-prestazioni.

### La sperimentazione

#### L'area di misura.

Le operazioni di misura sono state eseguite nell'area di sedime della nuova Facoltà di Ingegneria dell'Università di Ferrara. A seguito dei lavori di ammodernamento dell'intero complesso edilizio sono stati edificati alcuni nuovi corpi di fabbrica e ne sono stati ristrutturati altri: ciò ha reso necessario provvedere all'aggiornamento cartografico della mappa catastale.

#### Il rilevamento di dettaglio con teodolite elettronico integrato

Il rilevamento di dettaglio tradizionale è stato eseguito con un teodolite elet-

tronico integrato modello Topcon GPT-1001. Le caratteristiche dello strumento sono le seguenti:

- cannocchiale: immagine diritta, diametro obiettivo 45 mm (EDM 50 mm), ingrandimento 30 x, asse ottico e distanziometrico coassiali;
- compensatore biassiale;
- precisione dei cerchi: 2";
- portata con un prisma 6 km;
- precisione del distanziometro con prisma: 3 mm + 2 p.p.m.;
- portata senza prisma: 150 m;
- precisione del distanziometro senza prisma: 5 mm;
- registrazione interna su RAM fino a 3000 punti (la registrazione consente la trascrizione su memoria interna delle misure eseguite e l'inserimento di tutti gli attributi alfanumerici di una stazione di misura come il nome del vertice stazionato e collimato, le altezze strumentali, i codici dei punti, le eventuali annotazioni, ecc.

Un'immagine del teodolite elettronico integrato è riportato in figura 2.

Per eseguire il rilevamento di dettaglio dei corpi di fabbrica si è reso necessario materializzare e rilevare i vertici di una poligonale celerimetrica. La materializzazione è stata fatta infiggendo nell'asfalto dei chiodi di acciaio a testa sferica contornati da rondelle. Lo schema geometrico della poligonale, inquadrata nella rete "fiduciale" del catasto, è schematizzato in figura 1.

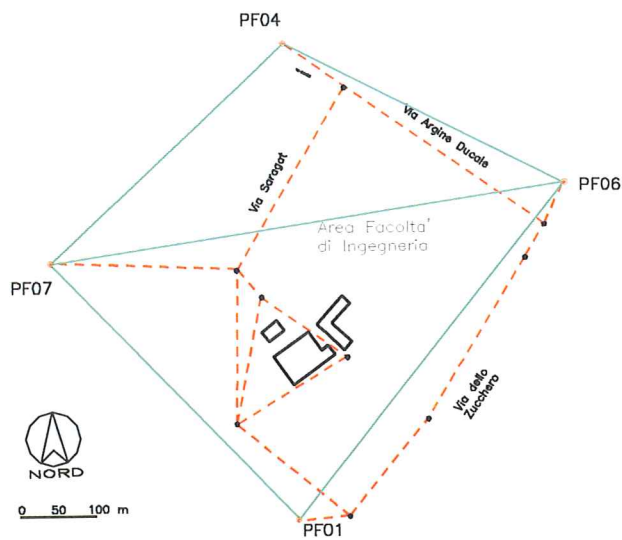


Fig. 1. Schema geometrico della poligonale celerimetrica. Punti della rete fiduciale del Catasto e corpi di fabbrica rilevati.





Fig. 2. Teodolite elettronico integrato. Operazioni di rilevamento della poligonale celerimetrica e degli spigoli dei fabbricati.

Le operazioni di misura della poligonale e degli spigoli dei fabbricati (figura 2) hanno comportato una intera giornata, con una squadra di rilevamento composta da tre persone: un operatore e due canneggiatori. Inoltre non tutti gli spigoli sono stati misurati con il teodolite: in taluni casi si è dovuto ricorrere ad una misura diretta con cordella metrica per allineamenti e squadri.

Alla fine delle operazioni di misura si è provveduto a scaricare i dati dalla memoria interna del teodolite ad un computer. Le misure sono state integrate con quelle rilevate direttamente ed elaborate. L'elaborazione ha consentito la generazione del classico libretto campagna in formato "Pregeo" contenente le coordinate polari (angoli di direzione e distanze) dei vertici della rete fiduciale del Catasto e degli spigoli dei fabbricati. Le coordinate polari sono state irradiate dai vertici della poligonale celerimetrica. Il libretto, trascritto su supporto magnetico, è stato consegnato all'U.T.E. di Ferrara. Per l'esecuzione del libretto di campagna si è utilizzato il software "Meridiana" della Geotop di Ancona. L'immagine del libretto prodotto dal software è riportato in figura 3.

```

0|161000|222222|H2A|0010|1|LUIGI ROSSI|GEOMETRA|FERRARA|
9|6|10|20|12225|7.52-G|Topcon GTP-1001| |
1|100| |
2|900|224.7984|251.155|PO|
2|105|260.1850|269.782|SP|
2|101|261.4408|256.429|SP|
2|102|269.3290|272.002|SP|
2|103|273.9766|240.976|SP|
2|104|277.0318|249.102|SP|
2|900|224.7972|251.157|PO|
2|PF1|20.4004|111.210|SPWILD|
2|PF1|20.3962|111.208|SPWILD|
1|900| |
2|100|153.6182|251.156|PO|
2|100|153.6252|251.157|PO|
2|100|153.6222|251.157|PO|
2|103|152.2726|362.106| |
6|LAV.dett_1 OP. 10-16-2000|
6|STRUMENTAZIONE GTP-1001|
6|Q.M. 6.00 mt|

```

Fig. 3. Stralcio del libretto di campagna.

### Il rilevamento di dettaglio con il sistema Topcon Javad GPS+GLONASS

Il rilevamento di dettaglio è stato ripetuto con un sistema di posizionamento da satellite GPS+GLONASS in tempo reale, della Javad Positioning System.

Tale sistema era costituito da:

- due ricevitori modello Legacy-E GGD a 40 canali, 20 L1 + 20 L2 GPS+GLONASS con firmware RTK 2.1/2000;
- due antenne modello LegAnt E "microstrip" con centro di fase zero;
- un Control Data Unit modello Ranger a 133 MHz con 32 Mega di Ram, sistema operativo Windows CE e software di registrazione e di elaborazione TDS relaise 2.00;
- un distanziometro laser modello Topcon EM-30 con collimatore, portata max di 40 m e precisione di 3 mm;
- due radio link modello 3-AS della Satel;

Un'immagine del sistema GPS+GLONASS è rappresentato in figura 4.

La stazione "Master" è stata posta su di un vertice interno all'area della Facoltà di Ingegneria (figura 5) ed è stata "inizializzata" in modalità "Real Time" con intervallo di trasmissione ad 1 secondo. Alla stazione "Master" sono state attribuite coordinate rettangolari convenzionali: in tal modo si è assunto di operare in un sistema di riferimento locale. La stazione "Rover" (figura 5) era invece costituita da un'asta porta antenna sulla quale era stata posizionata sia l'unità di controllo che

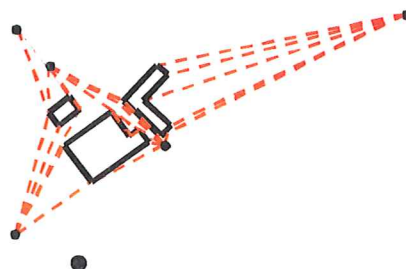


Fig. 4. Il sistema GPS+GLONASS con il distanziometro laser.

il distanziometro. Il ricevitore è stato invece allocato in uno zainetto insieme al radio link ed alla sua antenna.

Nella stazione "Rover" sono stati impostati i seguenti parametri di filtro:

- PDOP max: 3;
- "Rms" max in planimetria: 3 cm;
- "Rms" max in altimetria: 5 cm;
- "Fix" RTK impostato sulla media di 5 determinazioni.

Si sono dapprima rilevati gli spigoli dei vertici fiduciali della rete di inquadramento del Catasto e, successivamente, quelle dei corpi di fabbrica.

Le operazioni di misura si sono svolte nel seguente modo:

1. si posizionava la stazione "Rover" nelle immediate vicinanze dello spigolo da rilevare ed in due posizioni distinte dette di "fuori centro" (figura 6). Durante questa operazione veniva usato un bipiede che consentiva all'asta porta antenna di rimanere in equilibrio ed in posizione verticale. A questo punto l'operatore eseguiva il "fix" RTK e memorizzava le coordinate del punto stazionato nella "Control Data Unit";
2. nella stessa posizione si collimava (figura 6) lo spigolo del fabbricato, misurando con il distanziometro laser la distanza orizzontale dell'antenna dallo spigolo. L'operazione di misura veniva eseguita con il raggio laser del distanziometro quasi ortogonale allo spigolo del fabbricato, per ottenere il massimo della risposta;
3. si spostava il ricevitore "Rover" sull'altra stazione fuori centro e si ripetevano le operazioni 1 e 2.

Inserite le due distanze orizzontali nell'unità di controllo, una funzione del programma in dotazione eseguiva il calcolo dell'intersezione laterale "in avanti", restituendo le coordinate dello spigolo del fabbricato nel sistema di riferimento locale.





Fig. 5. L'immagine della stazione "Master" e del ricevitore "Rover" durante le operazioni di misura.

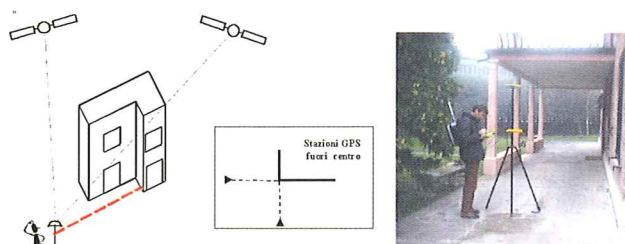


Fig. 6. Stazioni GPS "fuori centro". Rilevamento degli spigoli dei fabbricati.

In questo modo un solo operatore ha eseguito il rilievo di inquadramento e quello di dettaglio in tre ore e mezza.

Durante le operazioni di misura sono stati disponibili da un minimo di 9 ad un max di 14 satelliti GPS+GLONASS. I valori del PDOP non sono mai risultati superiori a 3 (figura 7).

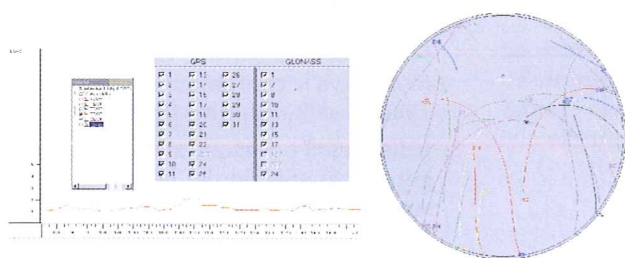


Fig. 7. Visibilità satellitare. Andamento del PDOP e del GDOP durante la sessione di misura.

Inoltre il segnale radio link, complice la vicinanza della stazione "Master" alla zona di misura ed ai vertici fiduciali, non è mai sceso al di sotto di 100.

Terminate le operazioni di misura si è provveduto a scaricare il file, contenente le coordinate rettangolari degli spigoli dei fabbricati, dall'unità di controllo al computer. Tali coordinate sono state quindi trasformate in coordinate polari (figura 8), generando infine il secondo libretto di misure, in formato Pregeo.

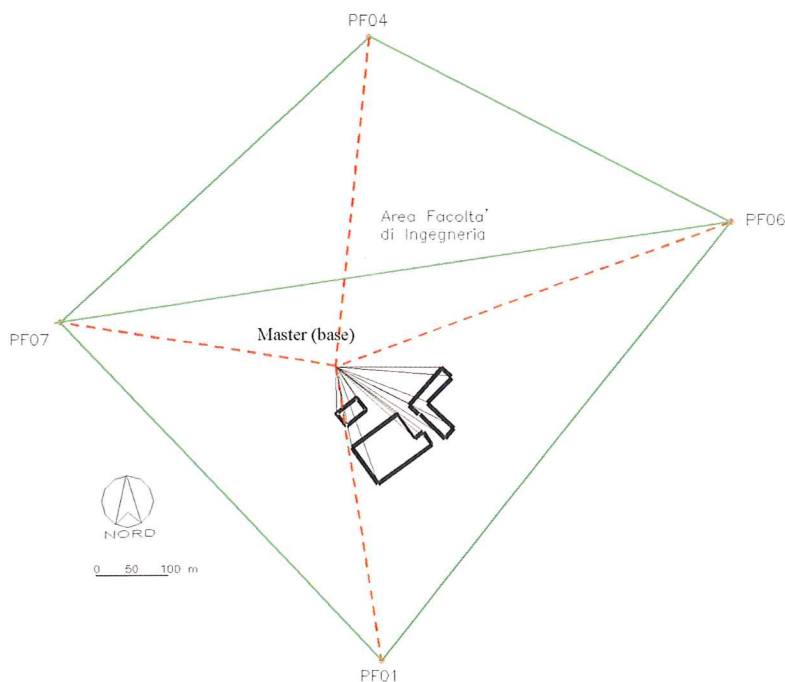


Fig. 8. Schema geometrico del rilievo GPS+GLONASS.

```

0|131200|222222|HZA|0010|1|LUIGI ROSSI|GEOMETRA|FERRARA|
1|1|base|
2|402|203.7988|143.328|Cogo|
2|401|199.3683|155.683|Cogo|
2|602|206.8093|172.772|Cogo|
2|601|204.3693|192.487|Cogo|
2|502|177.5019|201.266|Cogo|
2|501|196.1200|229.616|Cogo|
2|555|172.8871|200.325|Cogo|
2|504|186.9115|161.534|Cogo|
2|507|181.1080|155.236|Cogo|
2|505|177.9965|167.219|GR - da grafica|
2|500|173.3431|209.390|Poligonale|
9|6|10|20|12225|7.52-G|Topcon JAVAD Legacy| |
    
```

Fig. 9. Stralcio del secondo libretto di campagna in formato Pregeo.

Il libretto, di cui in figura 9 si riporta uno stralcio, è costituito dalle coordinate polari dei vertici della rete fiduciale del Catasto e degli spigoli dei fabbricati. A differenza del libretto precedente, le coordinate polari sono irradiate da un'unica stazione, la stazione "Master" (base).

### Confronti dei risultati

Il confronto tra le due tecniche di misura è stato fatto in termini di precisione, di operatività in campagna e di costi degli apparati.

Per quanto concerne la precisione, si sono confrontati i valori delle coordinate planimetriche degli spigoli dei fabbricati

e di alcuni vertici della poligonale di inquadramento, ottenuti con le due tecniche. A tal fine si è reso indispensabile eseguire una trasformazione di coordinate dal sistema locale, nel quale sono espresse le coordinate determinate con la tecnica satellitare, al sistema Cassini Soldner. La tabella 1 riporta il valore delle differenze medie, massime e minime (in valore assoluto) riscontrate. I valori si riferiscono ad un campione di circa 20 punti.

Per l'operatività si sono posti a confronto, a parità di numero di punti rilevati, il numero di operatori coinvolti nelle misure ed i tempi di rilevamento. Si è deciso di trascurare i tempi di elaborazione che si riducono alla generazione di un libretto di campagna. La tabella 2 riporta i confronti nelle ipotesi di operare

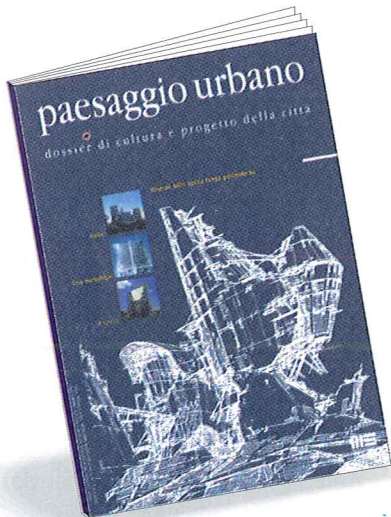


## PAESAGGIO URBANO

Periodicità bimestrale  
Formato cm 21x29,7  
Stampa a colori



Paesaggio Urbano è  
disponibile anche  
nelle migliori librerie



### La presentazione

Nel periodico il professionista trova:

- **L'opportunità di comprendere non solo il processo progettuale e realizzativo degli interventi presentati ma anche la possibilità di entrare nel merito delle metodologie attraverso la leggibilità e la qualità degli apparati grafici e fotografici.**
- **I progetti e le realizzazioni, italiane e straniere, che non vengono presentate abitualmente dalle altre riviste di settore perchè relative a contesti territoriali minori o di riferimento a progettisti meno conosciuti.**
- **Una rete di supporto tecnico anche attraverso periodici appuntamenti convegnistici e seminari che affrontano i temi del progetto urbano.**

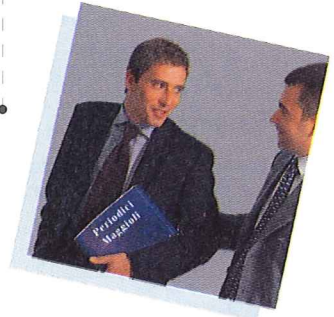
### Le rubriche

La rivista è suddivisa in più sezioni:

- **La sezione rubriche**, in cui sono evidenziati gli aspetti differenziati dell'ambiente urbano.
- **La sezione monografica**, che si sviluppa all'interno di specifici numeri speciali in cui vengono individuate le tematiche più importanti, utili ad avvicinare i problemi del progetto, ad entrare nei processi di trasformazione del territorio, ad illustrare le esperienze realizzate, a confrontarsi con il dibattito critico.
- **Le sezioni tematiche** (ambiente, arredo, colore, commercio, immagine, materiali, percorsi urbani, recupero, tecnologie, verde).
- **Le rubriche** (accessibilità e geografia urbana, scene di ordinario degrado, multimedialità e disegno, luogo, diritto e città, informatica).

### La convenienza

Compresi nel prezzo dell'abbonamento la rivista offre **cinque approfondimenti tematici (dossier)**: si tratta di monografie a colori di indubbio interesse per completezza e contenuti, che ampliano le conoscenze del lettore offrendo esperienze e soluzioni su temi diversi dell'edilizia, urbanistica, ambiente e territorio.



# Esempi concreti di riqualificazione urbana

Desidero ricevere una **copia in omaggio** della rivista bimestrale **Paesaggio Urbano**

M060005/42

ENTE \_\_\_\_\_

NOME E COGNOME \_\_\_\_\_

PROFESSIONE / UFFICIO RICHIEDENTE \_\_\_\_\_

VIA \_\_\_\_\_

TEL. \_\_\_\_\_

C.A.P. E CITTÀ \_\_\_\_\_

PROV. \_\_\_\_\_

Servizio clienti, per ordini telefonici ed informazioni:

Numero Verde  
**800-846061**

Fax  
0541/622060

E-mail  
ordini@maggioli.it

Internet  
www.maggioli.it/editore



$\Delta E_{media}$ (m)	$\Delta N_{media}$ (m)	$ \Delta E_{min} $ (m)	$ \Delta N_{min} $ (m)	$ \Delta E_{max} $ (m)	$ \Delta N_{max} $ (m)
-0.02 ± 0.05	-0.02 ± 0.04	0.001	0.003	0.04	0.10

Tabella 1. Differenze medie, massime e minime (in valore assoluto) tra i due set di coordinate.

Tecnica di misura	Numero di operatori	Tempi di rilevamento (ore)	
		Inquadramento	Dettaglio
Tradizionale	Min. 2 – Max 3	4	4
Satellitare	Min. 1 – Max 2	1	3

Tabella 2. Confronto fra il numero di operatori ed i tempi di rilevamento.

Strumentazione	Costo (milioni di Lire)
Teodolite elettronico integrato	15-25
Ricevitori singola frequenza	25-30
Ricevitori doppia frequenza	50-60

Tabella 3. Costo dei sistemi di misura.

con due soli ricevitori satellitari di cui uno fisso (Master) ed uno in movimento (Rover) e di differenziare il lavoro di inquadramento nella rete fiduciale del Catasto, dal rilevamento di dettaglio degli spigoli dei fabbricati.

Infine si sono posti a confronto i costi delle strumentazioni, nell'ipotesi di fornire sistemi totalmente operativi. I prezzi sono indicativi e si riferiscono a valori medi praticati dalle case costruttrici. Nel caso della strumentazione satellitare il valore è relativo ad una coppia di ricevitori GPS+GLONASS muniti del firmware per il tempo reale (Real Time).

## Conclusioni

La tecnica satellitare aumenta, a parità di precisione, la produttività del lavoro e riduce sensibilmente il numero di operatori. La scarsa visibilità satellitare, unico ostacolo ad una sua completa applicabilità, è compensata dalla doppia costellazione (GPS+GLONASS); il "tempo reale" fornisce immediatamente i risultati del posizionamento. Tutto questo porta a ritenere ormai maturo l'ingresso di questa nuova tecnologia anche in opera-

zioni catastali, sia a livello professionale che a livello di Uffici Tecnici. In particolare gli ultimi sono demandati, per legge, alla verifica dell'applicazione delle procedure di accatastamento; attualmente, per mancanza di personale, tali verifiche non vengono più eseguite con misure dirette sul terreno ma soltanto attraverso l'analisi a tavolino degli atti di aggiornamento prodotti. Risulta quindi chiaro che l'avvento di una tecnologia caratterizzata da una maggior produttività e da un minor numero di operatori, potrebbe restituire all'U.T.E. il ruolo di certificatore delle procedure stesse.

## Ringraziamenti

Si ringrazia l'ing. Piero Lusuardi della Geotop di Ancona e l'ing. Nicola Perfetti dell'Università di Bologna, per l'aiuto prestato durante le operazioni di misura. Si ringrazia altresì il geom. Delvino Bulgarelli dell'Ufficio Tecnico Erariale di Ferrara, per la collaborazione prestata nell'organizzazione dell'esperienza e per i consigli nell'applicazione della Normativa Catastale.

## Bibliografia

Circolare N° 2/1988; *Nuove Procedure per il Trattamento Automatizzato degli Aggiornamenti Cartografici. Disposizioni per la Gestione degli Atti Geometrici di Aggiornamento. Istruzioni per il Rilievo Catastale di Aggiornamento*; Ministero delle Finanze, Direzione Generale del Catasto e dei SS.TT.EE.; Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.

Crocetto N., Gatti M., Marchesini M., Negroni F., Russo P., (2000-a); *RTK Survey Using Combined GPS+GLONASS L1/L2 Carrier Phases* - Proceedings of the ISPRS WG VI/3 and ISPRS WG IV/3 Meeting - Lubiana (Slovenia), February 2-5, 2000, pp. 38-43.

Crocetto N., Gatti M., Negroni Fabio, Negroni Floriano, (2000-b); *Uso di ripetitori radio nel rilevamento GPS in tempo reale*; Atti della IV Conferenza Nazionale ASITA, volume I, pp. 665-674.

Fruet G., Sguerso D., (2000); *La Pianificazione dei Rilievi GPS/GLONASS in Ambienti Densamente Urbanizzati*; Atti della IV Conferenza Nazionale ASITA, volume II, pp. 849-854.

CENTANNI PAOLO (\*)

GATTI MARCO (\*\*)

MOLINELLI GIULIANO (\*)

(\*) GEOTOP s.r.l. via Breccie Bianche 152, 60131 Ancona.

e-mail: [info@geotop.it](mailto:info@geotop.it)

(\*\*) Dipartimento di Ingegneria, via Saragat 1, 44100 Ferrara.

e-mail: [mgatti@ing.unife.it](mailto:mgatti@ing.unife.it)