

## **Campo prova topografico a norma ISO 17123 in Genova**

Fabio Crovetto (\*), Claudio Piccardo (\*), Bianca Federici (\*\*), Domenico Sguerso (\*\*),  
Tiziano Cosso (\*\*\*), Roberto Marzocchi (\*\*\*)

- (\*) Collegio dei Geometri e Geometri Laureati della Provincia di Genova; Viale Brigate Bisagno 8; tel: 010-5700735; [fabio@studiocrovetto.it](mailto:fabio@studiocrovetto.it), [c.piccardo@katamail.com](mailto:c.piccardo@katamail.com)  
(\*\*) Dipartimento di Ingegneria Civile Chimica e Ambientale - Università degli Studi di Genova; Via Montallegro 1, 16149, Genova; tel: 010-3532421; [bianca.federici@unige.it](mailto:bianca.federici@unige.it), [domenico.sguerso@unige.it](mailto:domenico.sguerso@unige.it)  
(\*\*\*) Gter s.r.l. Innovazione in Geomatica, Gnss e Gis; Via Greto di Cornigliano 6r - 16152 Genova; tel: 010-8694830; [tiziano.cosso@gter.it](mailto:tiziano.cosso@gter.it), [roberto.marzocchi@gter.it](mailto:roberto.marzocchi@gter.it)

### **Riassunto**

Il presente contributo presenta lo studio e la realizzazione di un campo prove topografico a norma ISO 17123 situato in Genova. Esso permetterà ai topografi, genovesi e non, di verificare i propri strumenti topografici, quali livelli, stazioni totali e ricevitori satellitari GNSS, mediante procedure certificate che consentono di effettuare analisi di qualità degli strumenti stessi. Sono stati monumentati pilastri e quanto occorre per il posizionamento della strumentazione e per l'esecuzione di misure verificabili; a breve verrà effettuata una prima campagna di misure cosiddetta "zero" in collaborazione con diverse ditte produttrici di strumentazione topografica. Un sito web interattivo permetterà al professionista di inserire i dati acquisiti nel campo prova ed effettuare l'elaborazione degli stessi per verificare la strumentazione utilizzata in modo veloce e controllato. Il campo prove, di estrema attualità e unico in Italia a conoscenza degli autori per gamma di strumentazione verificabile nel medesimo sito in modo permanente, sarà operativo da novembre del corrente anno 2013.

### **Abstract**

This paper presents the study and the realization of a topographic test field out in Genoa in accordance with ISO 17123. It will allow surveyors to verify their surveying instruments, such as levels, total station and GNSS satellite receivers, using certified procedures that allow one to perform quality analysis of the instruments themselves. Pillars and what is needed for the instrument positioning and for the execution of verifiable measures were installed. Moreover, a reference measurement campaign will be soon carried out with several manufacturers of topographic instruments. In addition, an interactive website will allow the surveyor to insert the data acquired from the test field and to process them so to check the instrumentation in a fast and controlled way. The project, extremely present and unique in Italy as the authors know for range of verifiable instrumentation on the same site permanently, will be operational from November of the current year 2013.

### **Introduzione**

L'idea del campo prova topografico in Genova nasce dalla necessità di poter verificare il corretto funzionamento delle attrezzature topografiche secondo le recenti norme ISO, agevolando per quanto possibile il topografo in maniera semplice, veloce ed economica.

Recentemente il Consiglio Nazionale Geometri e Geometri Laureati ha intrapreso, con il progetto "Standard di qualità ai fini della qualificazione professionale della categoria dei geometri", un percorso di valorizzazione della categoria in un'ottica di qualificazione dell'attività professionale. Nell'ambito di una collaborazione avviata nel 2009, il Consiglio Nazionale dei Geometri e

Geometri Laureati ed UNI (Ente Nazionale Italiano di Unificazione) hanno ora concluso l'elaborazione di 48 specifiche dedicate alle attività professionali più ricorrenti, svolte nei settori applicativi afferenti alle seguenti tre macro-aree: edilizia e urbanistica, estimo e attività peritale, geomatica e attività catastale.

Nell'area "geomatica e attività catastale", nel capitolo 6.2 "conoscenze e abilità specifiche", è previsto che il topografo, oltre a conoscere e saper utilizzare la strumentazione appropriata, debba avere la capacità di verificarne la taratura.

Prima dell'inizio di un rilievo topografico, il tecnico dovrebbe verificare che la precisione della strumentazione che intende utilizzare sia sufficiente per rispettare le tolleranze richieste; questo non vuol dire soltanto controllare le specifiche costruttive di rettifica e precisione dello strumento ma verificarne la corrispondenza nell'uso quotidiano.

La verifica della taratura della strumentazione topografica è regolata dalla normativa ISO 17123 "Optics and optical instruments - Field procedures for testing geodetic and surveying instruments", distinta in diversi capitoli a seconda degli strumenti da verificare:

ISO 17123-1:2010 - Part 1: Theory

ISO 17123-2:2001 - Part 2: Levels

ISO 17123-3:2001 - Part 3: Theodolites

ISO 17123-4:2012 - Part 4: Electro-optical distance meters (EDM measurements to reflectors)

ISO 17123-5:2012 - Part 5: Total stations

ISO 17123-6:2012 - Part 6: Rotating lasers

ISO 17123-7:2005 - Part 7: Optical plumbing instruments

ISO 17123-8:2007 - Part 8: GNSS field measurement systems in real-time kinematic (RTK)

La norma ISO 17123 permette al professionista di controllare in maniera autonoma la precisione della strumentazione per il rilievo topografico, effettuando una serie di misurazione secondo un preciso protocollo ed elaborando i dati con procedure ben definite. I risultati di tale elaborazioni verranno confrontati con le tolleranze dichiarate dalle case costruttrici per lo specifico strumento e, in alcuni casi, con misure opportune di riferimento.

A differenza delle verifiche effettuate nei laboratori delle case costruttrici in condizioni ideali e controllate, le norme ISO richiedono di effettuare le verifiche in condizioni di utilizzo, sia atmosferiche che in termini di distanze osservate, simili il più possibile a quelle nelle quali si andrà a operare.

Grazie alla collaborazione tra il Collegio dei Geometri e Geometri Laureati della Provincia di Genova, il Laboratorio di Geodesia, Geomatica e Gis del Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale dell'Università degli Studi di Genova e Gter srl Innovazione in Geomatica, Gnss e GIS, spin-off della stessa università, è stato realizzato a Genova un campo prove topografico a norma ISO 17123 che permette la verifica di livello, teodolite (mediante verifiche diverse per gli angoli azimutali e zenitali), elettrodistanziometro, stazione totale (in termini di coordinate relative) e ricevitore satellitare GPS/GNSS in RTK o NRTK.

Il presente progetto, di estrema attualità e unico in Italia a conoscenza degli autori per gamma di strumentazione verificabile nel medesimo sito in modo permanente, sarà operativo e liberamente utilizzabile da novembre del corrente anno 2013.

Altre esperienze di analisi e applicazione delle norme ISO 17123 sono illustrate in Leone et al. (2002, 2005, 2007 e 2008), De Fazio ed Abate (2007) e Bertacchini et al. (2009), con sperimentazioni effettuate nell'area portuale di Catania, nella Cittadella Universitaria di Catania, presso il Centro Ricerche Trisaia dell'Enea in Basilicata, e con installazioni non permanenti.

Nel seguito del presente lavoro si riporta una breve descrizione del campo prova attrezzato e delle prove da effettuare in campagna. La descrizione dettagliata delle procedure di rilievo, di

elaborazione delle osservazioni, e l'analisi dei risultati del primo anno di utilizzo del sito, saranno oggetto di pubblicazioni future.

### **Descrizione del campo prova topografico a Genova**

Il campo prova topografico di Genova si trova nei pressi del casello autostradale di Genova Bolzaneto, in prossimità della pista ciclabile di Via Lungo Torrente Secca.

Data la particolare conformazione del territorio genovese, non è stato facile identificare il sito idoneo, poiché doveva garantire al contempo ampi spazi piani uniformemente distribuiti azimutalmente contestualmente alla necessità di disporre di importanti dislivelli. Inoltre, l'area doveva essere facilmente accessibile da tutti i professionisti interessati alla verifica della propria strumentazione, ma al tempo stesso non troppo trafficata. L'area su cui si è installato il campo prova presenta tutte le suddette caratteristiche ed inoltre è stata oggetto di modifiche urbanistiche recenti che l'hanno riqualificata, rendendo l'attuale configurazione potenzialmente stabile e duratura.

In tale sito, con l'attrezzatura fornita dalle ditte GeoMax, Geotop, Leica Geosystems e Trimble, sono stati monumentati:

- 3 pilastrini dotati di piastre per il fissaggio delle stazioni totali,
- 3 borchie da livellazione,
- 5 vitoni su piastra, murati sul muro d'argine, per il fissaggio di antenne GNSS e prismi mobili,
- 5 prismi e 9 target riflettenti posizionati permanentemente su strutture esistenti,
- 12 chiodi topografici.

Tale attrezzatura permette il posizionamento di livelli, stazioni totali e ricevitori GNSS per l'esecuzione contemporanea di almeno due delle procedure di prova semplificata o completa secondo norma ISO 17123, come di seguito descritto.

La configurazione del campo prova di Genova è illustrata in figura 1, mentre in figura 2 è mostrato un esempio di pilastrino monumentato e l'operazione di posizionamento dei target riflettenti sulla torre di Cellini Caffè.

### **Le prove secondo la norma ISO 17123**

La norma prevede due tipologie di prove per il cui dettaglio si rimanda alla norma stessa (ISO/TC 172/SC 6 - Geodetic and surveying instruments: [http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/)). Nel presente lavoro vengono illustrate sinteticamente le procedure operative da eseguirsi sullo specifico campo prove di Genova.

La procedura di prova semplificata fornisce una stima della deviazione standard a norma ISO che andrà confrontata con il valore dichiarato dalla casa costruttrice dello strumento. Questa stima si basa su un numero limitato di misure e, quindi, la deviazione standard calcolata può essere solo indicativa dell'ordine di grandezza della precisione ottenibile dallo strumento. Se si vuole ottenere una verifica più precisa dello strumento, è consigliabile eseguire la procedura completa, più rigorosa ma al tempo stesso più onerosa in termini di tempo necessario alla prova e alla procedura di calcolo. Essa richiede inoltre l'applicazione di test statistici, per determinare se la deviazione standard sperimentale ottenuta appartiene alla popolazione della deviazione standard teorica della strumentazione (test del Chi quadro) e se i due campioni appartengono alla stessa popolazione (test di Fisher).

La norma richiede che l'operatore conosca la strumentazione utilizzata, le precisioni indicate nel manuale del costruttore e che utilizzi gli accessori raccomandati. La strumentazione prima di essere utilizzata deve ambientarsi alla temperatura esterna; la normativa raccomanda infatti una attesa di due minuti per ogni grado di differenza tra la temperatura di stoccaggio e quella di rilievo. In caso di forte luce solare è richiesto di ombreggiare la strumentazione (livello, stazione totale e teodoliti) e, per limitare gli errori dovuti alla rifrazione, è consigliato effettuare le misure al mattino presto o

in giornate nuvolose. Infine, nelle misure effettuate con teodoliti e stazioni totali occorre impostare correttamente nello strumento i dati di temperatura e pressione.

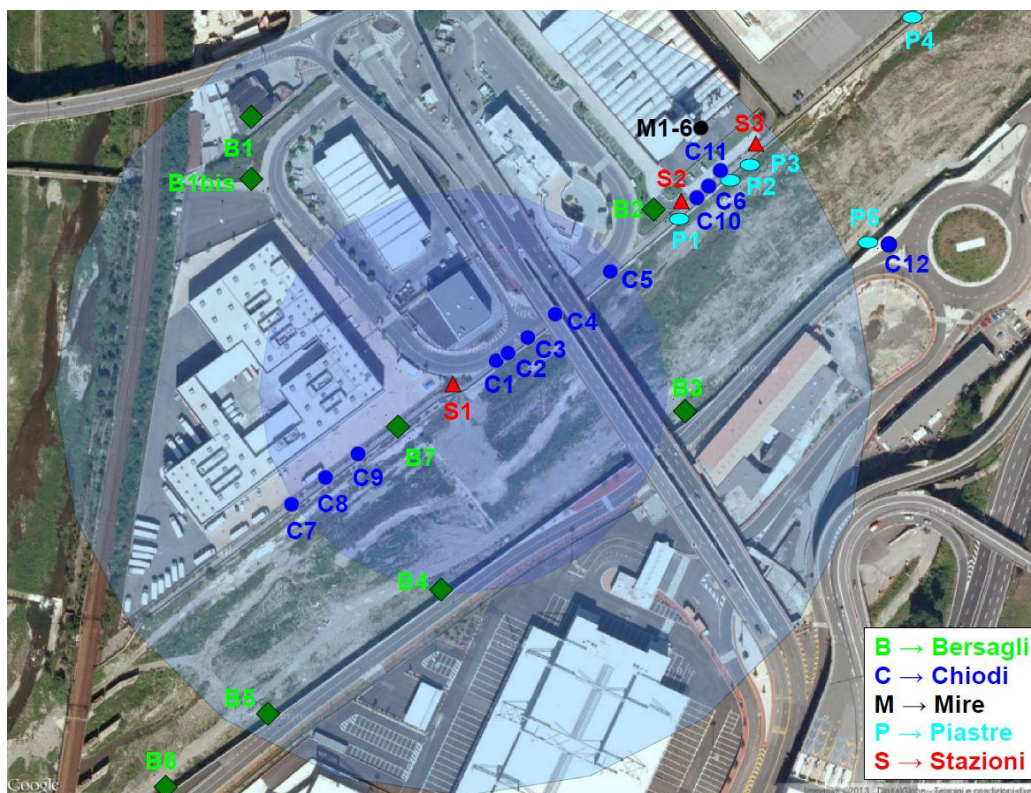


Figura 1 – Configurazione del campo prova topografico a Genova (i due cerchi concentrici intorno alla stazione S1 hanno raggi pari a 100 m e 200 m).



Figura 2. Esempio di pilastrino monumentato e operazione di posizionamento dei target sulla torre di Cellini Caffè.

Alcune prove (EDM e GNSS) prevedono il confronto con misure campione effettuate con strumentazione di precisione superiore rispetto a quelle da verificarsi, per cui, in collaborazione con le ditte che hanno sponsorizzato il campo prova, verrà effettuata a breve una campagna completa di misure di riferimento.

Segue una descrizione sintetica delle diverse prove. Documentazione descrittiva e libretto di campagna delle singole prove verranno a breve resi disponibili sul sito web del progetto (<http://www.dicca.unige.it/geomatica/campoprova/>).

#### Prova di verifica del livello

La procedura semplificata richiede di effettuare 10 misure del dislivello tra le borchie A e B, posizionate alla base dei pilastri S2 e S3 in figura 1, mediante livellazione geometrica dal mezzo e successivamente ulteriori 10 misure con il livello posizionato ad una distanza pari ad 1/6 della distanza dalla borchia A e 5/6 dalla borchia B. Essa permette di evidenziare un'eventuale incertezza eccessiva delle misure, dovuta a errori di lettura, rifrazione o srettifica dello strumento.

La procedura completa prevede la sola livellazione geometrica dal mezzo, eseguendo due serie da 20 misure ciascuna, invertendo la posizione delle stadiette tra le due serie. L'elaborazione della prova completa restituisce la deviazione standard sperimentale chilometrica, da confrontarsi con quella indicata nei manuali forniti dalla casa costruttrice.

Durante entrambe le prove, la norma richiede che dopo ogni misura del dislivello (lettura al punto indietro e al punto in avanti) il livello venga sollevato e/o spostato. Due chiodi sono stati infissi a terra a suggerire la posizione dal mezzo e la posizione a 1/6 della distanza (C10 e C11 in figura 1).

#### Prova di verifica del teodolite per le direzioni azimutali

La prova semplificata consiste nel posizionare il teodolite sul pilastro S1 in figura 1 e collimare 4 bersagli (prismi o target riflettenti B1, B2, B3 e B4 in figura 1), posizionati approssimativamente nello stesso piano orizzontale dello strumento ad una distanza compresa tra i 100 e 250 metri, e a coprire diversi porzioni dell'angolo giro. Occorre effettuare 3 set di misure angolari, dove ogni set è composto dalle 2 letture coniugate verso ognuno dei 4 bersagli.

Dopo ogni set di misurazioni occorre ruotare lo strumento di 133 gon per permettere la lettura in posizioni differenti del cerchio. Questa condizione con i teodoliti elettronici può essere realizzata liberando lo strumento dalla basetta, ruotandolo di un terzo di giro e fissandolo nuovamente. Per alcune tipologie di strumenti questa operazione non è possibile perché la connessione tra basetta e corpo dello strumento è vincolata ad una sola posizione. Per ovviare a questo problema si sono predisposti degli spessori metallici opportuni da inserire sopra la piastra di fissaggio prima di avvitare la basetta, al fine di variare la posizione della basetta lungo la filettatura del vitone e modificare quindi l'orientamento dello strumento.

La procedura completa prevede la collimazione di 5 bersagli (B1, B2, B3, B4 e B5 in figura 1) ripetendo 4 volte i 3 set di misura effettuate con le modalità sopradescritte per la procedura semplificata. Con tale procedura è possibile ricavare la deviazione standard sperimentale della misura degli angoli orizzontali.

#### Prova di verifica del teodolite per gli angoli zenitali

La prova semplificata consiste nel posizionare il teodolite sul pilastro S3 in figura 1 e collimare 4 mire (M1-6 in figura 1), poste lungo lo spigolo verticale della torre più alta dello stabilimento Cellini Caffè, in modo da coprire un intervallo di variazione dell'angolo zenitale di circa 30°. Tale prova prevede 3 set di misure, dove ogni set è composto dalle 2 letture coniugate verso ognuno dei 4 target. La procedura completa prevede la ripetizione della prova semplificata 4 volte, collimando 5 mire invece che 4. In quest'ultimo caso la procedura di calcolo permette di ricavare la deviazione standard sperimentale della misura degli angoli verticali.



#### Prova di verifica dell'elettrodistanziometro (EDM)

La prova semplificata consiste nel posizionare il teodolite sul pilastrino S1 e nel collimare 4 prismi (B4, B5, B6 e B7 in figura 1) fissati in modo permanente lungo gli argini del torrente Secca in modo tale da coprire le distanze che vengono osservate nell'usuale utilizzo di tale strumentazione (20 – 250 m). Ogni distanza deve essere misurata 3 volte.

Poiché l'EDM è influenzato dalle condizioni meteorologiche, la norma richiede di misurare temperatura e pressione dell'aria (e loro variazioni significative durante l'esecuzione della prova); tali dati devono poi essere inseriti correttamente nei settaggi della strumentazione in modo che le misure risultino già corrette da tali effetti. Inoltre, la norma suggerisce di prediligere le prime ore della giornata, la copertura nuvolosa e l'assenza di vento, al fine di ottenere misure migliori. Tuttavia lo spirito della norma ISO è quello di verificare la strumentazione in condizioni che corrispondano il più possibile a quelle previste per la campagna di misura che si intende effettuare.

La verifica della precisione dei distanziometri elettronici nella modalità semplificata prevede il confronto con misure campione realizzate con strumentazioni di precisione maggiore rispetto a quelle da verificarsi. Tali distanze campione verranno definite in una campagna di misure di riferimento che verrà effettuata a breve in collaborazione con le ditte sopra citate.

In caso di verifica negativa della prova semplificata, potrà essere effettuata una verifica della presenza dell'errore sistematico di "zero-point correction". Posizionando tre treppiedi sopra i chiodi C7, C8 e C9 infissi lungo una linea retta di circa 50 metri, la norma richiede di misurare le distanze (C7,C8), (C7,C9) e (C8,C9) utilizzando la tecnica del centramento forzato. L'eventuale errore di "zero-point correction" risulta pari a  $(C7,C9) - (C7,C8) - (C8,C9)$ .

Per la realizzazione della procedura completa sono stati posizionati lungo una retta di 300 metri 6 chiodi (C1-C6 in figura 1) e una piastra (P4 in figura 1) con distanze parziali multiple di  $(C1,P4)/63$ . Le 21 distanze possibili tra i 7 punti devono essere misurate in un'unica giornata posizionando su ogni chiodo un treppiede con basetta per operare in modalità di centramento forzato. Per l'elaborazione delle misure la norma richiede l'applicazione del criterio di stima ai Minimi Quadrati e dei test statistici.

#### Prova di verifica della stazione totale

Questa prova verifica la ripetibilità nella determinazione delle coordinate tridimensionali mediante stazione totale. La precisione nella determinazione delle coordinate è ovviamente influenzata dalla precisione di misura degli stessi angoli azimutali, zenitali e delle distanze mediante EDM.

La prova semplificata richiede di posizionare la stazione totale sui pilastrini S2 e S3, dai quali collimare i prismi che l'operatore deve posizionare sulle piastre P1 e P3, ognuno ripetendo 2 volte le letture coniugate.

La prova completa, invece, richiede di posizionare la stazione totale sui pilastrini S2 e S3 e su un treppiede stazionato sul chiodo C12 (dall'altra sponde del torrente), dai quali collimare i prismi che l'operatore deve posizionare sulle piastre P1, P3 e P5, ripetendo per ognuno 2 volte le letture coniugate.

Le coordinate assegnate alle stazioni ed il loro orientamento sono arbitrarie, ma non devono essere modificata durante la prova.

L'elaborazione della procedure sia semplificata che completa parte dalle misure angolari e di distanze, per ricavare le coordinate dei prismi relative alla stazione di riferimento e da queste calcolare le distanze orizzontali e i dislivelli tra i 3 prismi. Queste vengono poi confrontate con quelle calcolate a partire dalle misure effettuate dalle altre 2 stazioni.

#### Prova di verifica del ricevitore satellitare GNSS

Questa verifica prende in esame sia una coppia di ricevitori che lavorano in modalità RTK sia un singolo ricevitore che lavora in NRTK. I ricevitori che lavorano come rover devono essere

posizionati alternativamente sulle piastre P2 e P3. Nel caso in cui si lavori in RTK, la base può essere posizionata sulla piastra P4. Abbiamo scelto di porre la piastra P4 ad una distanza di circa 160 m dai rover, in modo da renderla visibile dall'operatore che effettua le misure. Ciò nonostante, nulla vieta di posizionare la base altrove anche a maggiore distanza.

L'operatore deve seguire le linee guida contenute nel manuale di riferimento dello strumento per quanto riguarda il numero minimo di satelliti, il PDOP massimo e il valore minimo del tempo di osservazione al fine di effettuare un rilevamento ottimale.

Come noto le misure sono influenzate da diversi fattori, quali la configurazione satellitare visibile nei punti di rilievo, le condizioni ionosferiche e troposferiche, l'eventuale presenza di effetti di multipath nei siti e la qualità del firmware di elaborazione interno alla strumentazione. Nel caso si utilizzi una rete di stazioni permanenti è da tenere presente che la precisione della rete stessa influenzerà l'incertezza del posizionamento.

La prova semplificata prevede che si misuri la posizione delle piastre P2 e P3 per 5 set di misura e che tra ogni set intercorra un tempo di 5 minuti. Tale tempo di attesa è necessario per consentire la variazione della configurazione satellitare. Occorre inoltre interrompere la ricezione satellitare dopo ogni singola misura e spegnere lo strumento tra un set di misure ed il successivo.

La procedura completa prevede la ripetizione per 3 volte della prova semplificata, intervallate di 90 minuti.

I calcoli vengono effettuati confrontando la distanza e il dislivello misurati tra i punti rover con le misure campione ottenute mediante la campagna di misure di riferimento.

### **Elaborazione delle misure**

Per facilitare il professionista nell'esecuzione della procedura di calcolo, è stata creata una pagina web interattiva del progetto (<http://www.dicca.unige.it/geomatica/campoprova/>) che permette di inserire (manualmente o mediante caricamento di file .dat tipo Pregeo) i dati acquisiti nel campo prova ed effettuare in automatico l'elaborazione degli stessi per verificare la qualità della strumentazione utilizzata in modo veloce e produttivo.

### **Conclusioni**

Il presente contributo presenta il campo prove topografico a norma ISO 17123 realizzato in Genova. Esso sarà operativo da novembre del corrente anno 2013 e permetterà ai topografi, genovesi e non, di verificare i propri strumenti topografici, quali livelli, stazioni totali e ricevitori satellitari GNSS, mediante procedure certificate. Inoltre, mediante il sito web interattivo del progetto, il topografo potrà inserire i dati acquisiti al campo prova ed effettuare l'elaborazione degli stessi per verificare la qualità della strumentazione utilizzata in modo veloce e controllato.

Il campo prova offrirà inoltre la possibilità di coinvolgere gli studenti degli istituti tecnici e dell'università nell'effettuare esercitazioni pratiche e approfondimenti sul funzionamento delle strumentazioni topografiche.

L'archiviazione delle misure eseguite messe a disposizione da parte di coloro che lo desiderino, offrirà spunti per la ricerca oltre a permette l'analisi di stabilità delle monumentazioni eseguite.

### **Ringraziamenti**

Gli autori desiderano ringraziare le ditte GeoMax, Geotop, Leica Geosystems e Trimble che hanno fornito l'attrezzatura per la monumentazione del campo prove, l'Associazione Geometri di Genova che ha supportato l'iniziativa, la ditta Cellini Caffè per la disponibilità a posizionare target sulla loro struttura industriale, l'Agenzia del Demanio e il Municipio Valpolcevera, Cassa Italiana Previdenza e Assistenza Geometri, oltre agli studenti Daniele La Iacona e Roberto Bo che hanno collaborato al progetto con il loro lavoro di tesi di laurea.

## **Bibliografia**

Bertacchini E., Boni E., Capitani A., Capra A., Castagnetti C., Corsini A., Dubbini M., Parmeggiani E. (2009), Stazione totale per il monitoraggio Leica TM30: test di verifica secondo norme DIN-18723 e test di funzionamento per il monitoraggio frane. Atti della 13a Conferenza Nazionale ASITA, Bari, pp. 1-2.

De Fazio P., Abate G. (2007), Il campo prova del Centro Ricerche Trisaia dell'Enea per la certificazione di strumentazione topografica. Atti dell'11a Conferenza Nazionale ASITA, Torino, pp. 1-6.

Leone L., Carlino S., Laudani Fichera D. (2002), Progetto di campi di controllo permanenti per strumentazioni topografiche nell'area portuale di Catania. Atti della 6a Conferenza Nazionale ASITA, Perugia, pp. 1-6.

Leone L., Laudani Fichera D. (2005), I test di verifica previsti dalle norme ISO 17123 per le strumentazioni elettroniche di rilievo topografico. Atti del Convegno Nazionale SIFET, Palermo, pp. 1-10.

Leone L., Laudani Fichera D. (2007), Analisi e valutazione delle "Field Procedures" per il controllo dei GNSS systems in RTK nell'ambito delle nuove norme ISO 17123-8. Atti dell'11a Conferenza Nazionale ASITA, Torino, pp. 1-6.

Leone L., Laudani Fichera D., Leone M., Pulvirenti G. (2008), Il controllo dei GNSS Systems in Real Time Kinematic con le nuove norme ISO 17123-8:2007. Atti della 12a Conferenza Nazionale ASITA, L'Aquila, pp. 1323-1329.

ISO 17123-1:2010 Optics and optical instruments -- Field procedures for testing geodetic and surveying instruments -- Part 1: Theory

ISO 17123-2:2001 Optics and optical instruments -- Field procedures for testing geodetic and surveying instruments -- Part 2: Levels

ISO 17123-3:2001 Optics and optical instruments -- Field procedures for testing geodetic and surveying instruments -- Part 3: Theodolites

ISO 17123-4:2012 Optics and optical instruments -- Field procedures for testing geodetic and surveying instruments -- Part 4: Electro-optical distance meters (EDM measurements to reflectors)

ISO 17123-5:2012 Optics and optical instruments -- Field procedures for testing geodetic and surveying instruments -- Part 5: Total stations

ISO 17123-8:2007 Optics and optical instruments -- Field procedures for testing geodetic and surveying instruments -- Part 8: GNSS field measurement systems in real-time kinematic (RTK)