

**E 78 GROSSETO - FANO
TRATTO SELCI - LAMA (E 45) - S.STEFANO DI GAIFA
Adeguamento a 2 corsie del tratto Mercatello sul Metauro Ovest -
Mercatello sul Metauro Est (Lotto 4°)**

PROGETTO DEFINITIVO

AN 245

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

<p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorile</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111 Settore a-b-c</p> <p><i>Ing. Moreno Panfilii</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657</p> <p><i>Ing. David Crenca</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Frosinone n. A1762</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria)</p> <p>GPI INGEGNERIA GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</p> <p>coopprogetti</p> <p>engeko Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p> <p>AIM Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p> <p>IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p>
<p>IL GEOLOGO</p> <p><i>Dott. Geol. Salvatore Marino</i></p> <p>Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1069</p>		
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Ing. Vincenzo Catone</i></p>		
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</p> <p><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>		

**INQUADRAMENTO DELL'OPERA
ELABORATI GENERALI**

Relazione sui rilievi planoaltimetrici e schede monografiche dei punti a terra

CODICE PROGETTO			NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV.PROG	ANNO	T00EG00GENRE03A.			
D	D	22	CODICE ELAB. T00EG00GENRE03		A	-
D						
C						
B						
A	Emissione		Ottobre '22	Gentile	Signorelli	Guiducci
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



Sistemi Cartografici S.a.s.

MERCATELLO SUL METAURO

Rilievi Celerimetrici 1:500, opere e sezioni idrauliche

RELAZIONE TECNICA

1	ATTIVITA' TOPOGRAFICHE	2
2	VERTICI GNSS	3
2.1	LISTATO DEI VERTICI GNSS	9
3	SCHEDE TECNICHE STRUMENTI TOPOGRAFICI	10
4	RILIEVI CELERIMETRICI 1:500, RILIEVO OPERE E SEZIONI IDRAULICHE	12
5	CREAZIONE DEL SISTEMA RETTILINEO.....	13

■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma
Tel e Fax: 06.44242888
P.I. 02014001008
CF 08295410586
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
Mobile: 339.7645591
dati@sistemicartografici.it
sistemi.cartografici@legalmail.it
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per
la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015
www.isecert.it



Sistemi Cartografici S.a.s.

1 ATTIVITA' TOPOGRAFICHE

Le attività topografiche concentrate nell'area di Mercatello sul Metauro sono state finalizzate alla realizzazione di un rilievo celerimetrico 1:500 di 13 siti per una grandezza complessiva di 12 Ha, il rilievo di 4 opere d'arte e di n. 59 sezioni idrauliche. Le attività hanno avuto inizio nel mese di giugno 2022, si sono protrate nel mese di luglio. Le attività sul campo sono state suddivise in 6 distinte fasi:

- Materializzazione e acquisizione di n. 4 vertici GNSS per l'inquadramento dei rilievi topografici.
- Rilievo celerimetrico a scala 1:500 delle 13 aree oggetto dell'incarico.
- Rilievo delle n. 4 opere idrauliche.
- Rilievo delle n. 59 sezioni idrauliche.
- Creazione del sistema rettilineo e ortorettifica dei rilievi topografici.
- Elaborazione dati e creazione degli elaborati di consegna.



Sistemi Cartografici S.a.s.

2 VERTICI GNSS

Sono stati materializzati n. 4 vertici GNSS per l'inquadramento dei rilievi topografici da realizzare. I vertici sono costituiti da centrini metallici a testa sferica punzonate con il numero del caposaldo e distribuite in modo uniforme su tutta l'area interessata dai rilievi. La distanza fra i vertici materializzati sul campo è compresa entro circa 2 km uno dall'altro.

Per la materializzazione dei vertici sono stati utilizzati dei centrini metallici a testa sferica con gambo alla base che ne ha permesso il fissaggio su manufatti attraverso cemento bicomponente. I siti scelti per l'installazione dei centrini sono stati selezionati secondo criteri precisi:

- Ricerca di copertura omogenea a distanze regolari.
- Presenza di manufatti su cui fissare il centrino in modo stabile e duraturo nel tempo.
- Assenza di ostacoli ed impedimenti per un'adeguata copertura satellitare.

Dopo aver individuato i siti e forato i manufatti, i centrini sono stati fissati attraverso l'utilizzo di cemento bicomponente a presa rapida; sono stati punzonati e resi visibili attraverso l'utilizzo di vernice spray rossa.

Centrino metallico



Foratura del manufatto



Manufatto forato



Cemento bicomponente a presa rapida



Centrino cementato su manufatto



Punzonatura del centrino



■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma
Tel e Fax: 06.44242888
P.I. 02014001008
CF 08295410586
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
Mobile: 339.7645591
dati@sistemicartografici.it
sistemi.cartografici@legalmail.it
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per
la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015
www.ise-cert.it



Sistemi Cartografici S.a.s.

Evidenziazione con vernice spray



Successivamente alla materializzazione dei vertici della rete si è proceduto alla loro determinazione planoaltimetrica mediante strumentazione satellitare GNSS. E' stato utilizzato un ricevitore GNSS Leica modello GS18 con controller CS20 che rispetta le tolleranze previste dal capitolato ovvero in modalità statica 3 mm + 0.5 ppm (orizzontale), 5 mm + 0.5 ppm (verticale); in modalità RTK 8 mm + 1.0 ppm (orizzontale) e 15 mm + 1.0 ppm (verticale).

Le misure sono state effettuate in modalità REAL TIME RTK UTM, in collegamento con la rete nazionale permanente SmartNet di Hexagon, che ha permesso l'acquisizione dei caposaldi con scarti inferiori ai 3 cm in planimetria e in quota.

La rete SmartNet di Hexagon è attualmente costituita da 195 siti composti da ricevitori GNSS di ultima generazione che vengono costantemente monitorati e verificati poiché sempre in funzione e costantemente in modalità di acquisizione dati. Le epoche GNSS registrate vengono caricate in tempo reale sul portale della Hexagon e messe a disposizione dell'utenza che effettua un abbonamento. I ricevitori GNSS acquisiscono le epoche di tutte le costellazioni ad oggi esistenti ovvero: GPS, GLONASS, GALILEO e BEIDOU. La loro diffusione è regolare e ricopre completamente il territorio nazionale come si può evincere dal grafico riportato.

■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma
Tel e Fax: 06.44242888
P.I. 02014001008
CF 08295410586
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
Mobile: 339.7645591
dati@sistemicartografici.it
sistemi.cartografici@legalmail.it
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per
la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015
www.isecert.it



Sistemi Cartografici S.a.s.



■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma
Tel e Fax: 06.44242888
P.I. 02014001008
CF 08295410586
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
Mobile: 339.7645591
dati@sistemicartografici.it
sistemi.cartografici@legalmail.it
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per
la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015
www.ise-cert.it



Sistemi Cartografici S.a.s.

Altre caratteristiche di fondamentale importanza della rete SmartNet di Exagon sono riportate nel seguente documento:

HxGN SmartNet

Introduzione alle Reti GNSS RTK
Leica Geosystems – Part of Hexagon

Introduzione alle reti GNSS RTK

Introduzione

Quindici anni fa, per un rilievo RTK occorrevo generalmente 2 ricevitori (un *master* ed un *rover*), molte batterie e cavi, due radio, un treppiedi, una palina ed un contenitore da portarsi dietro.

Oggi è possibile scegliere tra un ricevitore GNSS e una radio o un telefono cellulare. Occorrono poche batterie, nessun cavo, e può essere tutto montato sulla palina. Ed ora, con la diffusione delle reti RTK è possibile lavorare senza la propria master.

Una rete RTK è una rete di stazioni GNSS permanenti i cui dati sono utilizzati per generare delle correzioni per un *rover*. Oggi, le reti RTK operano praticamente ovunque.

Le reti possono avere estensioni diverse, da piccole reti locali a reti che coprono l'intero globo come **Hexagon SmartNet** (<https://hxgnsmartnet.com/it-it/>) (figura 1).



Figura 1 – Hexagon SmartNet

L'utente che si iscrive al servizio riceve correzioni NRTK che possono essere generate con diversi metodi:

- *Master-Auxiliary corrections* (MAX); ottimamente anche a distanze fino a 50 km dalla stazione di riferimento.
- *Individualized MAX* (i-MAX);
- *Virtual Reference Station* (VRS);
- *Flächen-Korrektur-Parameter* (FKP).

Il modo più semplice per spiegare cosa sia una rete RTK è farne un confronto con l'RTK con singola stazione di riferimento.

RTK con singola stazione di riferimento

I *rover* RTK generalmente ricevono dati da una singola stazione di riferimento che può essere di tipo permanente oppure installata temporaneamente in campo. In ambo i casi, il principio di funzionamento è lo stesso.

Il principio di funzionamento

Il principio di funzionamento dell'RTK da singola stazione di riferimento si basa su due punti fondamentali:

- la stazione di riferimento è installata in un punto di coordinate note;
- le correzioni sono inviate al *rover* attraverso un mezzo di comunicazione (tipicamente un radio-modem o una connessione GSM o Internet) (figura 2).

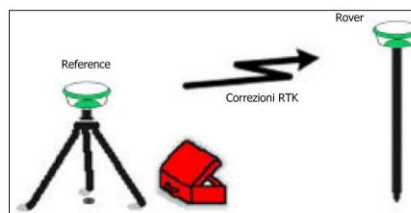


Figura 2 – Principio di funzionamento dell'RTK da singola stazione di riferimento

Ci sono tre punti importanti da sottolineare riguardanti il collegamento tra la stazione di riferimento e il rover:

- entrambi osservano lo stesso set di satelliti;
- la *reference* invia tutte le sue posizioni e le osservazioni dei satelliti al *rover*;



Leica Geosystems SPA Via Codognino 10
26854 Cornegliano Laudense (LO)
PI 12090330155 Tel 03711856070

■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma
Tel e Fax: 06.44242888
P.I. 02014001008
CF 08295410586
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
Mobile: 339.7645591
dati@sistemicartografici.it
sistemi.cartografici@legalmail.it
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015
www.ise-cert.it



Sistemi Cartografici S.a.s.

HxGN SmartNet

Introduzione alle Reti GNSS RTK
Leica Geosystems – Part of Hexagon

3. il *rover* combina le osservazioni della *reference* con le proprie per calcolare una posizione RTK.

Vantaggi

I vantaggi di questa modalità operativa sono:

- un principio di funzionamento relativamente semplice e generalmente ben compreso;
- la possibilità di mantenere la tracciabilità attraverso la *reference*, installata su un punto di coordinate note, e il *rover*, gestendo tutti calcoli di posizione

Svantaggi

Gli svantaggi sono:

- il costo per l'acquisto della strumentazione;
- il tempo impiegato per installare la stazione di riferimento;
- all'aumentare della distanza tra *reference* e *rover*, decresce l'accuratezza della posizione calcolata.

La diminuzione dell'accuratezza è legata agli errori dipendenti dalla distanza (principalmente errori atmosferici). In generale, quanto maggiore è la distanza tra *reference* e *rover*, tanto più diverse sono le condizioni atmosferiche, rendendo più difficile per il *rover* la risoluzione delle ambiguità.

RTK di Rete

L'RTK di rete richiede un minimo di 5 stazioni di riferimento (non c'è limite massimo) ed una inter-distanza relativa tra le stazioni fino a 70 km. Le stazioni di riferimento sono generalmente installazioni permanenti e formano la rete RTK, che è alla base del principio di funzionamento dell'RTK di rete.

Il principio di funzionamento

Il principio di funzionamento dell'RTK di rete si basa sulla trasmissione delle osservazioni satellitari dalle varie stazioni di riferimento al server centrale (*network server*), in cui è in funzione un software per reti RTK, come **Leica GNSS Spider**.

L'obiettivo delle reti RTK è di minimizzare, entro i confini della rete, l'influenza degli errori dipendenti dalla distanza sul calcolo della posizione del *rover*. Il software installato sul server centrale esegue questo processo:

- fissa le ambiguità dei satelliti (osservati dalle stazioni di riferimento) all'interno della rete;
- usa i dati provenienti da tutte le stazioni di riferimento (o un sottoinsieme di esse) per generare le correzioni da inviare poi al *rover* (figura 3).
- La posizione è calcolata utilizzando algoritmi RTK,

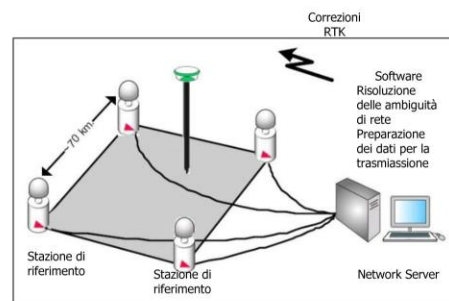


Figura 3 – Principio di funzionamento dell'RTK di rete

Il *rover* si connette al server RTK con una periferica di connessione unidirezionale o bidirezionale (per esempio un radio modem, GSM o internet) e, appena ricevuti i dati RTK, calcola la propria posizione utilizzando l'algoritmo appropriato. La scelta dell'algoritmo e il modo in cui gli errori dipendenti dalla distanza sono minimizzati, dipendono dalla modalità utilizzata dalla rete RTK. I metodi attualmente disponibili sul mercato (precedentemente menzionati), minimizzano (o modellano) gli errori in maniera differente e, in funzione del metodo, la modellazione è fatta dal *network server* o a bordo del ricevitore. Per tali motivi, la relazione tra rete RTK e *rover* è diversa per ogni metodo (che può portare a differenze significative in prestazioni, accuratezza, affidabilità e tracciabilità per il *rover*).



Leica Geosystems SPA Via Codognino 10
26854 Cornegliano Laudense (LO)
PI 12090330155 Tel 03711856070

■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma
Tel e Fax: 06.44242888
P.I. 02014001008
CF 08295410586
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
Mobile: 339.7645591
dati@sistemicartografici.it
sistemi.cartografici@legalmail.it
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015
www.ise-cert.it



Sistemi Cartografici S.a.s.

HxGN SmartNet

Introduzione alle Reti GNSS RTK
Leica Geosystems – Part of Hexagon

Reti RTK: sono convenienti?

Il costo per l'iscrizione per un anno al servizio di correzioni differenziali di **Hexagon SmartNet** è sicuramente conveniente in quanto permette di evitare gli svantaggi tipici dell'RTK da singola stazione sicuramente più onerosi:

- acquisto di una stazione *master* e dei relativi accessori (radio, batterie, treppiedi, ecc.);
- perdita di tempo per:
 - ✓ cercare un punto di coordinate note per installare la *reference*;
 - ✓ sistemare un supporto elettrico (per esempio, le batterie) per la *reference*;
 - ✓ raggiungere il punto in cui sistemare la *reference* (che può non essere vicino alla zona in cui sarà eseguito il lavoro);
 - ✓ installare la *reference* e misurarne l'altezza;
 - ✓ mettere in sicurezza la *reference* (assicurarsi che non sia rubata o spostata);
 - ✓ tornare a prendere la *reference* dopo aver terminato il lavoro.
- costi di manutenzione per la *reference*;
- possibili fonti di errore (stazione non perfettamente verticale, misura dell'altezza sbagliata);
- maggiore equipaggiamento da muovere/trasportare.

Vantaggi

I vantaggi di questa modalità sono:

- non occorre installare la stazione di riferimento;
- le accuratezze nel calcolo delle posizioni del *rover* sono più omogenee;
- l'accuratezza può essere mantenuta a distanze più elevate rispetto all'RTK da singola stazione;
- la stessa area può essere coperta con meno stazioni di riferimento (rispetto al numero di stazioni di riferimento occorrenti nell'RTK da singola stazione);
- una maggiore affidabilità e disponibilità delle correzioni RTK (se una stazione smette di funzionare, può essere sostituita da un'altra stazione).

- La rete è controllata e monitorata per un costante e affidabile livello di servizio h24 7 su 7 365 giorni l'anno.

Svantaggi

L'unico svantaggio consiste nel costo per l'iscrizione al servizio di ricezione delle correzioni RTK.



Leica Geosystems SPA Via Codognino 10
28854 Cornegliano Laudense (LO)
PI 12090330155 Tel 03711856070

■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma
Tel e Fax: 06.44242888
P.I. 02014001008
CF 08295410586
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
Mobile: 339.7645591
dati@sistemicartografici.it
sistemi.cartografici@legalmail.it
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per
la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015
www.ise-cert.it



Sistemi Cartografici S.a.s.

Le stazioni permanenti utilizzate durante tutte le fasi della campagna topografica che contemplava l'utilizzo della strumentazione GNSS sono state:

- RTCM – Ref 0207 di Pennabilli.
- RTCM – Ref 0182 di Città di Castello.

Le conversioni per la trasformazione delle quote da ellissoidiche a ortometriche sono state effettuate utilizzando il software Verto 2K dell' I.G.M. mediante l'utilizzo dei grigliati 115709 GK2. Non è stato infatti possibile eseguire la livellazione di precisione a causa delle condizioni della sede stradale che presentava diverse curve pericolose. Inoltre la mancanza della corsia di emergenza non permetteva di rispettare le condizioni minime di sicurezza necessarie agli operatori di effettuare le operazioni di livellazione.

I dati acquisiti sono stati elaborati attraverso l'utilizzo del software specifico LGO 8.4 di Leica. Per ogni vertice di rete sono state acquisite misurazioni multiple che il software ha mediato ottenendo le coordinate finali.

2.1 LISTATO DEI VERTICI GNSS

MERCATELLO SU METAURO - LISTATO DEI VERTICI G.N.S.S.

ETRF2000	NORD		EST		QUOTA ELL.
V01	43° 38'	07.95421" N	12° 19'	05.78958" E	507.1749
V02	43° 38'	36.19635" N	12° 19'	50.92994" E	482.9099
V03	43° 38'	31.39683" N	12° 20'	21.90818" E	505.6457
V04	43° 38'	51.32332" N	12° 21'	14.02607" E	448.2519

RETTILINEE	EST	NORD	QUOTA ORT.
V01	197910.4798	599258.1512	463.061
V02	198922.5422	600129.6071	438.916
V03	199616.8901	599981.3942	461.675
V04	200785.0310	600596.4618	404.386

GAUSS-BOAGA	NORD	EST	QUOTA ORT.
V01	4834904.571	2303684.583	463.061
V02	4835743.309	2304724.125	438.916
V03	4835572.933	2305413.453	461.675
V04	4836150.374	2306600.798	404.386

UTM33	EST	NORD	QUOTA ORT.
V01	283679.452	4834889.424	463.061
V02	284718.975	4835728.129	438.916
V03	285408.285	4835557.759	461.675
V04	286595.607	4836135.181	404.386

■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma
 Tel e Fax: 06.44242888
 P.I. 02014001008
 CF 08295410586
 C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
 Mobile: 339.7645591
 dati@sistemicartografici.it
 sistemi.cartografici@legalmail.it
 roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per
 la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015
 www.isecert.it



Sistemi Cartografici S.a.s.

3 SCHEDE TECNICHE STRUMENTI TOPOGRAFICI

Leica GNSS GS18 T + Controller CS20

Leica GS18 T Data sheet



Engaging software

The Leica GS18 T is accompanied with the revolutionary Captivate software, turning complex data into the most realistic and workable 3D models. With easy-to-use apps and familiar touch technology, all forms of measured and design data can be viewed in all dimensions. Leica Captivate spans industries and applications with little more than a simple swipe, regardless of whether you work with GNSS, total stations or both.



Seamlessly share data among all your instruments

Leica Infinity imports and combines data from your GNSS RTK rover, total station and level instruments for one final and accurate result. Processing has never been made easier when all your instruments work in tandem to produce precise and actionable information.

ACC»

Customer care only a click away

Through Active Customer Care (ACC), a global network of experienced professionals is only a click away to expertly guide you through any challenge. Eliminate delays with superior technical service, finish jobs faster and avoid costly site revisits with excellent consultancy support. Control your costs with a tailored Customer Care Package (CCP), giving you peace of mind you are covered anywhere, anytime.



leica-geosystems.com



- when it has to be **right**

Leica
Geosystems

■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma
Tel e Fax: 06.44242888
P.I. 02014001008
CF 08295410586
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
Mobile: 339.7645591
dati@sistemicartografici.it
sistemi.cartografici@legalmail.it
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015
www.ise-cert.it



Sistemi Cartografici S.a.s.

Leica GS18 T

GNSS TECHNOLOGY

Self-learning GNSS	Leica RTKplus SmartLink (worldwide correction service)	Adaptive on-the-fly satellite selection Remote precise point positioning (3 cm 2D) ¹ Initial convergence to full accuracy 20 - 40 min, Re-convergence < 1 min Bridging of RTK outages up to 10 min (3 cm 2D) ¹
Leica SmartCheck	SmartLink fill (worldwide correction service)	Reliability 99.99%
Signal tracking	Continuous check of RTK solution	GPS (L1, L2, L2C, L5), Glonass (L1, L2, L3 ²), BeiDou (B1, B2, B3 ²), Galileo (E1, E5a, E5b, Alt-BOC, E6 ³), QZSS (L1, L2, L5), NavIC L5 ³ , SBAS (WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN), L-band
Number of channels		555 (more signals, fast acquisition, high sensitivity)
Tilt compensation	Increased measurement productivity and traceability	Calibration-free Immune to magnetic disturbances
MEASUREMENT PERFORMANCE & ACCURACY		
Time for initialisation		Typically 4 s
Real-time kinematic (Compliant to ISO17123-8 standard)	Single baseline Network RTK	Hz 8 mm + 1 ppm / V 15 mm + 1 ppm Hz 8 mm + 0.5 ppm / V 15 mm + 0.5 ppm
Real-time kinematic tilt compensated	Topographic points (not for static control points)	Additional Hz pole tip uncertainty typically less than 10 mm + 0.7 mm ⁰ tilt
Post processing	Static (phase) with long observations Static and rapid static (phase)	Hz 3 mm + 0.1 ppm / V 3.5 mm + 0.4 ppm Hz 3 mm + 0.5 ppm / V 5 mm + 0.5 ppm
Code differential	DGPS / RTCM	Typically 25 cm
COMMUNICATIONS		
Communication ports	Lemo Bluetooth®	USB and RS232 serial Bluetooth® v2.1 + EDR, class 1.5
Communication protocols	RTK data protocols NMEA output Network RTK	Leica, Leica 4G, CMR, CMR+, RTCM 2.2, 2.3, 3.0, 3.1, 3.2 MSM NMEA 0183 v4.00 and Leica proprietary VRS, FKP, iMAX, MAC (RTCM SC 104)
Built-in data links	GSM / UMTS / LTE phone modem Radio modem	Fully integrated, external antenna Fully integrated, receive and transmit, external antenna 403 - 470 MHz, 1 W output power, up to 28800 bps over air
External data links		GSM / GPRS / UMTS / LTE / CDMA and UHF / VHF modem

GENERAL

Field controller and software	Leica Captivate software	Leica CS20 field controller, Leica CS35 tablet
User interface	Buttons and LEDs Web server	On / Off and Function button, 8 status LEDs Full status information and configuration options
Data recording	Storage Data type and recording rate	Removable SD card, 8 GB Leica GNSS raw data and RINEX data at up to 20 Hz
Power management	Internal power supply External power supply Operation time ⁴	Exchangeable Li-Ion battery (2.8 Ah / 11.1 V) Nominal 12 V DC, range 10.5 - 28 V DC 7h receiving (Rx) data with internal radio, 5 h transmitting (Tx) data with internal radio, 6 h Rx/Tx data with internal phone modem
Weight and dimensions	Weight Dimensions	1.20 kg / 3.50 kg standard RTK rover setup on pole 173 mm x 173 mm x 108 mm
Environmental	Temperature Drop Proof against water, sand and dust	-40 to 65°C operating, -40 to 85°C storage Withstands topple over from a 2 m survey pole onto hard surfaces IP66 / IP68 (IEC60529 / MIL STD 810G CHG-1 510.6 I / MIL STD 810G CHG-1 506.6 II / MIL STD 810G CHG-1 512.6 I)
	Vibration Humidity Functional shock	Withstands strong vibration (ISO9022-36-08 / MIL STD 810G 514.6 Cat.24) 95% (ISO9022-13-06 / ISO9022-12-04 / MIL STD 810G CHG-1 507.6 II) 40 g / 15 to 23 msec (MIL STD 810G 516.6 I)

LEICA GS18 T GNSS RTK ROVER	BASIC	PERFORMANCE	UNLIMITED
SUPPORTED GNSS SYSTEMS			
Multi-frequency	•	✓	✓
GPS / GLONASS / Galileo / BeiDou / QZSS	✓ / • / • / • / •	✓ / • / • / • / •	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
SUPPORTED GNSS SYSTEMS			
DGPS/RTCM, RTK Unlimited, Network RTK	•	✓	✓
SmartLink fill / SmartLink	• / •	• / •	✓ / •
POSITION UPDATE & DATA RECORDING			
5 Hz / 20 Hz positioning	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Raw data / RINEX data logging / NMEA out	✓ / • / •	✓ / • / •	✓ / ✓ / ✓
ADDITIONAL FEATURES			
Tilt compensation	✓	✓	✓
RTK reference station functionality	•	✓	✓
LTE Phone / UHF Radio (receive & transmit) modem	✓ / •	✓ / •	✓ / •
			✓ Standard • Optional

¹ Measurement precision, accuracy, reliability and time for initialisation are dependent upon various factors including number of satellites, observation time, atmospheric conditions, multipath etc. Figures quoted assume normal to favourable conditions. A full BeiDou and Galileo constellation will further increase measurement performance and accuracy.

² Believe to comply, but subject to availability of BeiDou ICD and Galileo commercial service definition. Glonass L3, BeiDou B3 and Galileo E6 will be provided through future firmware upgrade.

³ Support of NavIC L5 is incorporated and will be provided through future firmware upgrade.

⁴ Might vary with temperature, age of battery, transmit power of data link device.

Copyright Leica Geosystems AG, 9435 Heerbrugg, Switzerland. All rights reserved. Printed in Switzerland - 2017.
Leica Geosystems AG is part of Hexagon AB. 866429en - 08.17

Leica Geosystems AG
Heinrich-Wild-Strasse
9435 Heerbrugg, Switzerland
+41 71 727 31 31

- when it has to be **right**



■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma
Tel e Fax: 06.44242888
P.I. 02014001008
CF 08295410586
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
Mobile: 339.7645591
dati@systemcartografici.it
sistemi.cartografici@legalmail.it
roberto.binci@systemcartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015
www.isecert.it



Sistemi Cartografici S.a.s.

4 RILIEVI CELERIMETRICI 1:500, RILIEVO OPERE E SEZIONI IDRAULICHE

I rilievi celerimetrici sono stati eseguiti mediante l'utilizzo di squadre di topografi composti da due operatori ciascuno. A ciascuna squadra è stata assegnata una porzione di area equamente suddivisa in base all'estensione, alla morfologia del terreno e alla presenza di manufatti, opere e aree abitate. Ogni squadra è stata munita di due ricevitori GNSS in assetto RTK UTMS in collegamento con la rete permanente GNSS di Hexagon così da permettere ad entrambi gli operatori di lavorare contemporaneamente e in modo indipendente su tutto il perimetro assegnato. Inoltre ogni squadra è stata munita di total station con prisma e raggio laser per permettere agli operatori lavorando insieme, uno allo strumento ottico e l'altro alla palina con prisma come canneggiatore, di completare i rilievi delle aree non rilevabili attraverso la metodologia GNSS a causa della poca presenza di segnale telefonico o di copertura satellitare a causa della presenza di ostacoli quali opere d'arte, manufatti o vegetazione che ostruivano l'orizzonte satellitare.

I topografi hanno eseguito i rilievi acquisendo con particolare attenzione tutti gli elementi presenti sui siti quali limite delle strade asfaltate e sterrate, guard rail, manufatti, tombini idraulici, pozzetti, muri di sostegno e perimetrali, recinzioni, scarpate naturali e artificiali, scoline, edificati ecc.. acquisendoli sia a livello terreno che in testa soprattutto per quello che riguardava gli elementi con un'altezza più rilevante come per muri e manufatti. Inoltre è stato eseguito un fitto piano quotato composto da punti per la generazione delle curve di livello.

I punti sono stati acquisiti in campagna secondo una codifica interna e successivamente trasformati secondo le specifiche del capitolato consegnato dal committente e sono stati acquisiti in coordinate ETRF2000 per i dati dei ricevitori GNSS e in coordinate piane fittizie per i dati acquisiti tramite total station.

I dati acquisiti sono stati elaborati tramite il software di Leica LGO 8.4 attraverso il quale è stato possibile unire i dati rilevati attraverso le due metodologie di rilevamento assegnando a ciascun punto il medesimo sistema di coordinate. La fase di montaggio e di editing dei punti è stata eseguita tramite l'utilizzo del software Autocad Map 2016.

Per realizzare i rilievi per l'acquisizione delle quattro opere e le 59 sezioni idrauliche sono state applicate le stesse metodologie utilizzate per i rilievi celerimetrici 1:500.

■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma
Tel e Fax: 06.44242888
P.I. 02014001008
CF 08295410586
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
Mobile: 339.7645591
dati@sistemicartografici.it
sistemi.cartografici@legalmail.it
roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per
la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015
www.ise-cert.it



Sistemi Cartografici S.a.s.

5 CREAZIONE DEL SISTEMA RETTILINEO

Per la creazione del sistema rettilineo locale si è adottato un sistema basato sulla rappresentazione trasversale di Mercatore.

Si è considerato un cilindro verticale portato ad essere tangente nel punto baricentrico dell'intera opera:

$$\lambda = 43^{\circ} 38' 32.00000'' \text{ N}, \quad \varphi = 12^{\circ} 20' 39.00000'' \text{ E}$$

Il modulo di deformazione lineare risulta pari a:

$$m = \frac{\sqrt{1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi_{rid}}}{\operatorname{COS} \varphi_{rid}}$$

che, valutato con il massimo valore di $\varphi_{rid} = 0^{\circ} 06'.3500''$, porta ad un coefficiente di deformazione lineare pari a 1.000080915, circa 0,08 cm/km, valore che si ritiene accettabile.

Le quote del terreno sono comprese fra i 400 e i 600 metri con quota media pari a 516.00 metri.

Il raggio della sfera locale, misurato attraverso la seguente formula

$$R = \sqrt{\rho N}$$

risulta pari a 6377086,343 m.

Per cui è risultato che il fattore di scala, anche se molto prossimo all'unità, può essere valutato come:

$$s = 1 + \frac{Q_m}{R}$$

ed essere assunto pari a $s=1.000039482$.



Sistemi Cartografici S.a.s.

Per le false origini sono assunti i seguenti valori, in modo da essere sempre positivi e numericamente molto differenti dalle corrispondenti cartografiche sia UTM/WGS84 sia Gauss-Boaga:

Falsa Est = 200.000

Falsa Nord = 600.000

Tabella riassuntiva dei valori calcolati:

a (wgs84)	e ² (wgs84)	Longitudine			λ deg = 12,3441666667	W= 0,998404423056
		12	20	39,00000	λ rad = 0,21544635175	ρ= 6365862,403090
6378137,00	0,006694379990	Latitudine			φ deg = 43,6422222222	N= 6388330,072172
		43	38	32,00000	φ rad = 0,76170047066	f= 0,003352810665
Raggio Sfera Locale	6377086,343					
Modulo di Deformazione Lineare	1,00000759					
+dilatazione/-contrazione al km (cm)	0,08	Ampiezza fuso ω			ω deg = 0,07083333333	Q. media (elliss.)
		0	4	15,00000	ω rad = 0,00123627489	516,00
Fattore di scala	1,000080915					

Input dei valori nel software LGO 8.4



Sistemi Cartografici S.a.s.

Una volta costituito il sistema locale abbiamo realizzato una griglia di punti con distanze omogenee su tutta l'area oggetto del rilievo per permetterci di realizzare le ortotraslazioni da vari sistemi di coordinate. Per realizzare ciò abbiamo utilizzato il software GCARTO che possiede una funzionalità che permette di convertire i rilievi in coordinate diverse ortorettificandoli nel sistema rettilineo creato. Questo processo effettua una trasformazione affine a 6 parametri da cui si ottiene il seguente protocollo di calibrazione che ne certifica l'attendibilità dei risultati ottenuti.

 GEOSOFT GCARTO Protocollo di calibrazione

LAVORO : Mercatello
 OPERATORE : Finocchiaro
 DATA : 04/07/2022

TIPO DI CALIBRAZIONE : Trasformazione affine a 6 parametri

PUNTI DI CONTROLLO :

Nome	Xrast	Yrast	Xter (des)	Yter (des)	DXter	DYter
1	2308800.0000	4837600.0000	202936.5127	602115.5684	0.0040	0.0340
2	2306800.0000	4837600.0000	200937.7343	602051.5590	-0.0140	0.0100
3	2304800.0000	4837600.0000	198938.9740	601987.5476	-0.0140	-0.0160
4	2302800.0000	4837600.0000	196940.2379	601923.5496	0.0100	-0.0290
5	2302800.0000	4835600.0000	197004.2161	599924.8405	0.0180	0.0040
6	2304800.0000	4835600.0000	199002.9541	599988.8177	-0.0040	-0.0040
7	2306800.0000	4835600.0000	201001.7143	600052.8048	-0.0040	-0.0020
8	2308800.0000	4835600.0000	203000.4970	600116.7956	0.0180	0.0030
9	2308800.0000	4833600.0000	203064.4603	598118.0205	0.0110	-0.0300
10	2306800.0000	4833600.0000	201065.6760	598054.0544	-0.0130	-0.0110
11	2304800.0000	4833600.0000	199066.9122	597990.0855	-0.0160	0.0060
12	2302800.0000	4833600.0000	197068.1727	597926.1292	0.0050	0.0350
				Medie :	0.0121	0.0197

 PARAMETRI DELLA CALIBRAZIONE :

A1 : 0.99938
 A2 : -0.03199
 A3 : -0.00381
 A4 : 0.03199
 A5 : 0.99937
 A6 : -0.03397
 iXOffset : 2308800.00000
 iYOffset : 4837600.00000
 fXOffset : 202936.51270
 fYOffset : 602115.56840

 Xf:=A1*(Xi-iXOffset)+A2*(Yi-iYOffset)+A3+fXOffset
 Yf:=A4*(Xi-iXOffset)+A5*(Yi-iYOffset)+A6+fYOffset

Roma, 19/10/2022

Sistemi Cartografici s.a.s.

■ Via Eugenio Torelli Viollier, 109 - 00157 Roma
 Tel e Fax: 06.44242888
 P.I. 02014001008
 CF 08295410586
 C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
 Mobile: 339.7645591
 dati@sistemicartografici.it
 sistemi.cartografici@legalmail.it
 roberto.binci@sistemicartografici.it



Organizzazione con Sistema di Gestione per
 la Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015
 www.isecert.it

MONOGRAFIE

GPIngegneria

Mercatello sul Metauro

Rilievo celerimetrico scala 1:500 e sezioni idrauliche

Monografia del Vertice G.N.S.S.

VERTICE:

V01

DESCRIZIONE:

Borchia metallica infissa sullo spigolo del cordolo in cemento del sottovia della viabilità in costruzione.

MATERIALIZZAZIONE:

Borchia metallica.

COORDINATE SISTEMA RETTILINEO

X: 197910,4798

Y: 599258,1512

QUOTA ORTOM.

463,0610

COORDINATE UTM-ETRF2000 F.33

EST 283.679,452

NORD 4.834.889,424

COORDINATE ETRF-2000

LAT. 43° 38' 07.95421" N

LON. 12° 19' 05.78958" E

Quota
Ellissoidica

507,175

IMMAGINE FOTOGRAFICA



FOTO AEREA



PARTICOLARE



GPIngegneria

Mercatello sul Metauro

Rilievo celerimetrico scala 1:500 e sezioni idrauliche

Monografia del Vertice G.N.S.S.

VERTICE:

V02

DESCRIZIONE:

Borchia metallica infissa sullo spigolo del basamento in cemento del pozzetto elettrico situato in prossimità del gruppo di case in Via Ca' Lillina.

MATERIALIZZAZIONE:

Borchia metallica.

COORDINATE SISTEMA RETTILINEO

X: 198922,5422

Y: 600129,6071

QUOTA ORTOM.

438,9160

COORDINATE UTM-ETRF2000 F.33

EST 284.718,975

NORD 4.835.728,129

COORDINATE ETRF-2000

LAT. 43° 38' 36.19635" N

LON. 12° 19' 50.92994" E

Quota
Ellissoidica

482,910

IMMAGINE FOTOGRAFICA



FOTO AEREA



PARTICOLARE



GPIngegneria

Mercatello sul Metauro

Rilievo celerimetrico scala 1:500 e sezioni idrauliche

Monografia del Vertice G.N.S.S.

VERTICE:

V03

DESCRIZIONE:

Borchia metallica infissa sulla copertura del manufatto in cemento situato all'incrocio della strada Sant'Andrea in Corona.

MATERIALIZZAZIONE:

Borchia metallica.

COORDINATE SISTEMA RETTILINEO

X: 199616,8901

Y: 599981,3942

QUOTA ORTOM.

461,6750

COORDINATE UTM-ETRF2000 F.33

EST 285.408,285

NORD 4.835.557,759

COORDINATE ETRF-2000

LAT. 43° 38' 31.39683" N

LON. 12° 20' 21.90818" E

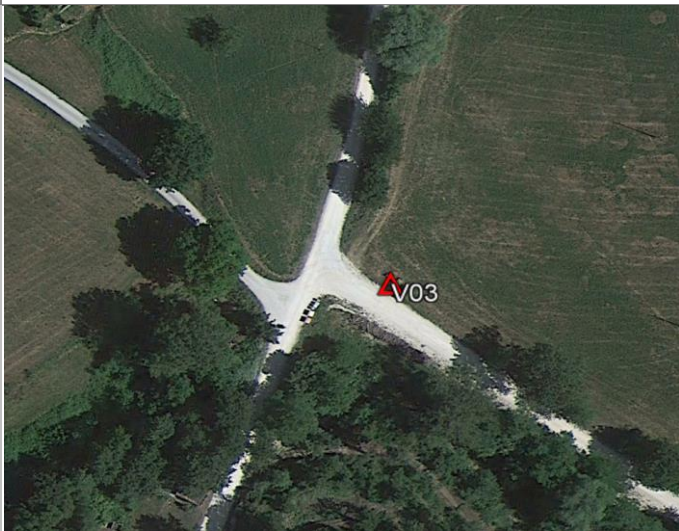
Quota
Ellissoidica

505,646

IMMAGINE FOTOGRAFICA



FOTO AEREA



PARTICOLARE



GPIngegneria

Mercatello sul Metauro

Rilievo celerimetrico scala 1:500 e sezioni idrauliche

Monografia del Vertice G.N.S.S.

VERTICE:

V04

DESCRIZIONE:

Borchia infissa sulla copertura del tombino idrico di una strada sterrata che incrocia la S.S.73bis.

MATERIALIZZAZIONE:

Borchia metallica.

COORDINATE SISTEMA RETTILINEO

X: 200785,0310

Y: 600596,4618

QUOTA ORTOM.

404,3860

COORDINATE UTM-ETRF2000 F.33

EST 286.595,607

NORD 4.836.135,181

COORDINATE ETRF-2000

LAT. 43° 38' 51.32332" N

LON. 12° 21' 14.02607" E

Quota
Ellissoidica

448,252

IMMAGINE FOTOGRAFICA



FOTO AEREA



PARTICOLARE

