



Il nuovo Sistema Geodetico Nazionale: una opportunità o un impiccio? *The new Geodetic Reference System in Italy: an opportunity or a nuisance?*

MAURIZIO BARBARELLA

Università di Bologna – maurizio.barbarella@unibo.it

Riassunto

Il Sistema di Riferimento di una nazione costituisce il linguaggio comune col quale esprimere la posizione dei dati geografici, in qualunque parte della nazione e con qualunque tecnica e qualunque precisione essi vengano acquisiti. Recentemente è stato introdotto in Italia il Sistema di Riferimento Europeo ETRF 2000 secondo le indicazioni di INSPIRE e quindi nella prospettiva di facilitare l'interscambio dei dati geografici a livello di Unione Europea. Durante il Convegno ASITA tenutosi a Firenze nel 2014 i partecipanti a una Tavola Rotonda hanno discusso le nuove prospettive che si aprono alla comunità che opera in ambito geomatico e la necessità di definire le modalità più appropriate e condivise per transitare al nuovo sistema, dalla realizzazione e manutenzione della rete che sostanzia il sistema geodetico, alla transizione dei dati pregressi al nuovo sistema di coordinate, all'interscambio dei dati. Nella Tavola Rotonda si è anche discusso il fatto che il Sistema di Riferimento non ha però la stessa valenza per tutti gli operatori: per alcune applicazioni l'inserimento in esso è centrale, anzi apre nuove prospettive, per altri è influente e per altri è tutto sommato marginale, non privo di costi. In questo numero del Bollettino AIC i Relatori della Tavola Rotonda sviluppano le tesi e le informazioni presentate al Convegno. Questa nota in particolare presenta un quadro introduttivo al problema, oltre alle opinioni al riguardo dell'autore.

Parole chiave

Sistema Geodetico, Rete di stazioni NRTK, INSPIRE, GNSS

Abstract

A national Reference System is a common language which permits to express geographical data, no matter where they have been collected or with which technique or at what level of precision. Recently it has also been introduced in Italy the European Reference System ETRS89, Frame ETRF00, in the perspective of facilitating the exchange of geographic data at EU. During the conference ASITA held in Florence in 2014 participants in a round-table discussed the new prospects opened up to the community which work in the geomatic field and therefore the necessity to define the most appropriate methods to transform the data prior to the new DATUM. The panel also discusses the fact that the reference system does not have the same value for all stakeholders: for some applications the inclusion in a reference system is central point. for others it is irrelevant and for other is a phase altogether marginal and not at all costless. In this issue of the AIC Bulletin the Speakers develop the thesis and the information presented at the Conference. This note presents an introductory framework to the problem, as well as the opinions of the author about the subject.

Keywords

Geodetic Datum, NRTK networks, INSPIRE, GNSS

1. Sistema Geodetico Italiano: come ci siamo arrivati?

Nel mondo della topografia e della cartografia è sempre stato presente un Sistema di Riferimento codificato in termini teorici e reso accessibile agli operatori tramite una Rete Geodetica, un insieme di punti di posizione nota nel Sistema, il frame. La definizione teorica di un Sistema Geodetico fissa (oltre a numerosi parametri fisici, ad esempio il valore della velocità di rotazione terrestre) il Geoide, la figura della Terra al netto dei rilievi sopra e sotto la superficie del mare, tramite un modello del campo gravitazionale; fissa una superficie matematica di riferimento per la Terra (la forma e dimensione di un ellissoide di rotazione). In particolare viene fissato il modo con il quale la superficie matematica ellissoidica viene adattata al Geoide per costituirne il riferimento matematico: per esempio imponendo che la normale all'ellissoide sia fatta coincidere con la verticale in un qualche punto scelto convenzionalmente (orientamento locale dell'ellissoide).

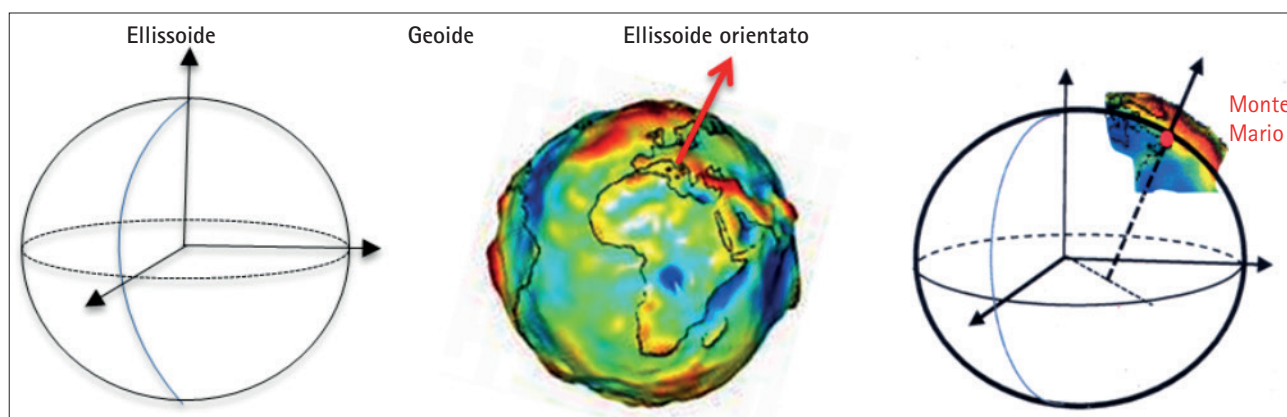
Una volta eseguito l'adattamento dell'ellissoide al geoide, un qualsiasi punto sulla superficie fisica viene proiettato sul geoide seguendo la linea della verticale (la lunghezza di tale linea è la quota ortometrica del punto) e da questo sull'ellissoide, sul quale può essere individuato univocamente tramite due coordinate, ad esempio latitudine e longitudine. Una Rete Geodetica,

cioè un insieme di punti materiali di coordinate note nel Sistema appositamente predisposti, è indispensabile per accedere al Sistema stesso: gli operatori si collegano con misure ai punti della Rete Geodetica, applicano le procedure operative e di calcolo previste dalle tecniche di 'riattacco', e ottengono per i nuovi punti rilevati le coordinate nel Sistema di Riferimento. In questo modo, *ovunque* si effettui il rilievo e il riattacco si hanno per i nuovi punti delle coordinate omogenee tra loro, espresse nello stesso 'linguaggio'.

1.1 Un sistema geodetico per la neonata Italia

Ovunque: si intende nell'ambito di una certa organizzazione statale che adotta quel sistema geodetico, quel linguaggio. In Italia, all'indomani dell'unificazione e la nascita della Nazione, le funzioni delle varie strutture topo cartografiche degli stati preunitari quali l'Ufficio Tecnico del Corpo di Stato maggiore del Regno Sardo, il Reale Ufficio topografico Napoletano, l'Ufficio Topografico Toscano vengono assunte dall'Istituto Geografico Militare (IGM) che inizia la realizzazione della cartografia nazionale e della rete geodetica a supporto, denominata Rete Trigonometrica. Il Sistema Geodetico utilizza come forma matematica della Terra l'ellissoide di Bessel, con diversi orientamenti locali a Genova, Roma, Castanea delle Furie. Orientare localmente su un punto significa adattare l'ellissoide scelto per definire la forma 'matematica' della terra all'andamento del geoi-

FIGURA 1 – Adattamento locale di un ellissoide al geoide



de nell'intorno del punto, 'basta' far coincidere verticale con normale all'ellissoide Figura 1 (Højberg, 1997; Wellenhof H. Moritz, 2006).

Rispetto a tali riferimenti sono eseguiti i calcoli del rilievo degli 'elementi geodetici', la Rete Trigonometrica ai vari ordini, il cui calcolo è completato alla fine della I guerra mondiale (1919). La cartografia associata fin dal 1875 (proiezione di Sanson-Flamsteed) consente di rappresentare il Paese tramite poco meno di 300 proiezioni che si riferiscono ciascuna ad una zona di 30' di longitudine e 20' di latitudine, rappresentata in un unico 'Foglio' a scala 1:100000 e sottomultipli 1:50000 e 1:25000; ciascuna proiezione è però indipendente dalle altre (Bencini, 1976).

1.2 Il sistema geodetico 'tradizionale' per l'Italia

Negli anni '40 l'Italia adotta un diverso Sistema Geodetico, il Roma40 al quale è associato l'ellissoide detto 'Internazionale' di Hayford e soprattutto un nuovo tipo di rappresentazione cartografica, quella di Gauss contratta che supera sostanzialmente il policentrismo della precedente Sanson Flamsteed: dalle 278 diverse proiezioni indipendenti ci si riduce a due sole, i due 'fusi' con una zona di sovrapposizione intermedia che facilita il passaggio dall'uno all'altro. La scelta di quel sistema cartografico rende coerente l'impostazione della cartografia nazionale con quella internazionale e soprattutto consente di eseguire su un piano, quello della rappresentazione conforme, i calcoli geodetici utilizzando la semplice trigonometria piana, previa l'applicazione delle necessarie correzioni alle misure, il modulo di deformazione lineare per elementi finiti alle distanze e l'angolo di riduzione alla corda per le misure angolari (Folloni, 1978).

La Rete Trigonometrica (Figura 2) continua a restare valida come frame del nuovo Sistema, le coordinate dei suoi vertici sono semplicemente trasformate nel nuovo sistema.

Alla fine della seconda guerra mondiale, l'appartenenza dell'Italia ad un blocco politico impone di adottare per le sole informazioni cartografiche anche un Sistema Geodetico comune agli altri Paesi dell'Alleanza, in modo da avere 'ovunque' (questa volta, nell'ambito dell'Alleanza Atlantica) lo stesso linguaggio cartografico: il Sistema Geodetico ED50 (European Datum 1950),

e soprattutto la cartografia nel sistema UTM (Universal Transverse Mercator). In pratica il sistema geodetico delle Tavole (gli elementi cartografici a scala 1:25000) rimane il Roma 40, ma viene sovrastampato il reticolato UTM_ED50, con i relativi riferimenti in cornice.

Nell'ultimo quarto del '900 la tecnologia mette a disposizione degli operatori nuovi metodi tanto per la misura quanto per il calcolo e la rappresentazione del dato.

Compare sul mercato il distanziometro ad onde che fornisce una nuova grandezza osservabile, la distanza inclinata tra centro dello strumento e centro del prisma retroriflettente, che può essere ottenuta in campagna in modo 'semplice'; la portata di qualche modello che utilizza come portante il laser (modello 8 dell'AGA ad esempio) è di alcune decine di km, come anche quella dei distanziometri ad onde centimetriche (ad esempio Tellurometer MRA); è importante sottolineare che i geodimetri diventano rapidamente leggeri e facili da usare anche per portate di qualche km, per cui entrano nella pratica operativa.

Viene anche misurata una 'poligonale' geodimetrica da Catania a Tromsø per irrobustire la rete europea anche in preparazione ai prossimi rilievi satellitari; la linea spezzata rossa riconoscibile in Figura 2 che risale la penisola è il tratto italiano della poligonale con lati di circa 40 km misurati con geodimetro AGA modello 8 e angoli con teodoliti della classe Wild T3 (Kneissl *et al.*, 1976).

Anche l'esecuzione dei calcoli subisce uno stravolgimento: addio alle tavole logaritmiche a 7 decimali del Bruns, ci sono calcolatori elettronici e poi personal computer che eseguono calcoli complessi in un tempo brevissimo; l'aumentata capacità di calcolo stimola lo studio e la realizzazione di software per il calcolo di compensazione in blocco delle misure o la stima dei parametri di trasformazione secondo metodi rigorosi basati sul principio dei minimi quadrati. Addio al calcolo delle coordinate con schemi elementari con parte delle misure e successiva media delle coordinate ottenute con i diversi schemi: la compensazione in blocco permette di tener conto di tutte le misure fatte, di validare la precisione stimata per le coordinate, analizzare i dati per individuare ed eliminare eventuali misure incongruenti con le altre.

FIGURA 2 – Rete trigonometrica, vertici del I ordine



FIGURA 3 – Rete geodetica GPS IGM95



La rete Trigonometrica è irrobustita da nuove misure di angoli e distanze, le misure possono essere compensate e l'IGM esegue un ricalcolo della posizione dei trigonometrici ottenendo la soluzione 'IGM83' che però non è mai stata adottata ufficialmente (Surace 1992).

Le nuove tecnologie impattano sulla qualità dell'infrastruttura geodetica, non nel riferimento: rete rinnovata, ma stesso sistema geodetico.

1.3 Posizionamento tramite

Sistemi di navigazione satellitari

Nell'ultima decade del secolo si diffonde l'uso di ricevitori satellitari GPS (Global Positioning System) di tipo geodetico che consentono la misura con elevata precisione di differenze di posizione tridimensionali, le 'basi GPS' espresse in uno specifico sistema.

Lo sviluppo dei sistemi di radio posizionamento satellitare per scopi bellici e non, prevede che debbano operare su tutto il mondo e quindi ha portato a definire Sistemi Geodetici Geocentrici (con origine nel baricentro terrestre) di validità mondiale. A livello internazionale si codifica il sistema International Terrestrial Reference System (ITRS) la cui rete di punti, il Frame, è costituita da Stazioni Permanenti che effettuano misure di geodesia spaziale, tra le quali particolarmente diffuse sono quelle effettuate con ricevitori GPS fissi (Altamimi et al. 2007). Il Frame viene ricalcolato periodicamente con le misure che si accumulano nel tempo e viene reso disponibile via web come International Terrestrial Reference Frame all'anno nn , (ITRF nn).

Anche a livello nazionale la diffusione dell'uso di ricevitori GPS nel mondo professionale richiede la disponibilità di una infrastruttura geodetica che ne faciliti l'uso.

La tipologia dei vertici della Rete Trigonometrica (impostata a fine ottocento sull'uso quasi esclusivo di teodoliti) costituita prevalentemente da campanili e torri oltre a pilastri, comincia a essere vincolante per l'operatore, che, con le nuove tecniche, deve far stazione in entrambi i punti collegati. Nessun problema dal punto di vista teorico, si tratta 'semplicemente' di rinnovare la rete con vertici occupabili con gli strumenti e a cielo aperto: nasce ad opera dell'IGM la nuova Rete Geodetica GPS, denominata Rete IGM95, riportata in Figura 3 (Surace, 1997). Stavolta è cambiato il Frame ma non il Sistema Geodetico.

Per elaborare i dati acquisiti dai ricevitori satellitari però è necessario passare tramite il sistema geodetico nel quale sono espresse le misure acquisite: nelle monografie dei vertici della rete geodetica GPS sono presenti anche i valori delle coordinate nel sistema intrinseco al GPS, genericamente definite coordinate WGS84 (World Geodetic System 1984). Oltre alla tipologia dei vertici cambia drasticamente anche la precisione della loro posizione che viene ad essere migliorata di un ordine di grandezza, con scarti quadratici medi risultanti dalla compensazione in blocco a livello di alcuni cm.

2. Il nuovo sistema geodetico per l'Italia membro della UE

Il sistema di riferimento mondiale ITRS è così preciso da consentire di avvertire i movimenti relativi (rispetto al sistema stesso) delle varie placche in cui è articolata la crosta terrestre; in Figura 4 è riportata una stima delle velocità riscontrate per le stazioni permanenti e il riquadro delimita l'area europea.

Poiché l'Europa ricade essenzialmente all'interno di una placca crostale la struttura geodetica europea preposta (EUREF) ha definito uno specifico Sistema Geodetico solidale ad essa, in modo che la posizione relativa dei punti ubicati in Europa non fosse influenzata dal moto d'insieme della placca. Il Sistema è denominato European Terrestrial Reference System 1989 (ETRS89) con associato (attualmente) il frame European Terrestrial Reference Frame 2000 (ETRF2000), si veda Boucher C. e Altamimi Z., (2007); la rete di stazioni permanenti GPS che realizza il Sistema Geodetico è la European Permanent Network (EPN). Tale rete viene raffittita in Italia elaborando dati forniti da una selezione effettuata dall'IGM di alcune delle Stazioni Permanenti operanti in continuo di varie pubbliche amministrazioni esistenti in Italia, dando luogo alla Rete Dinamica Nazionale (RDN) (Maseroli, 2009, 2015; Caporali et al., 2009) la cui consistenza all'impianto è riportata in Figura 5; i calcoli delle coordinate dei punti viene effettuata, come richiesto da EUREF, da più centri di calcolo, l'IGM e tre Università (Barbarella et al., 2011) e EUREF accetta RDN come raffittimento locale di EPN.

FIGURA 4 – Velocità dei vertici del frame ITRF08 e stazioni permanenti ubicate sulla placca europea

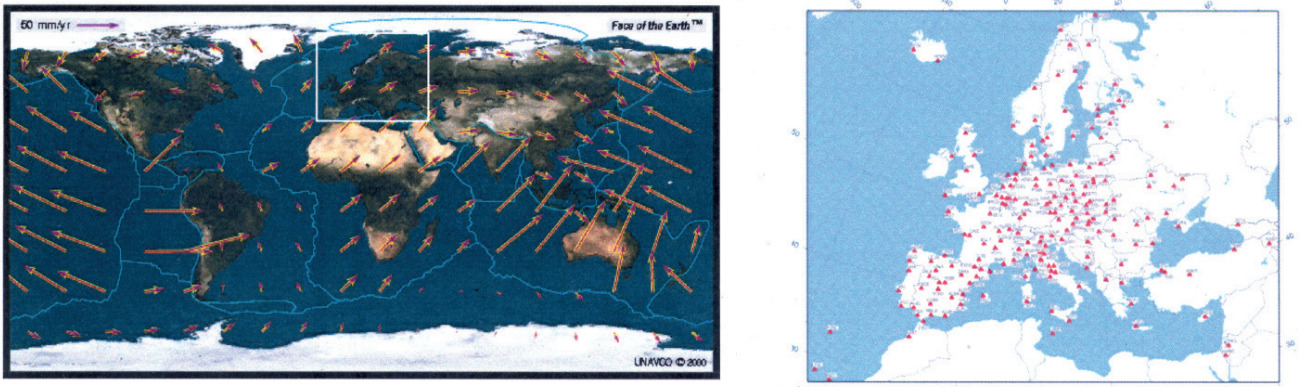


FIGURA 5 – Rete dinamica nazionale



Nelle ultime decadi la posizione internazionale dell'Italia si configura sempre più nettamente nell'ambito dell'Unione Europea (UE): gli stretti vincoli economici e organizzativi, in attesa di quelli politici, portano anche alla definizione di un linguaggio comune anche in termini dell'informazione geografica: la Direttiva INSPIRE (INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe) [INSPIRE] obbliga gli Stati Membri della UE a strutturare i database geografici in modo omogeneo per rendere possibile l'immediato interscambio. Ovviamente se 'ovunque' nella UE si debbono rendere interoperabili i dati, è necessario fissare prima di tutto il 'linguaggio comune' in termini di coordinate.

All'inizio del 2012, il governo italiano legifera in conformità col DL 27 gennaio 2012, n. 32, (PCM 2012) e nel contesto delle attività per favorire l'applicazione della Direttiva INSPIRE, vengono pubblicati due decreti della Presidenza del Consiglio dei Ministri: quello sul DBT (DataBase Topografico) e quello di adozione del nuovo sistema di riferimento per le attività geo-topocartografiche: l'ETRS89, frame ETRF2000 diviene il Sistema Geodetico vigente e RDN costituisce la rete geodetica di riferimento in quanto, come detto, è il raffittimento dell'EPN in Italia; la Rete Geodetica 'statica' IGM95, costituita da circa 2000 vertici, è ricalcolata nello stesso sistema e contribuisce anche essa all'infrastruttura geodetica del nuovo Sistema.

Col Frame ETRF2000 è cambiato il linguaggio nel quale si esprime la posizione dei punti, magari c'è bisogno di un buon 'traduttore' dal vecchio linguaggio per rendere intellegibili i dati già acquisiti nel nuovo (il DL citato nell'art. 4 parla di "conversione dei dati progressi"); sono noti gli algoritmi da utilizzare e numerosi sono gli applicativi disponibili (Cima, 2013, 2014; Ministero dell'Ambiente, 2014).

Tutto qui, l'ETRF2000 è quindi un nuovo sistema di riferimento non dissimile da quelli che si sono via via succeduti. Oppure no?

3. Cosa c'è di nuovo nell'ETRF2000 anche grazie alle tecnologie di rilievo in tempo reale

Sia che si tratti di impiegare teodoliti e geodimetri o ricevitori satellitari geodetici, il rilievo fornisce grandezze re-

lative alle *differenze* di coordinate; per avere la posizione assoluta dei punti occorre eseguire un calcolo in blocco definendo arbitrariamente un riferimento per le coordinate: ad esempio fissare uno o più punti, e degli orientamenti. Questo può essere sufficiente per molte applicazioni.

Se oltre la posizione relativa in un sistema di coordinate arbitrario interessa anche effettuare l'inquadramento nel Sistema Nazionale, occorre collegare alcuni punti di rete facendo stazione su di essi ed effettuare un nuovo calcolo tenendoli fissi. Questo vale anche per la rete 'statica' IGM95.

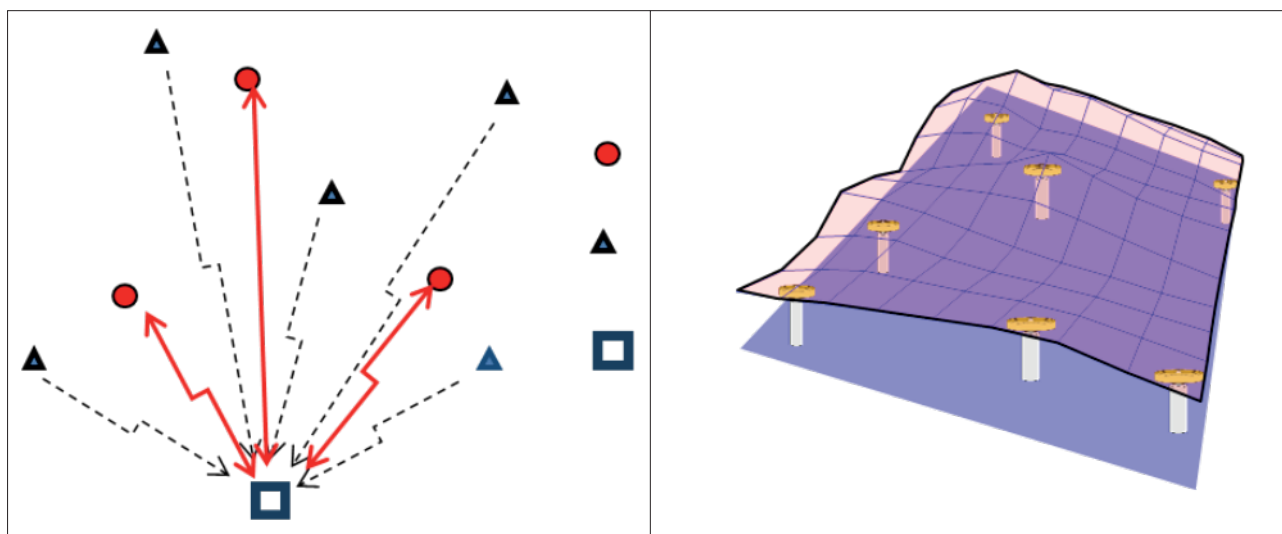
L'altra Rete, quella 'dinamica' invece prevede che i suoi vertici non siano occupabili in quanto su di essi funziona con continuità un ricevitore GPS, e che al rilevatore vengano fornite le osservazioni acquisite dalle Stazioni; un operatore che occupa un nuovo punto può utilizzare i dati acquisiti dalla Stazione Permanente per calcolare la base GPS tra lui e la Stazione.

Ma la tecnologia offre un nuovo strumento, le Reti di Stazioni Permanenti per il tempo reale NRTK (Network Real Time Kinematic); una rete di Stazioni di Riferimento (RS) di posizione relativa nota con grandissima precisione e un software appropriato consente al centro di Calcolo (CC) di stimare gli errori sistematici presenti nelle acquisizioni GPS ad un dato istante nell'area ricoperta e di fornire all'utente praticamente in tempo reale le opportune correzioni da apportare per eliminare sostanzialmente tali errori, Figura 6. Con questo sistema l'operatore ottiene la posizione del proprio ricevitore rispetto il riferimento costituito dall'insieme delle SR della Rete NRTK con grande precisione e in pochissimi minuti.

Ma a questo punto se le SR della Rete NRTK sono inserite nel sistema ETRF2000 (che è anche il Geodetico Nazionale), lo stesso avviene per le coordinate acquisite dall'operatore. Per la prima volta si ha disposizione uno strumento di rilievo che fornisce direttamente, senza post elaborazione, la posizione assoluta nel Sistema di Riferimento Nazionale.

L'accoppiata *Sistema Geodetico ETRF2000 + Rete NRTK* costituisce una grande novità: un ricevitore GPS predisposto all'acquisizione delle correzioni fornite da una rete NRTK e un cellulare per la ricezione/trasmisione del dato consentono (se TUTTO funziona) di ottenere in pochissimi minuti la posizione *assoluta* dell'antenna del ricevitore nel Sistema Nazionale.

FIGURA 6 – Schema di funzionamento di una rete NRTK



4. Quali rilievi hanno bisogno di un Sistema Geodetico?

Ciò premesso, quando l'uso di un Sistema Geodetico è necessario e quando è tutto sommato superfluo se non addirittura una controproducente perdita di tempo?

Se si parte dall'osservazione che la cartografia numerica e i DBT dovranno essere espressi (anche solo 'tradotti') nel nuovo sistema è opportuno che anche i rilievi sul terreno che acquisiscono o aggiornano i dati in essi contenuti vengano rilevati e calcolati nel sistema vigente. Non è un optional: il decreto prescrive che le Pubbliche amministrazioni forniscano i dati in quel sistema (gratuitamente, alle altre Amministrazioni); tutti i lavori che realizzano prodotti cartografici debbono essere inquadrati nel sistema nazionale.

Si consideri poi una delle attività di rilievo più frequentemente praticate dagli operatori topografi, il rilievo catastale. Fino ad oggi il riferimento per l'inquadramento del rilievo nel sistema catastale è costituito dai punti fiduciali catastali, ai quali l'operatore si collega con misure secondo certe procedure; ora la presenza di reti NRTK inquadrati nel Sistema Nazionale consente di determinare la posizione dell'antenna del ricevitore con misure che durano pochissimi minuti e che portano senza ulteriori elaborazioni a coordinate 'assolute' del

punto di stazione nel Sistema Geodetico Nazionale. Se anche la cartografia catastale fosse riferita al Sistema Cartografico Nazionale UTM_ETRF2000, il topografo acquisirebbe la propria posizione direttamente in riferimento alla mappa senza alcuna intermediazione. In questo caso l'importanza di QUEL Sistema di Riferimento diventa fondamentale e apre nuove prospettive che è opportuno che l'amministrazione del Catasto sfrutti appieno, come si accinge a fare.

Evidentemente per ottenere questo risultato occorre realizzare le condizioni che ne sono il presupposto: oltre la trasformazione delle mappe catastali nel nuovo sistema vigente in Italia, occorre che su tutto il territorio nazionale l'operatore possa fare affidamento a reti NRTK correttamente inserite in ETRF2000, che queste funzionino al momento del rilievo secondo precisi standard, che l'operatore segua correttamente un protocollo operativo, occorre cioè che si possa documentare la correttezza del funzionamento di tutti gli elementi della catena che consente l'acquisizione della posizione. Si tratta di importanti e delicate questioni organizzative che non intaccano però il principio (se mai possono ritardarne la realizzazione).

Se nei casi citati, DBT Regionali e Catasto, o per l'aggiornamento di cartografia, non si discute la necessità dell'utilizzo del sistema Nazionale e le grandi prospetti-

ve che si aprono con il rilevamento Real Time, tuttavia per molti tipi di rilievo il Sistema Geodetico – qualunque esso sia – non risulta centrale: basti pensare al monitoraggio di terreno e strutture, alla cartografia storica, al rilievo dei beni culturali e ambientali, al telerilevamento, a rilievi locali e collaudi.

Non potendo entrare nel merito di tante attività delle quali è incompetente, a titolo di esempio l'autore (appartenente alla sottospecie ASITA 'topografi') si limita ad accennare ad alcune sue recenti attività per le quali l'inserimento del prodotto nel Sistema Geodetico non sembra essere affatto centrale.

**- determinazione di pendenze e ammaloramenti
pavimentazione di una pista**

Se si misura tramite laser scanner terrestre o mobile mapping la superficie di una pista aeroportuale (Figura 7a) per individuare eventuali ammaloramenti dei quali valutare presenza, profondità e volume o per determinare la pendenza trasversale e longitudinale lungo la pista (Figure 7b e 7c), la collocazione assoluta delle grandezze cercate non interessa, ma solo quella in riferimento alla pista stessa e al sistema locale aeroportuale impiegato. Anche se, rilevando con metodo NRTK i target utili alla georeferenziazione delle nubi, si possono gestire tutti i

FIGURA 7 – Tratto di pista aeroportuale e profili trasversali e longitudinali rilevati con laser scanner



dati nel sistema della Rete e quindi è possibile localizzare facilmente sul terreno mediante con tracciamento NRTK i particolari profili e le aree che la elaborazione numerica ha indicato come deficitarie o ammalorate.

- Determinazione di variazioni morfologiche di aree in frana

Se si vogliono determinare le variazioni morfologiche di una frana con rilievi ripetuti laser scanner (Figura 8) e si dispone di punti stabili nell'intorno, è certamente molto più importante filtrare la vegetazione o garantire la effettiva stabilità dei punti di riferimento che non inserire l'area nel Sistema Nazionale.

Tuttavia se non sono presenti manufatti o aree stabili sul contorno della zona rilevabile, è possibile utilizzare come riferimento stabile nel tempo le Stazioni Permanenti GNSS, e quindi conviene adottare per l'analisi dei movimenti le coordinate cartografiche UTM_ETRF2000, con la possibilità di un raffrento immediato con la cartografia.

- Studio tramite immagini telerilevate degli effetti sulla vegetazione dell'intrusione del cuneo salino

Se sono interessato a individuare l'effetto del cuneo salino sulla vegetazione delle Pinete del Ravennate tramite l'analisi di immagini satellitari multispettrali ad alta risoluzione (ASTER; WorldView) per ricavare il parametro 'Normalized Difference Vegetation Index' (NDVI) in vari periodi dell'anno (Figura 9) allo scopo di distinguere zone e le colture più sofferenti per la salinità, non sono interessato alla posizione assoluta delle Aree di Interesse studiate, i problemi da affrontare per ottenere un risultato attendibile sono ben altri.

Tuttavia nel caso delle colture interessa individuare le aree dalle immagini multispettrali e localizzarle per sovrapporle alle mappe catastali e a cartografia di tipo agricolo: farebbe assai comodo se tutte le fonti d'informazione fossero riferite allo stesso sistema, si eviterebbe la necessità di complesse e imprecise trasformazioni di coordinate.

FIGURA 8 – Nube punti del rilievo laser scanner di versante in frana

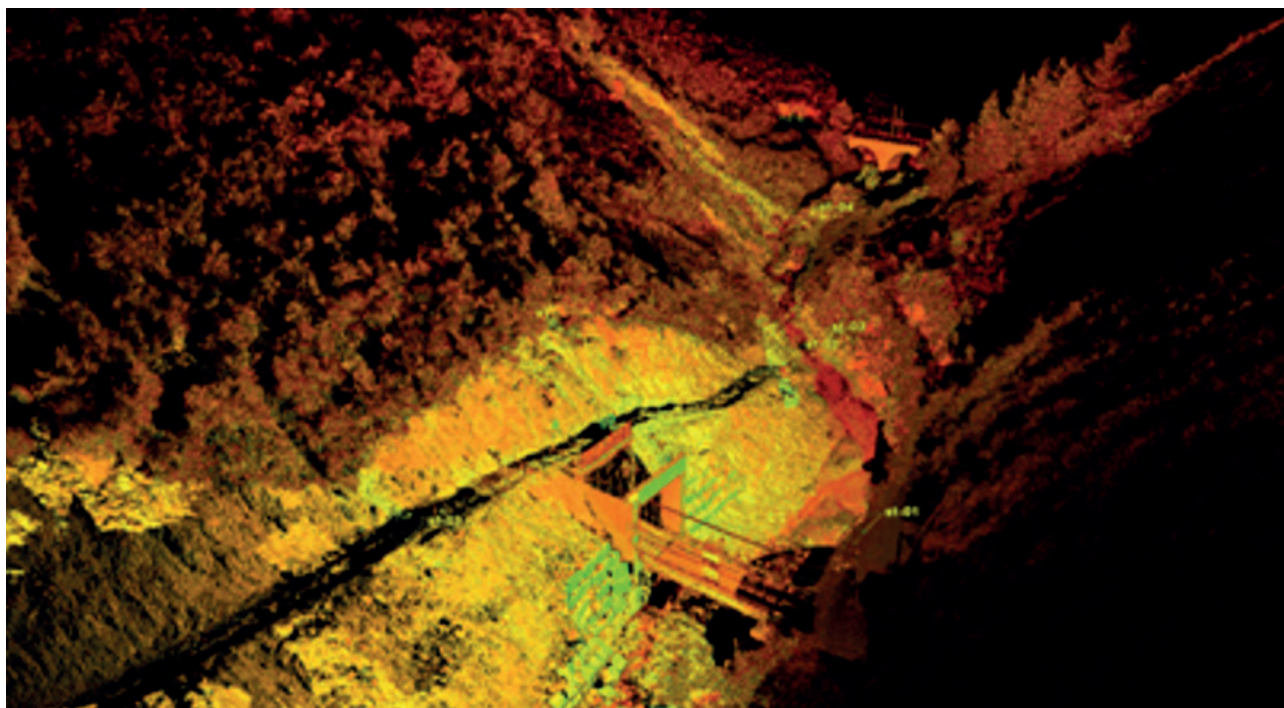
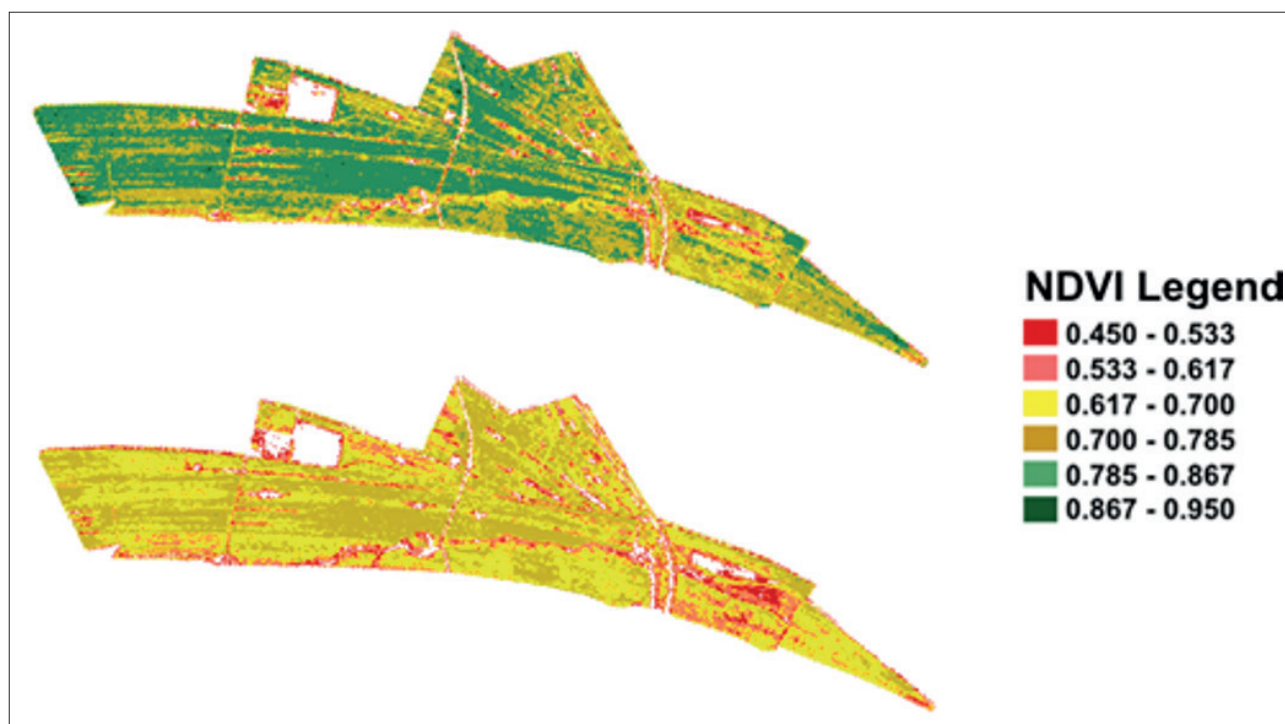


FIGURA 9 – Andamento del parametro NDVI in due epoche



- *Monitoraggio strutture in continuo*

Se effettuo il monitoraggio in continuo tramite una stazione permanente GPS gestita da remoto di un gruppo di edifici in frana o della Torre Garisenda sono molto più interessato alle multiriflessioni, alla trasmissione dati, alla analisi della serie temporali: so benissimo dove è l'edificio o la torre o il muro di sostegno monitorati.

Nella pratica operativa di un topografo quindi molto spesso non serve o non è centrale l'inserimento del rilievo e delle analisi effettuate nel Sistema Nazionale. Quelli riportati sono solo esempi capitati nell'ultimo anno a chi per formazione e interessi si occupa di geodesia e topografia, ma ben più numerosi e variati sono i casi affrontati da chi opera nel contesto ASITA.

5. Parliamone

ASITA è una federazione di Associazioni che si è prefissa lo scopo di fornire un terreno di scambio di esperienze relative alla acquisizione, organizzazione, gestione e diffusione di informazioni geografiche e quindi terreno

d'incontro di operatori che lavorano in branche assai diverse: telerilevamento, cartografia, sistemi informativi geografici, geodesia e topografia. È quindi il contesto più opportuno per discutere l'utilità, lo sviluppo e l'uso del Sistema di riferimento e il Convegno di Firenze del 2014 ha costituito un primo momento di discussione collegiale; in questo numero sono riportate le note che sviluppano gli interventi tenuti in quella sede di Favretto, Gandolfi, Longhi, Maseroli, Salvemini.

Tutti concordano che il Decreto citato costituisce un punto di non ritorno: le PA sono obbligate a far uso del nuovo sistema per la produzione e lo scambio di dati (gratuito, tra le PA); del resto il decreto è il risultato di azioni sviluppate sia da Enti cartografici che dal coordinamento regionale tramite il CISIS, per cui la produzione e l'aggiornamento di DBT tenderà ad adeguarsi rapidamente (Longhi, 2015).

Da un lato questo implica la necessità di curare al meglio il Frame che realizza il Sistema Geodetico nel contesto nazionale: la Rete RDN deve essere monitorata per individuare tanto stazioni male o affatto funzionanti quanto i movimenti delle singole stazioni dovuti sia

a specifiche instabilità della stazione, sia ai movimenti residui intraplacca presenti anche in ETRF2000; Maseroli (2015) presenta le analisi fatte su RDN d'impianto e presenta la nuova struttura RDN2. Per fissare un frame attendibile occorre associare alle coordinate ad una data anche le velocità del punto (Gandolfi, 2015), come del resto prevedono per le loro reti anche le strutture geodetiche internazionali IGS e da EUREF (Altamimi *et al.* 2011, 2013).

Ma non basta predisporre l'aspetto legislativo e il contesto tecnico scientifico; come si osserva in (Favretto e Zia, 2015) a fronte di un gran bisogno da parte degli operatori del settore di informazioni *chiare* e precise su come il nuovo sistema influirà sul lavoro quotidiano e come potrà essere usato al meglio, sarebbe necessaria una approfondita diffusione di "*cultura geomatica*", la decretazione lungimirante deve essere accompagnata dalla diffusione di informazioni sulla buona pratica. Gli stessi autori a questo proposito sottolineano la pericolosità di scambiare strumenti di indubbia utilità (per viaggiare) e semplicità d'uso come le mappe di Google o Microsoft con strumenti cartografici di una qualche validità metrica.

Salvemini (2015) sottolinea non solo l'indispensabilità dell'allineamento agli standard europei e internazionali, ma evidenzia come questa scelta diviene, in presenza di adeguate politiche e azioni a livello di ciascun Stato, motore di sviluppo, di "*benefici per le economie e l'ambiente degli Stati membri*"; anche in questa nota si sottolinea la necessità della buona pratica aderente agli standard e si evidenzia che i "*dati spontanei*", generalmente sviluppati al di fuori di regole e con standard dipendenti dai sistemi utilizzati, possono rappresentare una risorsa notevole in presenza di una robusta infrastruttura approntata dalla pubblica amministrazione. Si richiama poi l'attenzione sul fatto che l'adeguamento agli/degli standard e ai/dei sistemi, gravante in capo alle finanze pubbliche, non può essere disgiunto da una circostanziata analisi dei costi e dei benefici attesi a porre in essere le azioni e i servizi della pubblica amministrazione per cittadini.

In una nota (Longhi, 2015) si ricorda tanto l'impegno delle Regioni e Provincie Autonome tanto nella realizzazione e gestione di reti NRTK locali quanto il loro contributo alla realizzazione e al monitoraggio della rete RDN. Longhi tenta inoltre di delineare una proposta operativa per la realizzazione di una Infrastruttura Geodetica Nazionale, che a suo parere potrà essere sostenibile esclusivamente secondo una struttura di tipo federativo basata sulla cooperazione inter-istituzionale (IGM, Agenzia delle Entrate, Regioni/CISIS, Università) e in un quadro tecnologico rispettoso degli standard europei e nazionali.

Qualche ulteriore considerazione personale. Per le molte applicazioni che non richiedono l'uso di un Sistema Geodetico tuttavia esso può essere adottato come sistema di coordinate (comunque necessario) e questo ha il vantaggio di rendere i risultati direttamente interoperabili con altri strati d'informazione. Ovviamente l'uso del Sistema, quando non esplicitamente richiesto dall'applicazione, non deve costituire un pesante onere aggiuntivo; è necessario favorirne l'uso anche tramite la disponibilità di software per effettuare la trasformazione delle coordinate dai sistemi in precedenza adottati.

Si sottolinea l'importanza delle reti NRTK che offrono la possibilità di rilevare coordinate assolute nel Sistema Nazionale (a patto che le Stazioni di Riferimento delle reti siano esse stesse correttamente inserite in quel sistema) e quindi costituiscono un formidabile strumento di diffusione dell'uso dell'ETRF2000. Se poi si perverrà alla definizione di procedure condivise per il funzionamento e l'uso delle reti, si potranno accettare i dati acquisiti anche ad esempio per l'uso catastale.

È necessario attivare una discussione su come incentivare l'uso di ETRF2000 e semplificarne l'uso, anche in un contesto di strettezze economiche che riducono gli spazi d'intervento dei servizi cartografici regionali; per dirla con Favretto, Zia, 2015: "*L'impressione prevalente è che la Cartografia sia oggi stritolata da una parte dalla congiuntura economica e dall'altra da spregiudicati venditori di prodotti e servizi informatici*".

Bibliografia

- ALTAMIMI Z., COLLILIEUX X., LEGRAND J., GARAYT B., BOUCHER, C. (2007). "ITRF2005: a new release of the International Terrestrial Reference Frame based on time series of station positions and Earth.
- ALTAMIMI Z., COLLILIEUX X., MÉTIVIER L. (2011). ITRF2008: an improved solution of the international terrestrial reference frame, «Journal of geodesy», 85, 2011, pp. 457-473.
- ALTAMIMI Z., COLLILIEUX X., MÉTIVIER L. (2013), Preliminary analysis in preparation for the ITRF2013, American Geophysical Union, Fall Meeting 2013, abstract #G12A-08, <http://adsabs.harvard.edu/abs/2013AGUFM.G12A..08A>.
- BARBARELLA M., CAPORALI A., LONGHI D., SANSÒ F. (2011). *Il sistema di riferimento geodetico italiano: un esempio di collaborazione tra CISIS, Università, IGM*. Atti 15ª Conferenza Nazionale ASITA – Reggia di Colorno 15-18 novembre 2011, pp. 241-256.
- BARBARELLA M., GANDOLFI S., POLUZZI L., TAVASCI L., (2013). *Il monitoraggio della rete. Rete Dinamica Nazionale dal 2009 al 2013: aspetti geodetici e applicativi*. Proceedings of the 17th ASITA National Conference, Riva del Garda, 5-7 November 2013.
- BENCINI P. (1976). *Appunti di cartografia*. Firenze, Istituto Geografico Militare. Collezione testi didattici, pp. 123-141.
- BOUCHER C., ALTAMIMI Z., (2007): Memo: Specifications for reference frame fixing in the analysis of a EUREF GPS Campaign, (Available on line at: <http://etrs89.ensg.ign.fr/memo-V7.pdf>).
- CAPORALI A., TURTURICI F., MASEROLI R., FAROLFI G., (2009), Preliminary results of the computation of the new Italian Permanent Network RDN of GPS stations, Bulletin of Geodesy and Geomatics, LXVIII, 2009, 2, pp. 147-162.
- CAPORALI A. (2015). Bollettino stazioni italiane e austriache. <http://147.162.229.63/scidata/>.
- CAPORALI, A. (2015). Bollettino stazioni italiane e austriache. Time series: <http://147.162.229.63/scidata/>.
- CIMA V. (2013). ConvER 2013: Software per la conversione fra sistemi di coordinate in Emilia-Romagna, <http://geoportale.regione.emilia-romagna.it/it/services/servizi%20tecnici/servizio-di-conversione/conver-2013-software-per-la-conversione-fra-sistemi-di-coordinate-in-emilia-romagna>.
- CIMA V., CARROCCIO M., MASEROLI R. (2014). *Corretto utilizzo dei Sistemi Geodetici di Riferimento all'interno dei software GIS*, 18ª Conferenza Nazionale ASITA, 14-16 ottobre 2014, Firenze, ISBN 978-88-903132-9-5.
- FAVRETTO A., ZIA M. (2015). Alcune considerazioni in merito a ETRF2000 con riferimento alla Cartografia e ai GIS, Bollettino AIC n. 1/2015.
- FOLLONI G. (1978). *Principles of topography*. Bologna, Patron Editore, pp. 53-70.
- GANDOLFI S. (2015). L'impatto dell'aggiornamento del sistema geodetico nazionale, Bollettino AIC n. 1/2015.
- HOLJBERG M. (1997). *Practical Geodesy*, New York, Springer, pp. 26-38.
- HOFMANN B., WELLENHOF H. MORITZ (2006). *Physical Geodesy*, New York, Springer, pp. 281-327.
- IGMI Official Web Site: <http://87.30.244.175/rdn.php>.
- KNEISSL M., RINNER K., WOLF H. (1967). Die europäische Basis-Transverse Tromso. Catania für ein geodatisches Satelliten-Weltnetz, Kneissl M. (ed.), «Reihe B-Angewandte Geodäsie», 143, München, Bayerische Akademie Wissenschaften.
- LONGHI D. (2015). Integrazione tra Infrastrutture geografiche e Reti di Stazioni Permanenti delle Regioni e Province Autonome, Bollettino AIC n. 1/2015.
- MASEROLI R. (2009). La Rete Dinamica Nazionale (RDN) e il nuovo sistema di riferimento ETRF-2000, Firenze,

Istituto Geografico Militare, s.d.,
http://87.30.244.175/rdn/rdn_download/relazione.pdf.

MASEROLI R. (2015). Evoluzione del Sistema Geodetico di Riferimento in Italia: la RDN2 ollettino AIC, n. 1 2015.

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE, Specifiche tecniche del servizio di trasformazione di coordinate. Geoportale Nazionale, <http://www.pcn.minambiente.it/wctscient/>.

PCM (2012). Presidenza del Consiglio dei Ministri, Regole tecniche per la definizione delle specifiche di contenuto dei database geotopografici. (12A01800) (GU Serie Generale n.48 del 27-2-2012 – Suppl. Ordinario n. 37) <http://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2012/02/27/12A01800/sg>.

SALVEMINI M. (2015). Nuovo Sistema Geodetico di Riferimento e geocalizzazione: occorre un piano di impatto socio economico!, Bollettino AIC n. 1/2015.

SURACE L. (1992). La nuova rete geodetica fondamentale e il sistema. Bollettino di geodesia e scienze affini, n. 3 (1992).

SURACE L. (1997). La nuova rete geodetica nazionale IGM95: risultati e prospettive di utilizzazione. Bollettino di geodesia e scienze affini, n. 3 (1997).