

Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

DOTTORATO DI RICERCA IN
INGEGNERIA GEOMATICA E DEI TRASPORTI

Ciclo XXV

Settore Concorsuale di appartenenza: 08/A4 GEOMATICA

Settore Scientifico disciplinare: ICAR/06 TOPOGRAFIA E CARTOGRAFIA

Servizi di posizionamento
e potenzialità degli atti di
aggiornamento cartografico in
coordinate assolute ETRF2000

Presentata da: Dott. Roberto Gavaruzzi

Coordinatore Dottorato
Prof. Gabriele Bitelli

Relatore
Prof. Maurizio Barbarella

Correlatore
Prof. Stefano Gandolfi

Esame finale anno 2013

Ringraziamenti:

- per la collaborazione nella analisi dei dati catastali a Flavio Celestino Ferrante, Leonardo Gualandi e Leonardo Piccinini;
- per la collaborazione nella analisi dei dati regionali a Stefano Olivucci, Giovanni Belvederi, Domenico Longhi.

Parole chiave:

Servizi di posizionamento - mappe catastali - carte tecniche - ETRF2000 - GPS - GNSS

Indice

Riassunto / Abstract

Introduzione

Capitolo 1 - Scenario geodetico

- 1.1 - Rete geodetica d'inquadramento e di raffittimento
 - 1.1.1 Sistemi Geodetici e loro Reti in Italia
 - 1.1.2 Motivazioni e caratteristiche del Raffittimento a 7 km della Rete Geodetica IGM95
 - 1.1.2.1 Caratteristiche del raffittimento: interdistanza suggerita
 - 1.1.2.2 Rete di raffittimento "GPS3" del Catasto
 - 1.1.2.3 Procedure operative e di calcolo per la realizzazione di un raffittimento correttamente inquadrato
 - 1.1.2.4 Gestione dell'altimetria nel raffittimento GPS7
 - 1.1.2.5 Realizzazione del raffittimento GPS7 in Emilia Romagna
 - 1.1.3 Rete Dinamica Nazionale; frame geodetico basato su Stazioni Permanenti GPS
 - 1.1.3.1 Struttura della Rete Dinamica Nazionale
 - 1.1.3.2 Nuovo Sistema Geodetico nazionale
 - 1.1.3.3 Evoluzione della Rete Dinamica Nazionale
 - 1.1.3.4 Rete Dinamica Nazionale e fruibilità dei frame
- 1.2 - Servizi di posizionamento presenti in Italia
 - 1.2.1 Servizi delle Regioni
 - 1.2.2 Servizi dei Geometri
 - 1.2.3 Servizi promossi dai fornitori di strumentazione ed altri privati
 - 1.2.4 Inserimento di reti NRTK nel Sistema nazionale RDN
 - 1.2.5 Inquadramento di una rete regionale NRTK

Capitolo 2 - Scenario cartografico

- 2.1 - Carte tecniche, DB Topografici e loro aggiornamento
 - 2.1.1 Primo periodo - realizzazione analogica delle Carte Tecniche
 - 2.1.2 Secondo periodo - digitalizzazione delle Carte Tecniche e strutturazione nei DB Topografici
 - 2.1.3 Aggiornamento delle Carte tecniche e dei DB Topografici

- 2.1.4 Carte tecniche e DB Topografici nei siti web
- 2.2 - Mappe catastali e loro aggiornamento
- 2.3 - Adattamenti delle mappe catastali sulle carte tecniche

Capitolo 3 - Eventi recenti di interesse

- 3.1 - Decreto PCM - Adozione del Sistema di riferimento geodetico nazionale
- 3.2 - Decreto PCM - Regole tecniche per la definizione delle specifiche di contenuto dei database geotopografici
- 3.3 - Attività INSPIRE del Working Group Cadastral Parcels
- 3.4 - Attività del Progetto MUDE - Modello Unificato Digitale per l'Edilizia
- 3.5 - Prospettive per dati cartografici in coordinate assolute molto accurate

Capitolo 4 - Test preliminari NRTK

- 4.1 - Prima sperimentazione: rilievo di punti di controllo in un poligono di taratura per MMS
- 4.2 - Sperimentazioni sistematiche
- 4.3 - Test area reggiana
- 4.2 - Test area bolognese
- 4.3 - Conclusioni su caratteristiche di precisione ed accuratezza dei sistemi NRTK

Capitolo 5 - Test per il nuovo inquadramento cartografico

- 5.1 - Finalità del test
- 5.1 - Scelta di un'area in zona in forte trasformazione
- 5.2 - Acquisizione dati sui Punti fiduciali
- 5.3 - Verifica sui Punti Fiduciali presenti in mappa d'impianto
- 5.4 - Confronto tra distanze cartografiche e misurate fra i Punti Fiduciali
- 5.5 - Progetto e realizzazione delle nuove misure

Capitolo 6 - Conclusioni e proposte

- 6.1 - Conclusioni
- 6.2 - Proposta per una collaborazione tra ANCI e Università
- 6.3 - Proposta per una collaborazione tra ANCI e AdT

Bibliografia e siti web

Riassunto

Il contesto nazionale è cambiato recentemente per l'introduzione del nuovo Sistema Geodetico coincidente con quello Europeo (ETRS89, frame ETRF2000) e realizzato dalle stazioni della Rete Dinamica Nazionale. Sistema geodetico, associato al cartografico UTM_ETRF2000, divenuto per decreto obbligatorio nelle Pubbliche Amministrazioni.

Questo cambiamento ha consentito di ottenere rilevamenti dei dati cartografici in coordinate assolute ETRF2000 molto più accurate. Però quando i dati così rilevati vengono utilizzati per aggiornamenti cartografici perdono le coordinate originarie e vengono adattati a particolari cartografici circostanti.

Finalità della ricerca è progettare una modernizzazione delle mappe catastali e delle carte tecniche finalizzata a consentire l'introduzione degli aggiornamenti senza modificarne le coordinate assolute originarie definite durante il rilevamento; la prima parte dello studio ha valutato come sfruttare i recenti sviluppi di strutturazione dei dati topografici nel Database Geotopografico, di modellizzazioni 3D di fabbricati nelle esperienze catastali INSPIRE, di integrazioni in ambito MUDE tra informazioni sui progetti edilizi e quelle sulle loro realizzazioni.

Poi la ricerca è proseguita valutando i servizi di posizionamento in tempo reale NRTK presenti in Italia. Inoltre sono state effettuate sperimentazioni per verificare anche in sede locale la precisione e l'affidabilità dei servizi di posizionamento presenti.

La criticità della cartografia catastale deriva sostanzialmente dal due fatti: che originariamente fu inquadrata in 850 Sistemi e successivamente fu trasformata in Roma40 con una esigua densità di punti rimisurati; che fino al 1988 fu aggiornata con modalità non rigorose di bassa qualità.

Per risolvere tali criticità si è quindi ipotizzato di sfruttare le modalità di rilevamento NRTK per aumentare localmente la densità dei punti rimisurati e reinquadrare le mappe catastali.

Sono stati realizzati specifici test e una sperimentazione a Bologna che ha comportato un'analisi per individuare quali Punti Fiduciali considerare preliminarmente coerenti con le specifiche cartografiche.

La sperimentazione ha confermato l'ipotesi progettuale sulla possibilità effettiva di reinquadrare i dati cartografici e quindi di inserire i prossimi aggiornamenti senza modificarne le coordinate ETRF2000 ottenute dal servizio di posizionamento.

Title Positioning services and potentialities of cartographic updates with ETRF2000 absolute coordinates

Abstract

The national context has recently changed due to the introduction of the new Geodetic System as part of the European one (ETRS89, frame ETRF2000) and based on stations of National Dynamic Net. The Geodetic System, associated with the cartographic one UTM_ETRF2000, has become mandatory by decree in Public Administrations.

This change has allowed to obtain data with ETRF2000 absolute coordinates much more accurate than cartographic data. When these data are used for cartographic updates, they lose the original coordinates and they are fitted to nearby cartographic objects.

In order to design a modernisation of cadastral and technical maps aimed at allowing the introduction of updates without modifying their original absolute coordinates, the study evaluated first how to use developments of modelling of topographic data within the Geotopographic Database, 3D modelling of buildings in the INSPIRE cadastral activity, integrations between building projects and their realisation within the MUDE domain.

The study continued by evaluating positioning services in NRTK real time existing in Italy. Moreover, tests have been carried out to verify the precision and reliability of existing positioning services at the local level.

The criticalities of cadastral cartography are essentially that it was originally framed in 850 Systems and later transformed in Roma40 with a scarce density of points re-measured and that until 1988 it was updated with low-quality and non-rigorous modalities.

Taking advantage on NRTK data acquisition to locally increase the density of re-measured points and to re-frame cadastral maps allows to tackle these criticalities.

The test, carried out in Bologna, has entailed a preliminary analysis to choose which Fiducial Points to consider coherent with the cartographic specification and then used them to locally increase the density of re-measured points.

The test has achieved the project's aim, i.e. to include future updates without modifying ETRF2000 coordinates obtained by positioning services.



Introduzione

Nelle ultime due decadi i Servizi Cartografici Regionali sono stati fortemente impegnati dall'adeguamento evolutivo delle proprie Carte Tecniche; è stato un periodo di forte sviluppo tecnico che ha caratterizzato diversi tipi di contesti operativi cartografici: prima analogico, poi numerico e, recentemente, di sistema informativo geografico con la realizzazione del Data Base Topografico a varie scale.

Questa ricerca intende rivedere le modalità di realizzazione degli aggiornamenti cartografici e catastali alla luce delle potenzialità che si presentano attualmente date dal recente cambio di Sistema di riferimento nazionale che è diventato intrinsecamente legato ai sistemi di navigazione satellitare e questo rende i ricevitori GNSS lo strumento di rilievo primario.

Oggi un servizio di posizionamento, in quanto infrastruttura a rete di stazioni permanenti GNSS correlata alle stazioni (RDN) che materializzano il Sistema di riferimento geodetico nazionale (ETRF2000), ci consente di rilevare dati già direttamente inquadrati nel Sistema.

Al di là delle tecniche informatiche per effettuare un moderno trattamento di dati territoriali, attualmente l'aggiornamento della cartografia tecnica e l'indispensabile integrazione con quella catastale va rivisto profondamente alla luce delle modificazioni che ha subito il contesto geodetico in cui conviene e si deve operare, e la necessità di profonda integrazione dei Sistemi Informativi Territoriali a livello europeo. In primo luogo occorre far sì che i gestori delle carte tecniche e delle mappe catastali convertano il loro dati e li pubblicino in ETRF2000.

Nel passato per realizzare il rilevamento fotogrammetrico di una carta tecnica dovevamo seguire quattro fasi per inquadrare i dati nel Sistema di riferimento: individuare i vertici della rete geodetica nazionale presenti nell'area da cartografare, realizzarne il raffittimento, eseguire attività di triangolazione aerea per l'appoggio dei fotogrammi e, con la restituzione fotogrammetrica, disegnare in fogli parametrati il contenuto cartografico; poi in fase di aggiornamento, essendo i vertici della rete geodetica ed il suo raffittimento poco densi, per collegare le nuove misure a elementi di coordinate note si utilizzavano elementi già cartografati (possibilmente nella prima edizione) prossimi ai dati di aggiornamento.

Invece oggi, quando dobbiamo fare una nuova carta tecnica, per riferire i punti d'appoggio dei fotogrammi al Sistema di riferimento, possiamo rilevarli direttamente, senza alcun passaggio intermedio, con un servizio di posizionamento e saltare due delle fasi di lavoro precedentemente necessarie; questa semplificazione riduce ampiamente i tempi di lavoro per l'inquadramento e diminuisce i costi di realizzazione del prodotto.

Anche per quanto riguarda la cartografia catastale occorre tener conto del contesto nel quale è stata realizzata e aggiornata, in particolare che è stata realizzata all'impianto in moltissimi sistemi d'assi (850) e che le sue modalità di aggiornamento fino al 1988 sono state completamente analogiche.

Ne consegue che quando si aggiorna una carta e si utilizza un servizio di posizionamento, non si possono utilizzare direttamente le coordinate che vengono fornite perché le carte esistenti sono state rilevate in un contesto tecnologico precedente e la loro definizione del Sistema di riferimento è meno accurata.

Del resto occorre considerare che il rilevamento realizzato utilizzando i servizi di posizionamento in tempo reale si sta diffondendo molto rapidamente presso i professionisti perché si tratta di una tecnica che riduce notevolmente i costi di produzione del rilevamento; già nel 2011 [Ferrante FC., 2012] ha rappresentato il 30% dei rilevamenti di aggiornamento cartografico catastale.

Peccato che i dati così acquisiti in coordinate assolute con accuratezze paragonabili alla scala 1:200 [± 8 cm] debbano poi essere usati in termini relativi in un contesto nel quale la precisione sufficiente è quella caratteristica della scala 1:2.000 [± 80 cm]. Occorre cioè trattare i dati di aggiornamento in coordinate assolute come se fossero in coordinate relative ed adattarli al contesto cartografico utilizzando coordinate di oggetti già cartografati.

Per le pubbliche amministrazioni organizzare e sfruttare dati disponibili con alta accuratezza (1:200) potrebbe offrire vantaggi nelle correlazioni tra dati geografici in ambiente GIS; ad esempio nell'intersezione geografica di poligoni di dati relativi allo stesso edificio acquisiti in tempi e/o fasi operative diversi potrebbe segnalarci ogni differenza superiore alla decina di centimetri; quindi aiutarci a farci scoprire, utilizzando procedure automatiche in ambiente GIS, ampliamenti edilizi "non formalizzati".

Nella ricerca si rivisitano le precedenti esperienze di rideterminazione delle coordinate dei Punti Fiduciali e, partendo dalla attuale facilità ed economicità di realizzazione dei rilevamenti in tempo reale, si progetta di selezionare i fogli di mappa di aree in forte trasformazione urbanistica e, per essi, di rilevare tutti i PF presenti. Ciò corrisponderebbe ad una densificazione dei punti in doppie coordinate di 50-80 volte rispetto a quanto fatto negli ultimi vent'anni per trasformare piccoli e grandi sistemi d'assi Cassini-Solder nel Sistema nazionale Roma 40.

D'altra parte ora lo sviluppo delle attività edilizie si è molto ridotto: ad esempio a Bologna l'area di previsione della trasformazione urbanistica rappresenta solo il 3,8% ed è ricompresa soli 23 fogli rispetto ai complessivi 313 fogli della mappa comunale. Misurare tutti i PF così selezionati corrisponderebbe a soli 138 PF riconducibili complessivamente a circa 300 ore/operatore di attività di rilevamento NTRK ripetuto due volte e con materializzazione di due fuori centro per PF. Un carico di lavoro molto modesto se commisurato a quanto sarebbe stato necessario fare una decina d'anni fa potendo solo misurare distanze relative con basi GPS.

Il progetto prevede poi di riorganizzare i dati cartografici in tre macrolivelli di accuratezza posizionale relativi a <dati d'impianto>, a <aggiornamenti già realizzati>, a <prossimi aggiornamenti>. Per l'inquadrimento cartografico viene previsto di utilizzare le nuove coordinate dei PF relativi ai dati d'impianto; tra essi vengono esclusi quelli che hanno subito deformazioni locali durante la fase di digitalizzazione della mappa; la valutazione di "anomalia" cartografica del PF viene realizzata confrontando le mutue distanze cartografiche (distanze tra PF) con quelle misurate; sono state classificate anomale quelle superiori alla tolleranza definita per la scala di rappresentazione della mappa; ad esempio per la scala 1:2.000 quelle maggiori di 1,20 m.

Il progetto prevede quindi di gestire, con modalità analoghe a quelle del "Multiscala" nel DB Topografico, i dati relativi all'impianto cartografico con attributo d'accuratezza corrispondente alla scala cartografica originaria e quelli relativi ai prossimi aggiornamenti con attributo d'accuratezza corrispondente alla scala cartografica 1:200. Tutto questo permetterà di inserire i prossimi aggiornamenti cartografici senza cambiarne la posizione originaria definita durante il rilevamento salvo modifiche ("armonizzazioni") nei dati cartografici al contorno dell'area aggiornata.

Nello specifico, la ricerca riguarda una modalità di consultazione dei dati catastali per la valutazione dei PF idonei per il nuovo inquadrimento cartografico e la definizione di modalità per "certificare" il loro rilevamento NRTK.

Nel primo capitolo lo studio prende l'avvio con l'analisi dello scenario geodetico attuale, che vede la contemporanea presenza sul territorio di reti di riferimento statiche (IGM95 e suoi raffittimenti GPS7) e dinamiche (Rete Dinamica Nazionale) che debbono fornire il Frame del nuovo Sistema Geodetico introdotto in Italia, e cioè il Sistema europeo ETRS89, realizzazione ETRF2000. In realtà i servizi di posizionamento per il rilievo in tempo reale consentono anch'essi di inserirsi nel frame nazionale, sempre che le Reti NRTK dai quali sono emanati siano correttamente definite nel Sistema Nazionale. Questa parte della ricerca si conclude con una rassegna sulla diffusione dei servizi NRTK in Italia.

Nel secondo capitolo viene realizzata un'analisi dello scenario cartografico che, fin dagli anni settanta, ha visto il finanziamento delle Regioni per la produzione di Carte Tecniche a grande scala (a seconda delle zone 1:10.000, 1:5.000, 1:2.000) finalizzate alla standardizzazione delle attività di pianificazione territoriale degli Enti Locali; scenario cartografico che si complementa con l'analisi della cartografia catastale, delle sue modalità di aggiornamento e di come, dopo il 1988 siano state formulate varie proposte di "ricomposizione" cartografica e/o di proiezione delle mappe catastali sulla cartografia tecnica sfruttando punti omologhi.

Nella prima parte del terzo capitolo vengono commentati due decreti ministeriali pubblicati all'inizio del 2012: il decreto di *Adozione del Sistema di riferimento geodetico nazionale* e il decreto con le *Regole tecniche per la definizione delle specifiche di contenuto dei database geotopografici*. Il primo decreto contiene nelle sue parti complementari norme fondamentali per la standardizzazione dei servizi di posizionamento e lo sviluppo del rilevamento in modalità NRTK; il secondo decreto sviluppa e formalizza quanto precedentemente pubblicato in Intesa GIS (www.centrointerregionale-gis.it/script/Documenti_intesa.asp) sulla strutturazione e modellizzazione dei DB Topografici quali derivati per l'ambiente GIS dalle carte tecniche.

La ricerca prosegue nel terzo capitolo con una analisi di alcuni recenti eventi nel loro insieme significativi in ambiente GIS per lo sviluppo di progetti di riorganizzazione dei dati cartografici. Particolarmente importanti [parte 3.3] le regole previste sia in ambito catastale europeo (LADM Land Administration Domain Model), sia in ambito DB Geotopografico [parte 3.2] per integrare la cartografia con informazioni 3D sui fabbricati. Pensare di trattare in ambiente GIS una modellazione 3D dei fabbricati sia per le informazioni delle carte tecniche, sia per quelle catastali apre una importante applicazione da sviluppare [parte 3.4] nel contesto del MUDE (Modello Unificato Digitale per l'Edilizia) perché consente di correlare nello stesso Sistema di riferimento esterno ed interno del fabbricato; ovvero progetto dell'edificio presentato in Comune con realizzazione del fabbricato quale sommatoria di Pregeo e DOCFA relativi alle unità immobiliari collegate alla particella edificata. Il tutto in una cornice che vede la possibilità di definire per gli aggiornamenti un Sistema di riferimento standard (ETRF2000) con accuratezze le centimetriche offerte dal rilevamento in modalità NRTK. Applicazione quindi che consentirà di poter confrontare in ambiente GIS 3D progetto e realizzazione del fabbricato con accuratezze paragonabili ad una cartografia in scala 1:200 ed utili per segnalare eventuali differenze superiori alla decina di centimetri.

Nel quinto capitolo viene descritta una sperimentazione inerente l'area di un foglio catastale nella quale sono stati materializzati fuori centro per i Punti Fiduciali catastali ed individuati quelli idonei per re-inquadrare localmente i dati cartografici. Materializzazioni utili anche in futuro durante i prossimi rilievi di aggiornamento dei professionisti. Sia per i professionisti che rileveranno utilizzando i servizi di posizionamento perché posizionandosi su un punto di coordinate note (un fuori centro) potranno “certificare” la buona ricezione dei segnali satellitari; sia per i professionisti che useranno altre tecniche di rilevamento perché occupando punti di coordinate note (punti stazionabili fuori centro) potranno accuratamente orientare ed inquadrare il loro rilevamento. Sono state quindi allegate anche proposte di modalità per il nuovo rilevamento “certificato” dei Punti Fiduciali caratterizzato da una ripetizione delle acquisizioni NRTK e proposte di modalità per il nuovo rilievo di aggiornamento cartografico in modalità NRTK caratterizzate da occupazione di punti di coordinate note. La valutazione dei Punti Fiduciali catastali da ritenere idonei per il nuovo inquadramento cartografico è stata realizzata analizzando quelli relativi a fabbricati presenti nella mappa d'impianto controllando la congruenza tra “mutue distanze” (distanze relative tra Punti Fiduciali presenti nei libretti Pregeo) e le distanze cartografiche.

Nelle conclusioni, capitolo sei, viene indicato come, per meglio gestire la rappresentazione cartografica dei nuovi immobili, i Comuni potrebbero utilizzare la riorganizzazione dei dati cartografici qui proposta: divenirne quindi i promotori e finanziatori. Una attività che richiede un ampio coordinamento tecnico ed organizzativo che si propone, descrivendone i principali contenuti, di attuare con un accordo quadro tra ANCI e Università. Le conclusioni terminano delineando anche, in quanto prerequisito indispensabile, una seconda proposta di collaborazione, tra ANCI e Agenzia del Territorio, finalizzata ad ufficializzare ed utilizzare anche in ambito catastale l'uso dei miglioramenti cartografici finanziati a livello comunale.

Capitolo 1 - Scenario geodetico



1.1 - Rete geodetica d'inquadramento e di raffittimento

Il problema del posizionamento di punti del territorio e la conseguente necessità di definire tali posizioni rispetto a Sistemi di Riferimento definiti convenzionalmente e realizzabili praticamente è stato evidentemente affrontato “da sempre”. Negli stati moderni un sistema di riferimento è indispensabile per la realizzazione di cartografia e in generale per la distribuzione e fruizione delle informazioni territoriali. In questo capitolo si descrive come in Italia si è affrontato il problema del riferimento geodetico a partire dal secolo scorso e come si sta affrontando la necessità di interscambio di dati con gli altri Paesi dell’Unione Europea. Si osserva che le informazioni territoriali – la cartografia, nazionale, regionale, comunale, il Catasto, i Sistemi Informativi – sono stati costituiti nel corso degli anni, realizzati rispetto a varie definizioni di Sistema Nazionale e quei dati debbono continuare ad essere usati e aggiornati. Quindi è necessario rendere i vari sistemi di riferimento interoperabili e i dati scambiabili tra un sistema e l’altro.



1.1.1 - Sistemi Geodetici e loro Reti in Italia

L’esigenza di Sistemi Geodetici definiti su base nazionale è ovviamente stata sempre presente a partire dall’Unità d’Italia; senza tornare indietro alla situazione post-unitaria, si ricorda che in Italia tramite l’orientamento locale a Roma Monte Mario dell’ellissoide Internazionale (Hayford) ha portato a definire il Sistema Geodetico di Riferimento “Roma40” da metà del secolo scorso. Su tale Sistema geodetico si è sviluppata la cartografia nazionale a media e grande scala basata sulla rappresentazione conforme di Gauss, secondo il Sistema Cartografico Nazionale Gauss-Boaga.

Per rendere praticamente fruibile un Sistema occorre definire una serie di punti materiali (rete geodetica o “frame”) a posizione nota in quel sistema che possano essere usati dai rilevatori per

effettuare il raffittimento, ovvero per determinare punti di nuova istituzione che abbiano coordinate definite in quello stesso sistema.

Il Frame associato al Roma 40, la Rete Trigonometrica Nazionale, è stata articolata in Ordini e realizzata per consentire il “riattacco” di nuovi punti grazie a teodoliti. Anche quando si sono diffusi i distanziometri e contestualmente si è reso possibile effettuare calcoli rigorosi tramite compensazione in blocco delle osservazioni, la struttura della Rete Trigonometrica non è variata. Nel tempo alcuni vertici sono andati persi e altri istituiti; per le coordinate sono state effettuate campagne di ricalcolo e (soluzione dei primi anni '80) e quindi sono state aggiornate le coordinate dello stesso punto materiale.

I vertici della Rete Trigonometrica non risultavano più così adatti al riattacco in campagna da parte degli operatori dotati ormai di distanziometri e si rendevano necessari collegamenti “fuori centro” per le misure di distanza, precise, affidabili e rapide.

L’ingresso negli anni 80 dei ricevitori satellitari GPS come strumenti usuali di misura ha richiesto la rivisitazione del Frame, in quanto non più necessaria l’intervisibilità tra vertici mentre è invece indispensabile la possibilità di stazionamento sul vertice e la massima visibilità possibile del cielo e questo ha indotto l’IGM alla realizzazione anche in Italia di una nuova Rete geodetica, la IGM95, i cui vertici sono adatti allo stazionamento GPS e quindi al riattacco con questo tipo di strumenti.

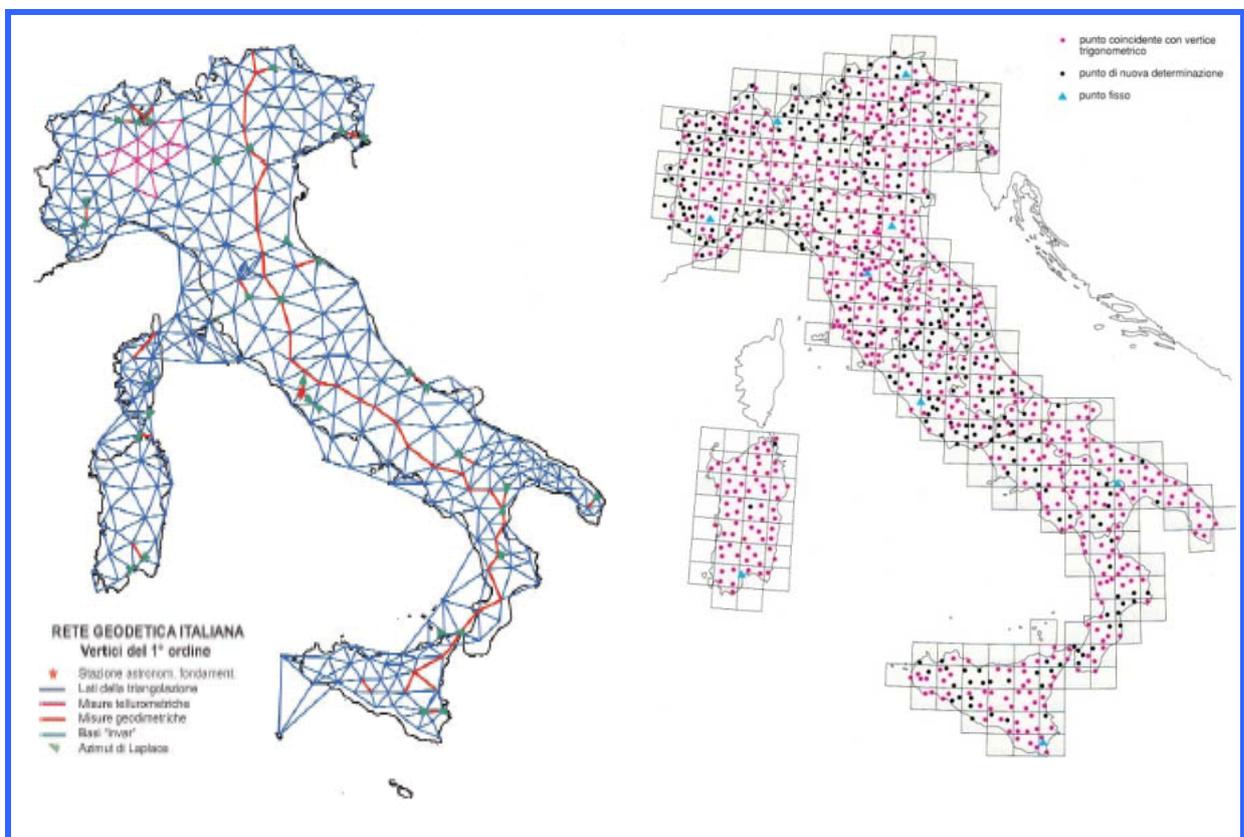


Fig. 1 - Rete Trigonometrica di I Ordine

Fig. 2 - Rete IGM95

Il rilievo della Rete è stato effettuato mediante l'esecuzione di basi GPS prolungate tra punti distanti tipicamente 20 km, in numero sovrabbondante per consentire la compensazione delle misure al termine della campagna di rilievo.

La definizione della posizione della rete in un contesto internazionale è stata effettuata inquadrandola, sempre tramite misure GPS, su alcuni vertici della rete European Permanent Network (EPN), opportunamente occupati durante la campagna di rilievo, con le coordinate fissate alla soluzione definita nel Sistema Geodetico Europeo ETRS89, realizzazione ETRF89, unica allora disponibile.

La rappresentazione cartografica associata è effettuata applicando la proiezione di Gauss contratta alle coordinate geografiche definite sull'ellissoide di riferimento GRS80, secondo lo schema cartografico UTM, e il relativo sistema cartografico è denominato nelle monografie dei vertici IGM95 come UTM-WGS84 (ETRF89).

Una parte dei vertici della nuova rete coincidono con i preesistenti vertici della Rete Trigonometrica Nazionale e quindi è stato possibile definire le coordinate dei vertici della nuova rete non solo in ETRF89 ma anche nel sistema nazionale Roma40 e nella controparte cartografica Gauss-Boaga.

Le reti citate, Trigonometrica e IGM95, sono denominate "statiche" per intendere che la definizione delle loro coordinate avviene con il calcolo di impianto della rete e la posizione così determinata rimane fissa nel tempo; successivamente possono essere eseguite sporadicamente campagne di rilievo o effettuati nuovi calcoli più raffinati, e questo porta alla ridefinizione di nuove coordinate che a loro volta rimangono stabili ancora per molto tempo.

La Rete IGM95 è stata pensata come unico ordine di punti di precisione sostanzialmente uniforme ma la sua densità è tale che la distanza di una generica porzione di territorio dai vertici della rete può essere piuttosto elevata ai fini dei rilievi tecnici che gli operatori si trovano ad eseguire, per cui l'organismo tecnico di coordinamento delle Regioni per i sistemi cartografici (dal 1979 *Centro Interregionale per le informazioni territoriali*, nel 2006 confluito nel CISIS - *Centro Interregionale per i Sistemi Informatici, Geografici e Statistici*) ha ritenuto conveniente promuovere il raffittimento della Rete tramite nuovi vertici a interdistanza tipicamente di 7 km (raffittimento denominato "GPS7") inquadrati sui vertici di rete IGM95 presenti sul territorio. Anche in questo caso comunque si tratta di una definizione della posizione dei punti a seguito di una campagna di misura e successiva campagna di calcolo, e quindi di una rete statica.

Questo raffittimento può a buona ragione essere considerato un secondo ordine della rete geodetica statica GPS. E' utile approfondire la genesi di tale raffittimento, anche per intendere la funzione che vi ha svolto il CISIS.

Tali raffittimenti sono stati poi trasmessi all'IGM che ha interesse ad inserire i punti GPS7 strutturalmente all'interno della rete IGM95.



1.1.2 - Motivazioni e caratteristiche del Raffittimento a 7 km della Rete Geodetica IGM95

La Rete Geodetica IGM95, resa disponibile all'utenza nella sua interezza attorno al 1997, è stata progettata con una interdistanza media dei vertici dell'ordine di 20 km, ma nella sua realizzazione d'impianto non si presenta omogenea ovunque (si veda nella precedente fig. 2, la distribuzione iniziale dei vertici in Emilia Romagna: come si vede ci sono aree nella quale la densità dei vertici risulta minore che altrove).

Anche supponendo di avere ovunque una maglia quadrata regolare di 20 km di lato, al centro della maglia ci trova a una distanza superiore ai 10 km (fino a circa 14 del centro) dal vertice di rete più vicino per cui l'operatore è costretto a effettuare spostamenti di quella entità dalla zona di rilievo e ad adoperare strumenti a doppia frequenza per poter calcolare correttamente la base; poiché non viene garantita la conservazione dei vertici, l'utente potrebbe essere costretto a percorrere una distanza anche maggiore prima di trovare un vertice IGM95.

Consapevoli di questi problemi operativi, che impongono oneri di rilievo elevati al professionista e che si ripercuotono poi sul cliente, ovvero sul privato cittadino per ogni operazione commissionata, il Catasto e il Centro Interregionale per i Sistemi Informativi concordarono di realizzare un raffittimento della rete IGM95 che portasse a una minore interdistanza dei vertici di posizione nota nel Sistema Geodetico (e Cartografico) Nazionale, ai quali gli operatori potessero collegarsi per inserire il proprio rilievo nel Sistema Nazionale.

Per approfondire il problema e definire le caratteristiche tecniche alle quali i raffittimenti dovevano sottostare, venne istituita una Commissione costituita da membri delle Regioni, dell'Associazione dei Comuni, di Enti Cartografici di Stato (IGM e Catasto) e dell'Università (Politecnico di Milano, Università di Bologna), che venne denominata “ *Gruppo di lavoro 'Reti plano-altimetriche' dell'intesa Stato-Regioni del 26 settembre 1996 per le attività di raffittimento primario della rete geodetica fondamentale italiana*”.

La Commissione prese in considerazione la realizzazione di una rete di Stazioni Permanenti GPS distribuite sul territorio nazionale per consentire il collegamento tramite post processamento (non esisteva ancora la tecnologia di rilievo in tempo reale) e venne anche fatta una audizione con personale TIM che aveva fatto un primo studio di fattibilità, ma che poi abbandonò il progetto. La realizzazione di una rete di Stazioni Permanenti non era prevedibile a breve anche per l'assenza di soggetti che ne sostenessero economicamente la realizzazione, e che comunque sarebbero diventati monopolisti del settore: né Regioni, né Enti Locali né lo Stato erano disponibili a sostenere le spese per la realizzazione di una rete di Stazioni permanenti GPS.

Venne quindi proposta la realizzazione di un raffittimento della rete Geodetica Nazionale da realizzare a cura degli Enti Locali sul territorio di competenza, con il supporto economico delle Regioni, oppure direttamente dalle Regioni che ne avessero avuto la volontà.

Nel 2001 venne emanata una Specifica tecnica per realizzare raffittimenti della rete IGM95 (www.centrointerregionale-gis.it/script/documenti.asp si veda “*Raffittimento della Rete Fondamentale IGM95 - Specifiche tecniche*”), allo scopo di indicare procedure che rendessero omogenee tali reti che sarebbero state commissionate in tempi diversi, a cura di soggetti diversi e realizzate da differenti Ditte.

1.1.2.1 - Caratteristiche del raffittimento: interdistanza suggerita

Primo oggetto di discussione fu la interdistanza tra i nuovi punti, dalla quale dipendeva da un lato la facilità di fruizione da parte dell’utenza, ma dall’altro influenzava fortemente i costi di realizzazione.

Il Catasto era interessato a realizzare un raffittimento a interdistanza di tre km per favorire l’impiego misto della tecnica tradizionale di rilievo con teodoliti e distanziometri con il nuovo metodo di rilevamento satellitare. Tale interdistanza avrebbe consentito di effettuare poligoni tradizionali di lunghezza limitata per collegare le aree di interesse ma portava alla necessità di realizzare un numero di vertici molto elevato e quindi a spese notevoli per la realizzazione della rete.

Dopo accurate valutazioni sui costi e sull’utilità da un punto di vista tecnico di avere una densità piuttosto che un’altra, venne scelta l’interdistanza di 7 km in modo che in tutto il territorio un vertice di raffittimento non distasse più di 5 km dall’area di rilievo, con il che il collegamento poteva essere realizzato anche con ricevitori mono frequenza con breve durata della sessione.

Ne risulta che “*La rete di raffittimento è costituita da tutti i vertici della rete di inquadramento e da punti di nuova istituzione omogeneamente distribuiti sul territorio in modo da portare la densità ad un punto ogni 50 km², tale che la distanza fra i punti della rete di raffittimento risulti mediamente dell’ordine di 7 km e comunque mai superiore a 9 km ed inferiore a 5 km.*”

Una interdistanza di 3 km avrebbe fatto sì che la massima distanza di un vertice di raffittimento da ogni punto del territorio fosse dell’ordine di un paio di km: quindi più facilmente raggiungibile, ma la durata di stazionamento sarebbe stata pressoché la stessa e sarebbe stato però necessario realizzare una rete più che quadrupla, con costi ritenuti non sostenibili dalle Regioni.

1.1.2.2 - Rete di raffittimento “GPS3” del Catasto

Il Catasto con fondi propri aveva iniziato la realizzazione di una rete di raffittimento con interdistanza di 3 km ripartendo il territorio nazionale in Lotti. Il primo lotto venne aggiudicato ad una Ditta di rilevanza nazionale, con un ribasso d’asta molto elevato: troppo elevato, dopo due anni di lavoro la Ditta pagò la penale e abbandonò il lavoro. Un secondo Lotto venne aggiudicato ad un prezzo ancora più basso e (credo) i lavori non ebbero neppure inizio.

Un terzo lotto ebbe maggior fortuna, ma lo scrivente non ha trovato informazioni sulle reti realizzate in quel contesto.

Il Catasto, particolarmente interessato a fornire una rete di raffittimento al mondo professionale, si trovò quindi a disporre di una cifra non spesa che venne dirottata al nuovo progetto GPS7 per consentire il cofinanziamento da parte delle Regioni del progetto. La stessa Emilia Romagna, assai attiva nel progetto, ricevette dei fondi tramite i quali cofinanziò le operazioni realizzate dalle sue Provincie.

1.1.2.3 - Procedure operative e di calcolo per la realizzazione di un raffittimento correttamente inquadrato

Il Gruppo di lavoro ‘Reti plano-altimetriche’ fu incaricato della redazione di Specifiche Tecniche per l’esecuzione di una Rete di Raffittimento GPS7 e anche di Reti di Livellazione di raffittimento a due livelli di precisione. I documenti conclusivi sono reperibili in rete, sito CISIS (www.centrointerregionale-gis.it/script/documenti.asp).

Più precisamente le specifiche per la rete GPS7 riguardano:

- la realizzazione del Progetto
- la materializzazione dei vertici GPS
- le modalità di rilievo delle basi
- il calcolo intrinseco della rete e il controllo di qualità delle misure
- l’inquadramento nella rete IGM95

L’esecuzione delle operazioni previste nei primi quattro punti sopra citati fornisce una rete di punti noti nelle tre coordinate –latitudine, longitudine, quota ellissoidiche, oppure geocentriche X,Y,Z – nel “Sistema WGS84” come definito dalle monografie della rete IGM95.

L’ultimo punto riguarda l’inquadramento nel frame nazionale (IGM95) , che a sua volta costituiva il raffittimento italiano della rete EUREF definita nel sistema ETRS89, frame ETRF89.

Poiché il sistema allora vigente (e fino a tutto il 2011) era il Roma40, era necessario eseguire il passaggio a questo sistema tramite una trasformazione conforme (o trasformazione “a sette parametri”) grazie all’utilizzo delle doppie coordinate dei vertici della rete d’inquadramento IGM95 che si prescriveva venissero a far parte della Rete di Raffittimento. In particolare, visto che per ragioni organizzative ed economiche le reti sarebbero state effettuate “a macchia di leopardo”, si imponeva nelle Specifiche il collegamento dei vertici IGM95 in un intorno di 10 km circa attorno alla zona di rilievo (oltre che evidentemente di tutti i vertici ricadenti all’interno dell’area raffittita).

La Rete IGM95 viene così a svolgere la sua funzione d’inquadramento in una struttura unica di rilievi parziali svolti in tempi successivi in zone adiacenti, senza però poter garantire la congruenza totale sui bordi delle zone limitrofe.

Mentre la tecnica di misura con ricevitori geodetici GPS e quella del calcolo delle relative basi è nota alle Ditte specializzate nel settore, le operazioni di controllo di qualità delle misure, la valutazione del raggiungimento delle precisioni cercate e l’inserimento nella Rete Geodetica Nazionale sono operazioni assai più delicate, e questo era tanto più vero nel periodo di redazione delle specifiche, quando ancora non erano state completamente distribuite le coordinate della rete IGM95 e quindi neppure i parametri di trasformazione nel Gauss Boaga.

Per questo motivo le Specifiche Tecniche furono redatte in forma tale da descrivere in modo stringente le operazioni di calcolo e inquadramento che andavano eseguite per il raffittimento; nel seguito si riportano in corsivo alcuni significativi stralci dei paragrafi relativi alle prescrizioni per le elaborazioni perché indicativi delle modalità di realizzazione e calcolo dei raffittimenti

.....

“3.4 - CALCOLO DELLE COORDINATE WGS84 DEI VERTICI DELLA RETE DI RAFFITTIMENTO

Inizialmente si eseguirà un calcolo di compensazione ai minimi vincoli, finalizzato a verificare la precisione intrinseca delle misure; i valori dei semiassi maggiori delle ellissi standard piane dovranno risultare minori o uguali a 3 cm, e lo s.q.m. in quota dovrà risultare minore o uguale a 5 cm.

Potranno essere accettati eccezionalmente e motivatamente, per una piccola percentuale di punti (non superiore al 5%) dei valori che oltrepassino tali limiti, ma comunque in nessun caso superiori rispettivamente a 5 cm e 8 cm. I valori dei semiassi maggiori delle ellissi relative piane riferite a coppie di punti collegate da una base debbono essere minori od uguali a 2 cm e lo s.q.m. della differenza di quota dovrà risultare minore di 3 cm

Si sottolinea che le indicazioni riguardo l’altimetria si riferiscono esclusivamente alle quote ellissoidiche risultanti dalla compensazione in blocco delle basi GPS, e non alle quote s.l.m. della rete altimetrica delle quali si tratta separatamente in un paragrafo successivo.

.... Alla compensazione intrinseca, seguirà una procedura di adattamento alla rete di inquadramento, consistente in una rototraslazione con variazione di scala tridimensionale.

Per la stima dei parametri della trasformazione, eseguita secondo il principio dei minimi quadrati, andranno utilizzati come punti doppi tutti i vertici IGM95 presenti in rete. Le differenze tra le coordinate rototraslate e quelle di monografia (i residui della trasformazione) daranno indicazione della congruenza del nuovo rilievo con le coordinate di monografia.

Se qualche punto di inquadramento presenta residui elevati, superiore a 10 cm, la rototraslazione con variazione di scala sarà eseguita senza tenere fissi i punti fuori tolleranza, le cui coordinate saranno quindi rideterminate ai soli fini dei lavori in appalto comunicando l'inconveniente all'IGM. “

.....

“4.1 – TRASFORMAZIONE NEL SISTEMA ROMA40

I vertici della rete di raffittimento, dovranno essere riferiti al sistema geodetico nazionale ROMA40. Le coordinate saranno ottenute tramite i grigliati ed i relativi software di interpolazione forniti dall'IGM, di imminente pubblicazione.

Attualmente le coordinate nel sistema ROMA40 possono essere determinate tramite una trasformazione conforme a sette parametri (relazione di Helmert, Allegato 1). A tal fine possono essere utilizzati i sette parametri assegnati ai vertici IGM95 aventi validità nell'ambito di circa 10 chilometri dal punto IGM95 stesso.

Ove la zona interessata dal raffittimento sia sufficientemente ampia da comprendere più vertici IGM95 (es. intere Province od anche Regioni), il Direttore dei Lavori può disporre che la determinazione delle coordinate, nel sistema ROMA40, dei punti di raffittimento e/o di dettaglio, avvenga tramite una trasformazione conforme spaziale (rototraslazione con variazione di scala) che consenta l'utilizzo tanto delle quote dei capisaldi, che delle coordinate ellissoidiche dei vertici di inquadramento che infine delle coordinate tridimensionali di punti (definiti in planimetria e quota).

Andranno utilizzati come punti noti in entrambi i sistemi:

- i vertici IGM95 quotati ortometricamente come punti pieni ;*
- i vertici IGM95 non quotati ortometricamente (come punti noti in due dimensioni);*
- i capisaldi della rete di inquadramento altimetrico collegati ai vertici di raffittimento, come punti quota.*

Verranno usati di norma almeno 5 punti a quota nota e 4 punti a coordinate ellissoidiche note.

Dovranno essere segnalati eventuali residui della trasformazione ritenuti ‘anomali’; l'entità della ‘anomalia’ è strettamente legata alla situazione locale della rete nazionale plano altimetrica; tali anomalie non possono essere imputate alla Ditta appaltatrice se sono state rispettate le specifiche indicate sulla qualità della rete intrinseca e il numero dei punti usati nella trasformazione.

Indicativamente si considerano ‘anomali’ residui sulle componenti dell'ordine di 15 cm e superiori. I vertici di inquadramento inconsistenti che presentano tali residui non verranno utilizzati come punti doppi nella trasformazione, che sarà ripetuta senza di essi.

La trasformazione, eseguita tramite stima a minimi quadrati, fornirà:

- un set di parametri di trasformazione (traslazioni, variazione di scala, rotazioni) validi su tutto il territorio oggetto di rilievo,
- le coordinate ROMA40 dei vertici della rete di raffittimento, ottenute trasformando le coordinate WGS84 (ETRF89) precedentemente calcolate, tramite i parametri stimati.

1.1.2.4 - Gestione dell'altimetria nel raffittimento GPS7

Dal punto di vista altimetrico le quote di tipo ellissoidico dei vertici di raffittimento derivano dai rilievi GPS e dal calcolo di compensazione sui vertici d'inquadramento (IGM95).

Per le quote di tipo (pseudo) ortometrico vigenti in Italia, veniva suggerito l'uso di Ondulazioni del Geode calcolate sulla base di un grigliato raffittito a livello nazionale, calcolato dal Politecnico di Milano e commissionato dall'IGM che ne è proprietario, denominato ITALGEO95.

In un periodo successivo l'originario modello di ondulazione, calcolato con dati gravimetrici e DTM, veniva adattato sempre a cura del Politecnico sfruttando le quote ortometriche dei vertici IGM95 di codice 700 per i quali cioè sono noti entrambi i tipi di quote (ortometriche e ellissoidiche dai rilievi GPS) e quindi costituiscono valori sperimentali dell'ondulazione, usati appunto per ottenere un nuovo modello meglio adattato all'Italia; la versione successiva del modello venne chiamata ITALGEO99.

Per quanto attiene la componente altimetrica delle reti di raffittimento, partendo dal modello di ondulazione originario disponibile era possibile eseguire un adattamento locale del modello usando le ondulazioni 'sperimentali' costituite dai punti IGM95 "tipo 700" presenti nell'area di rilievo, integrati da altri punti doppi costituiti dai punti GPS7 di nuova realizzazione, dei quali fosse stata misurata la quota ortometrica con opportuni collegamenti altimetrici eseguiti allo scopo. Anche in questo caso l'adattamento vale localmente ma serviva a sanare l'offset che il modello di ondulazione presentava nell'area del rilievo (non solo per ITALGEO95 ma anche per ITALGEO99).

Come noto, una volta ottenuto un modello di ondulazione $N(\varphi,\lambda)$, per ogni punto misurato con GPS di coordinate (φ,λ,h) , in particolare i vertici di raffittimento non quotati, la quota ortometrica legata a quella ellissoidica dalla relazione:

$$H = h - N(\varphi,\lambda)$$

Il Gruppo di Lavoro citato ha anche emanato delle specifiche per la realizzazione di linee di livellazione a due differenti livelli di precisione, uno dei quali finalizzato appunto a quotare punti GPS7 in aree nelle quali non erano già presenti linee di livellazione e che non richiedevano

precisione molto elevata: per questo tipo di rilievi si imponeva un errore chilometrico di 5mm, cioè l'errore nel dislivello tra capisaldi distanti L_{km} km doveva essere contenuto in:

$$\sigma_{\Delta H} = 5 \sqrt{L_{km}} \text{ mm}$$

1.1.2.5 - Realizzazione del raffittimento GPS7 in Emilia Romagna

La Regione Emilia-Romagna ricevette quota parte dei finanziamenti erogati dal Catasto per il raffittimento e promosse l'esecuzione di reti a livello Provinciale fornendo un contributo economico alla struttura che la avrebbe realizzata, con l'obbligo di seguire le Specifiche Tecniche nella materializzazione, nel rilievo e nel calcolo delle reti. Peraltro il raffittimento veniva parcellizzato in nove sottoreti fondamentalmente autonome, realizzate in tempi diversi.



Fig. 3 - Collegamenti nella realizzazione della Rete GPS7 in Emilia Romagna

I raffittimenti sono stati realizzati in un arco di tempo piuttosto lungo (più o meno tra il 2001 e il 2007), a cura delle Provincie in qualche caso in concomitanza con la realizzazione di cartografia numerica.

Ciascun Committente ha redatto un Capitolato d'Appalto autonomo, recependo le Specifiche Tecniche al suo interno, integrandolo per eventuali condizioni specifiche esistenti nella Provincia e bandendo autonomamente una gara. Col passare del tempo ci sono stati anche adattamenti in funzione dei prodotti via via messi a disposizione dall'IGM.

La necessità di rendere integrabili le sotto reti provinciali tra di loro era ben presente. Si è previsto il collegamento dei punti di nuova materializzazione a tutti i vertici della rete nazionale IGM95 presenti all'interno dell'area rilevata (la Provincia), ma anche in un intorno di 10 km esternamente ad essa.

Inoltre venne fatto obbligo di inserire nella rete Provinciale anche i punti GPS7 che fossero già stati realizzati nelle Province limitrofe e già inquadrati in IGM95, in modo da legare tra di loro sottoreti adiacenti: evidentemente questo non è stato possibile per le prime reti.

La elaborazione delle misure ha ovviamente seguito le indicazioni delle Specifiche emanate con solo poche integrazioni migliorative che hanno comportato qualche calcolo aggiuntivo. Si riporta il grafico della posizione dei vertici GPS7 in Emilia Romagna, per i quali è stato richiesto all'IGM l'inquadramento nella rete IGM95.

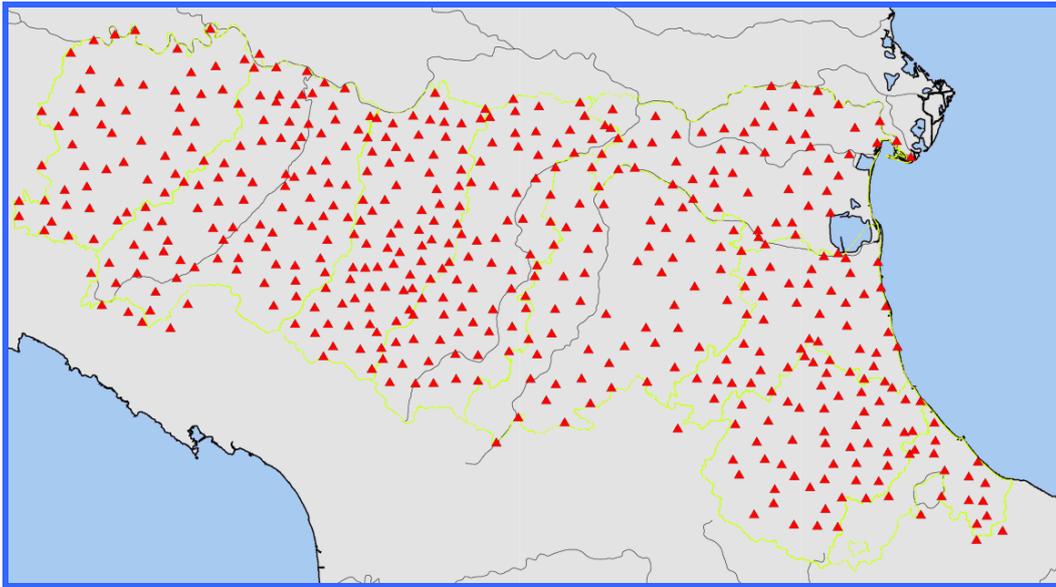


Fig. 4 - Vertici GPS7 realizzati dalla Regione Emilia-Romagna con la collaborazione delle Province



1.1.3 - Rete Dinamica Nazionale; frame geodetico basato su Stazioni Permanenti GPS

Un ricevitore satellitare tenuto in funzione senza soluzione di continuità su una materializzazione stabile fa nascere una “Stazione Permanente” che può fornire dati con continuità h 24.

Si può valutare che ad oggi in Italia siano installate circa 500 Stazioni Permanenti, gestite sia da privati che da Enti di Ricerca e Agenzie; una indagine commissionata dal CISIS ad alcune Università ne fornisce un primo censimento (Biagi et al. 2009).

Alcune di queste Stazioni sono state realizzate singolarmente da professionisti, scuole, università, mentre altre sono state realizzate in gruppi che costituiscono delle Reti di S.P. gestite unitariamente da strutture e Enti come avviene per la rete dell'ASI, per quella di grandi dimensioni finalizzata al monitoraggio sismico dell'INGV, a reti di Enti locali e di associazione di privati realizzate per scopi tecnici; la posizione di ciascuna stazione è calcolata contestualmente nell'ambito della specifica struttura, secondo i criteri che il gestore si è dato autonomamente. Ormai sono numerose a esempio le reti NRTK, cluster di Stazioni Permanenti

finalizzate al rilievo in tempo reale che si sviluppano in ambito provinciale e regionale; va sottolineato che le maggiori Ditte fornitrici di ricevitori GNSS tendono a gestire unitariamente le stazioni permanenti proprie e di clienti, realizzando in pratica strutture NRTK a diffusione nazionale, per quanto non distribuite omogeneamente sul territorio.

1.1.3.1 - Struttura della Rete Dinamica Nazionale

Per definire un nuovo Frame per il sistema geodetico nazionale, l'IGM ha eseguito una selezione tra le SP esistenti in modo da individuare un sottoinsieme distribuito uniformemente sul territorio e in grado di offrire a priori garanzie di continuità di funzionamento e ha organizzato la raccolta delle ricezioni acquisite da quelle Stazioni in un ben definito periodo di tempo, quattro settimane a cavallo tra la fine del 2007 e l'inizio del 2008.

L'IGM ha quindi proceduto alla compensazione in blocco dei dati di 99 stazioni permanenti per il periodo 357/2007 - 019/2008 e ha così determinato la posizioni delle stazioni della "Rete Dinamica Nazionale". Tra le stazioni della RDN compaiono 13 appartenenti ai frame internazionali, tutte quelle della rete IGS presenti in Italia e altre appartenenti esclusivamente della rete EPN, in Italia e nelle immediate prossimità.

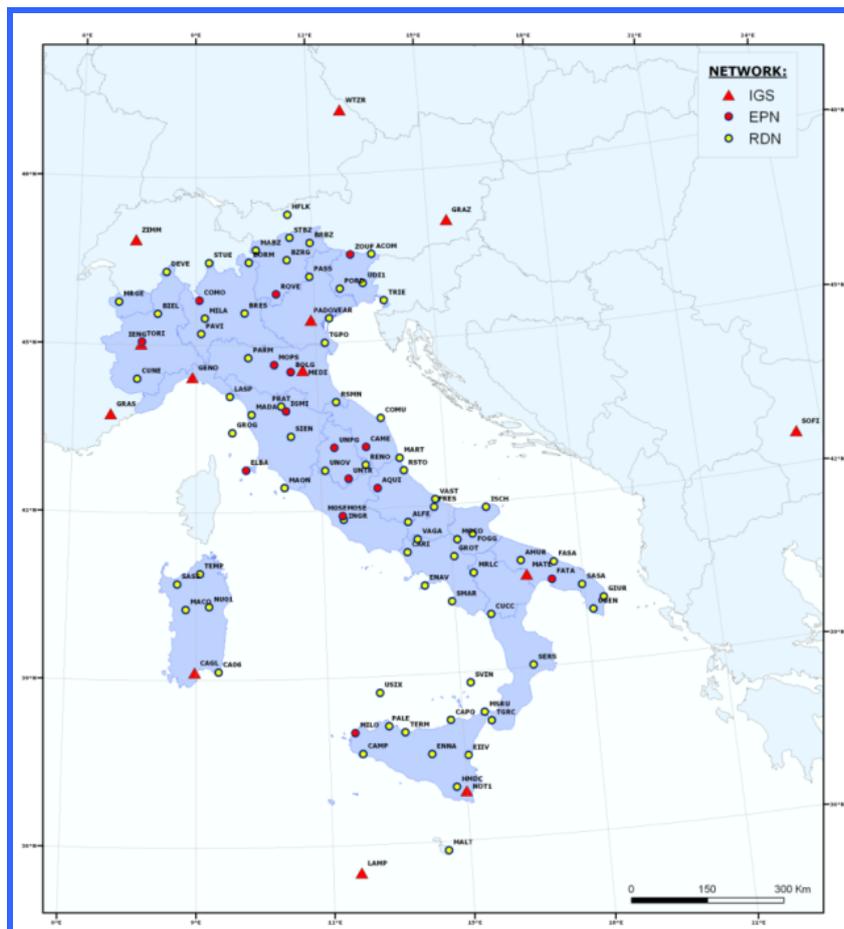


Figura 5 - Rete Dinamica Nazionale; struttura d'impianto

Il calcolo è stato eseguito sui 28 giorni di dati, inquadrando la rete sulle 13 stazioni di ordine superiore, inserendo così la posizione di RDN nel contesto internazionale. I calcoli sono come noto piuttosto complessi e articolati: per una validazione internazionale EUREF richiede che gli stessi dati vengano trattati da più centri di calcolo indipendenti e possibilmente con diversi software riconosciuti internazionalmente, per evitare la presenza di errori sistematici di trattamento e valutare la coerenza e la precisione effettiva delle soluzioni indipendenti. I calcoli sono stati eseguiti anche da alcune università (Politecnico di Milano e G3, Università di Padova) utilizzando il software Bernese e dal DICAM dell'Università di Bologna che ha utilizzato oltre al Bernese anche altri due codici di largo uso in contesti scientifici, GAMIT e GIPSY, avendo la massima cura di seguire sempre le specifiche EUREF, sotto l'auspicio e il supporto del CISIS.

Definito il set di coordinate che definiscono la posizione delle Stazioni della Rete nel sistema utilizzato per i calcoli (ITRF05), queste sono state trasportate nel sistema europeo ETRS89 tramite i metodi e i parametri suggeriti da EUREF (Altamimi et al, 2007).

1.1.3.2 - Nuovo Sistema Geodetico nazionale

A seguito dei risultati delle elaborazioni effettuate dai Centri di Calcolo ricordati, EUREF ha dichiarato nel maggio del 2009 la rete RDN essere il raffittimento italiano della Rete europea EPN. Questo ha fornito *tecnicamente* un frame di raffittimento accettato internazionalmente. Dal punto di vista normativo, è stato pubblicato sul Supplemento ordinario n. 37 della Gazzetta Ufficiale n. 48 del 27/02/2012 un Decreto sulla "Adozione del Sistema di riferimento geodetico nazionale" che all'art 2 recita:

“Dalla data di pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale..... il Sistema di riferimento geodetico nazionale adottato dalle amministrazioni italiane e' costituito dalla realizzazione ETRF2000 - all'epoca 2008.0 - del Sistema di riferimento geodetico europeo ETRS89, ottenuta nell'anno 2009 dall'Istituto Geografico Militare, mediante l'individuazione delle stazioni permanenti l'acquisizione dei dati ed il calcolo della Rete Dinamica Nazionale”

Quindi per le pubbliche amministrazioni è fatto obbligo di adottare il Sistema Geodetico ETRS89 realizzato dal Frame ETRF2000, in armonia con quanto avviene in Europa anche alla luce di quanto indicato dalla Direttiva INSPIRE.

1.1.3.3 - Evoluzione della Rete Dinamica Nazionale

La nuova rete geodetica è stata denominata “dinamica” in quanto le stazioni permanenti acquisiscono dati con continuità e sono in grado potenzialmente di controllare e ridefinire la

propria posizione in ogni momento in cui venga richiesto, col solo ritardo imposto dai tempi di calcolo. Comunque, resta il fatto – indispensabile dal punto di vista pratico – di definire la posizione dei vertici della rete ad una certa data, nella fattispecie l’epoca 2008.0, e di conservare dette coordinate per un congruo periodo di tempo.

La caratteristica di “dinamicità” della rete suggerisce e consente di verificare la stabilità della rete nel tempo, senza che questo si traduca nella ufficializzazione delle nuove coordinate via via assunte; è cioè indispensabile il monitoraggio della rete, reso possibile dall’acquisizione in continuo delle misure da parte delle Stazioni Permanenti.

Un elemento di criticità nella scelta, peraltro suggerita e forse obbligata da ragioni economiche, di utilizzare un elevato numero di stazioni di diversi enti proprietari consiste nella difficoltà di ottenere il flusso dei dati con la necessaria continuità e soprattutto automaticità.

Per il monitoraggio di RDN l’IGM ha concentrato gli sforzi organizzando la raccolta di 4 settimane di dati a intervalli di sei mesi, senza vincoli nella conservazione della struttura iniziale della rete.

N°	Epoca centrale	Giorno inizio	Giorno fine	N° stazioni	N° file giornalieri
1	2008.0	357/2007	019/2008	98	2595
2	2008.5	167/2008	194/2008	73	1928
3	2009.0	356/2008	017/2009	89	2260
4	2009.5	165/2009	192/2009	97	2454
5	2010.0	354/2009	016/2010	87	2189

Tabella 1 - della consistenza di RDN durante le elaborazioni

La tabella 1 riporta le epoche centrali attorno le quali si dispongono le quattro settimane di dati e la consistenza della rete a quell’epoca, in termini di numero di stazioni che compongono la rete e di numero di file giornalieri usati per la elaborazione in blocco. In (Barbarella et al., 2010 b) è riportato nel dettaglio il contributo di ciascuna delle complessive 102 diverse stazioni che hanno partecipato alle realizzazioni di RDN nei cinque spezzoni temporali analizzati.

Il DICAM ha elaborato i cinque spezzoni usando i due software GAMIT e GIPSY; nel seguito si riportano questi risultati, che successivamente saranno confrontati con le elaborazioni fatte col Bernese da IGM e dalle Università che partecipano al progetto PRIN2008 finanziato dal MIUR.

Le elaborazioni sono state eseguite nel sistema ITRF05 con inquadramento sulle 13 stazioni appartenenti anche ai frame internazionali, come fu eseguito anche per l’impianto di RDN all’epoca 2008.0.

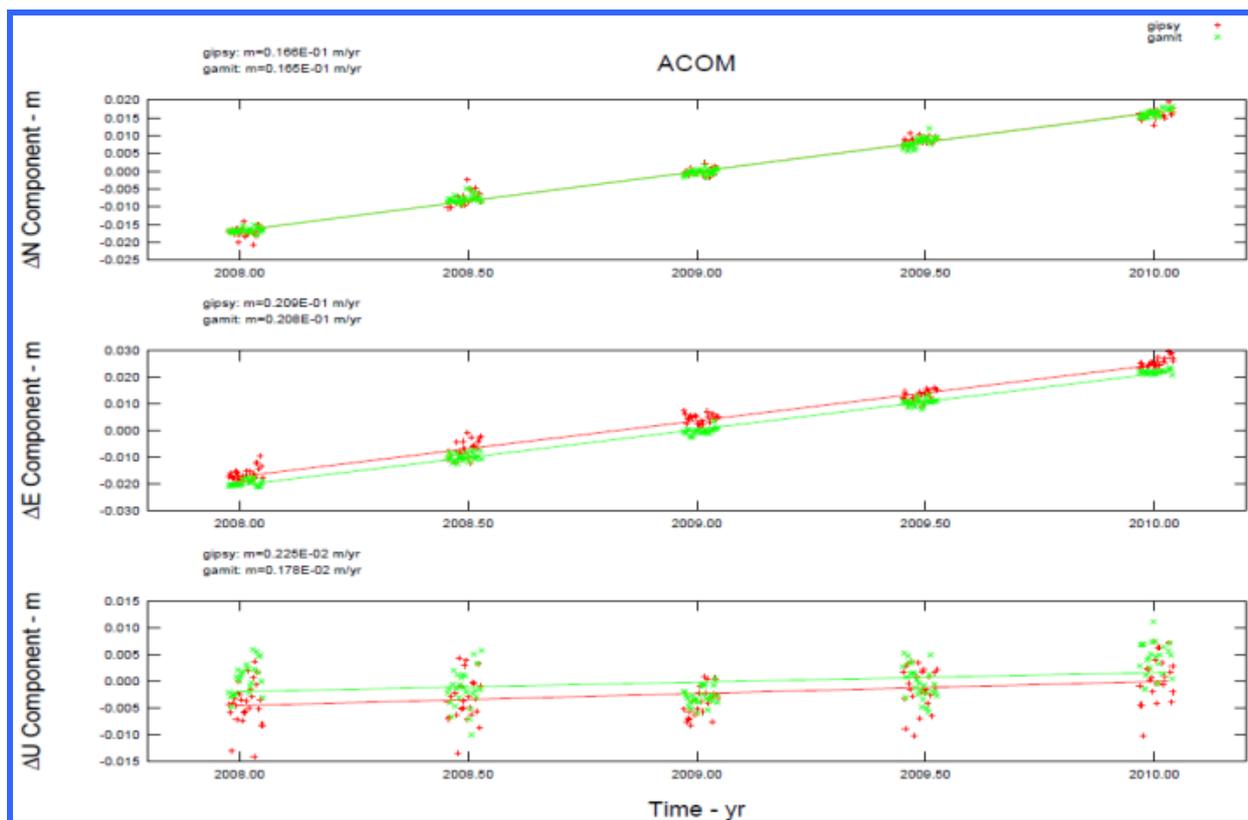


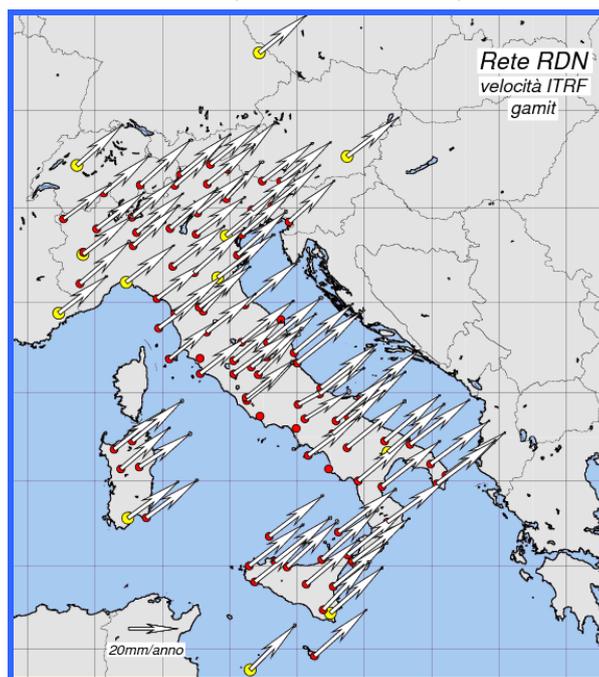
Figura 6 - Andamento delle coordinate di una stazione RDN

Riportando in un grafico le soluzioni giornaliere ottenute per le coordinate dei punti, si ha per le stazioni un andamento delle coordinate del tipo di quello riportato in Figura , relativo ad una generica stazione (la prima in ordine alfabetico); i due colori individuano ciascuno la soluzione con un software e le linee rappresentano le rette di regressione dei dati ottenuti con i due software impiegati. L'analisi degli andamenti della varie stazioni che sono comuni ai rilievi mostra che ovviamente in alcuni casi sono presenti discontinuità nel trend presente per le componenti planimetriche, dovute a sostituzioni nelle materializzazioni (o nel firmware) e a movimenti crostali.

Generalmente le componenti nord ed est mostrano rette di regressione con pendenze sensibili mentre per la quota c'è una maggiore varietà di comportamento e una più elevata dispersione, manifestando la stabilità sostanziale dei valori nel tempo o un trend molto meno marcato. L'andamento delle componenti planimetriche è dovuto al movimento delle stazioni di riferimento, solidali alla placca eurasiatica che è in movimento rispetto al Sistema Geodetico mondiale ITRF05 adottato. Nel biennio analizzato i movimenti manifestati dalle stazione sono rappresentate in figura 7.

In media su 95 stazioni che sono significativamente presenti nel periodo 2008-2010, i movimenti valutati tramite la pendenza della retta interpolante gli spezzoni di dati sono rappresentabili con i parametri statistici riportati in Fig. 8.

a - velocità ITRF (scala 20 mm/anno)



b - velocità ETRF (scala 20 mm/anno)



c - velocità ETRF (scala 4 mm/anno)

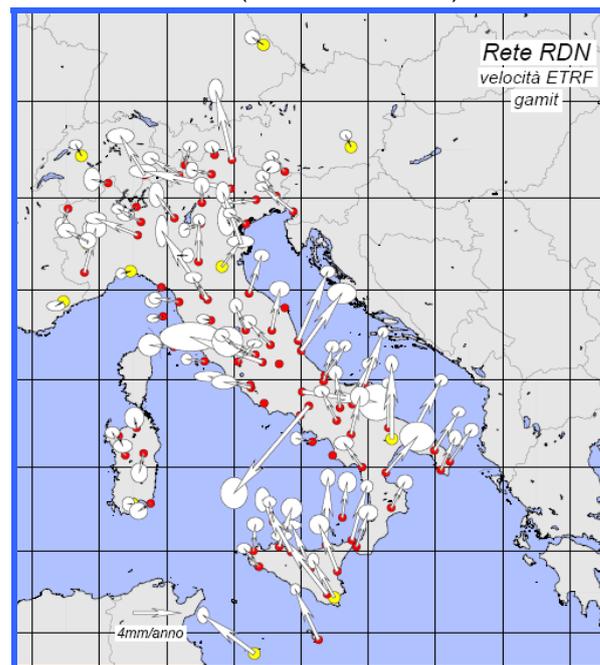


Figura 7 - Spostamenti annuali di stazioni di RDN nel biennio 2008-2009

Software	GAMIT			GIPSY		
	Est	Nord	Up	Est	Nord	Up
Media(mm)	21.3	17.4	-0.3	21.0	17.2	1.1
dev.st (mm)	2.1	1.8	1.9	2.3	1.7	2.4

Tabella 2 - del movimento medio dei vertici di RDN nel sistema ITRF05

Questo effetto viene eliminato considerando le posizioni nel sistema ETRF2000: le variazioni di posizione giornaliere in questo sistema per lo stesso punto considerato precedentemente, figura 7, sono riportate in figura 8.

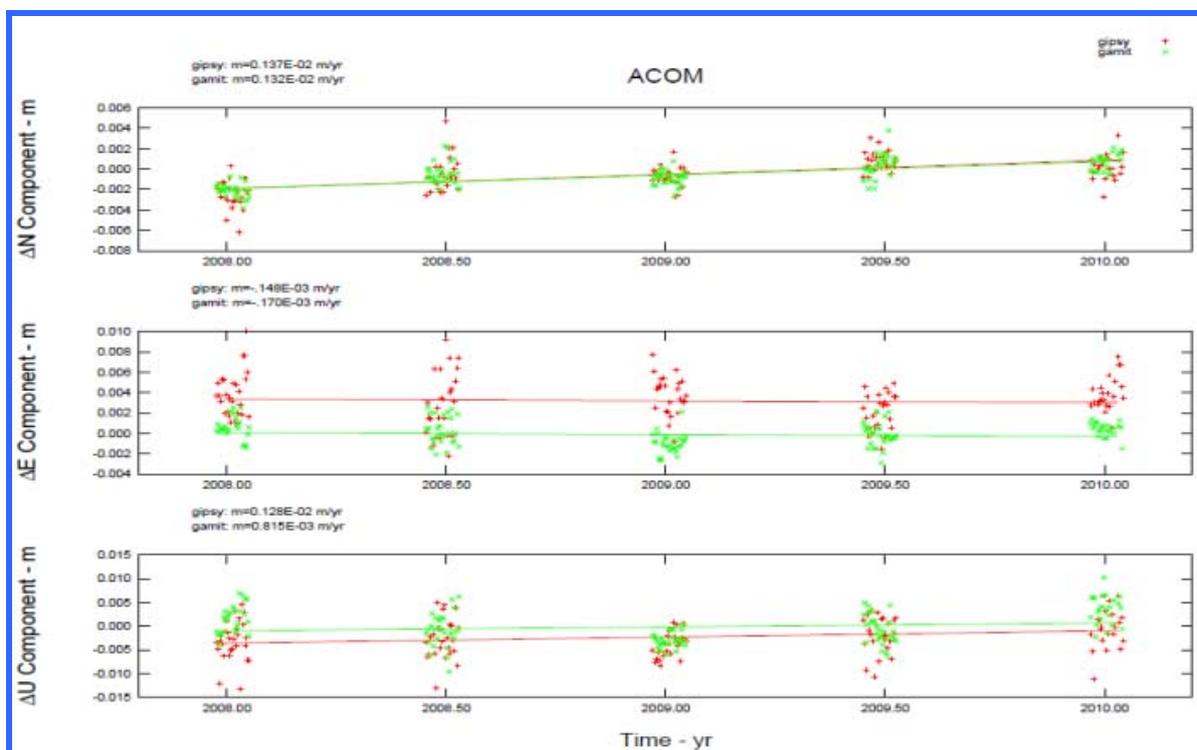


Figura 8 - Andamento della stazione ACOM in ETRF2000

Il trend annuale si riduce almeno di un fattore dieci, passando da circa 1.6 -2.1 a 0.13 – 0.02 cm/anno per questo punto specifico, ma rappresentativo della rete.

In media sulle stazioni della Rete RDN lo spostamento planimetrico annuo riscontrato è di +2 mm/anno in nord e -1 mm/anno in est, cioè *mediamente* non significativo; si osserva però che i dati presentano un range che va da -6 a +6 mm/anno , per cui anche rispetto al frame ETRF2000 ci sono stazioni che mostrano movimenti di oltre mezzo centimetro all'anno.

1.1.3.4 - Rete Dinamica Nazionale e fruibilità dei frame

Appurata la sostanziale stabilità e la generale affidabilità della Rete Dinamica occorre definirne le modalità di fruizione.

Una rete d'inquadramento serve per riattaccare un rilievo al Sistema geodetico del quale la rete di vertici costituisce il Frame. In termini statici tradizionali occorre che siano note le coordinate dei vertici e sia possibile effettuare misure su di essi. Nel caso di reti di stazioni permanenti significa conoscerne le coordinate a una certa data (e possibilmente la velocità) e avere a disposizione i dati di ricezione GPS/GNSS in maniera fruibile, per esempio strutturati in file

RINEX a 30 secondi. Da qui la necessità che i dati delle stazioni permanenti che compongono RDN siano facilmente accessibili su un sito unico e siano in qualche misura “filtrati” con l’eliminazione di dati non affidabili. Attualmente l’utente dovrebbe provvedere a scaricare i dati dai siti dei gestori delle diverse stazioni. L’IGM e il CISIS stanno operando per rendere fruibili i dati in un sito centralizzato, ma finché questo non sarà realizzato, la rete RDN rimane di faticoso utilizzo.

Comunque la RDN non è l’unico frame oggi a disposizione.

L’IGM ha provveduto a inquadrare la rete geodetica “statica” IGM95 (le cui coordinate d’impianto erano congruenti con la realizzazione dell’ETRF89) nel nuovo Sistema Geodetico Nazionale basato sul frame europeo ETRF2000 tramite campagne di misure di collegamento delle Stazioni Permanenti RDN con i vertici IGM95 circostanti. Queste misure, assieme a quelle d’impianto, hanno consentito l’inquadramento della rete IGM95 nel nuovo frame.

Le coordinate dei vertici IGM95 nel nuovo sistema geodetico vengono fornite nel sito IGM tramite correzioni da apportare ai valori di latitudine, longitudine, quota ellissoidica riportate nella monografia del vertice, per cui gli utenti già in possesso di queste possono aggiornare le coordinate al nuovo sistema semplicemente apportando le correzioni fornite; si veda la sezione “*Aggiornamento delle coordinate della Rete IGM95 al frame ETRF2000*” del sito dell’IGM (<http://www.igmi.org>).

Dunque allo stato attuale il Frame di più immediato uso per accedere al nuovo Sistema Geodetico Italiano rimane la rete statica IGM95, però con le coordinate aggiornate al sistema geodetico vigente ETRS89_ETRF2000.

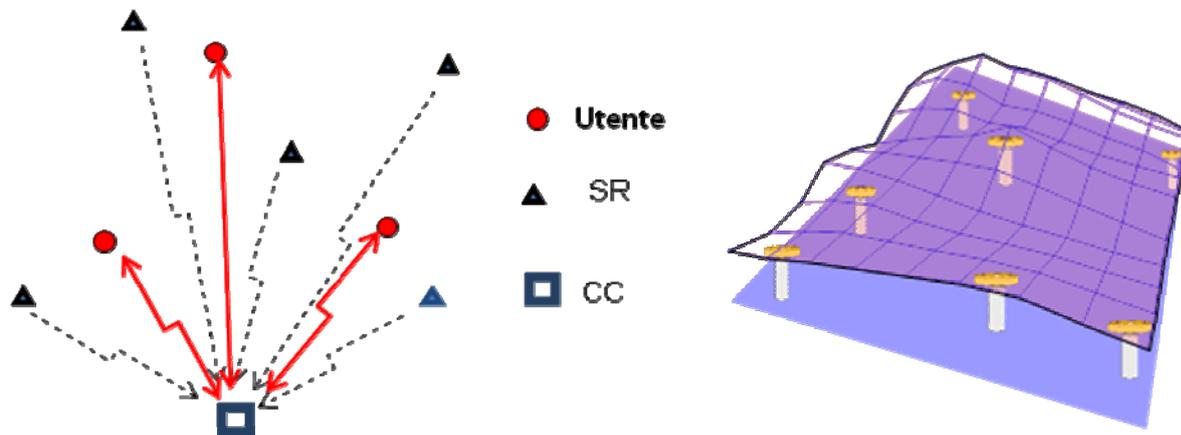
Uno dei motivi dichiarati di utilità del frame basato su Stazioni Permanenti è quello di consentire l’inquadramento di precisione di reti per il rilievo in tempo reale; si riporta un esempio di questo tipo di applicazione.



1.2 - Servizi di posizionamento presenti in Italia

Negli ultimi anni sono entrati nel mercato e si sono rapidamente diffusi sistemi per il rilievo in tempo reale con ricevitori GNSS. Tali sistemi come ben noto si basano sul fatto che le Stazioni Permanenti GPS/GNSS possono essere organizzate in modo da poter interagire ed essere connesse “in tempo reale” con un centro di controllo che ne elabora i dati di ricezione, in modo

da costituire Reti NRTK (Network Real Time Kinematic), in grado di fornire supporto tramite opportune correzioni agli utenti in campagna consentendo loro di effettuare rilievi di elevata precisione impiegando un ricevitore e, appunto, le correzioni ricevute dal Centro di controllo.



Le reti NRTK consentono una grande efficienza nel rilievo tecnico GPS e quindi possono essere usate praticamente per tutte le applicazioni anche di precisione, ovviamente catastali comprese.

Pur richiedendo una struttura assai complessa e sensibili investimenti, l'importanza pratica di questa tecnica di misura fa sì che recentemente siano state realizzate in Italia a cura di differenti strutture numerose reti NRTK con ambito di azione provinciale o più spesso regionale; in aggiunta a queste iniziative, le principali Ditte fornitrici di strumentazione GNSS in Italia hanno organizzato servizi di supporto al posizionamento in tempo reale in ambito nazionale, sia pure con diversa densità di stazioni

Prima di descriverli si vuole sottolineare come questi diventano una vera e propria infrastruttura geodetica in quanto consentono l'inserimento della posizione dell'utente direttamente in un sistema assoluto, quello nel quale sono definite le coordinate delle Stazioni di Riferimento usate per fornire il servizio. Se queste sono inquadrare correttamente nel Sistema Geodetico Nazionale vigente, anche l'utilizzatore (finale) del servizio viene ad essere inquadrato in quel sistema.

E' indispensabile che le reti siano correttamente inquadrare nel Frame nazionale e a questo scopo evidentemente è assai utile l'uso della rete RDN che raffittisce localmente il frame Europeo EPN (European Permanent Network) che realizza l'ETRF2000.

In Italia sono tre i raggruppamenti dei soggetti che stanno fornendo servizi di posizionamento per scopi tecnici: Regioni, ordini professionali e fornitori di strumentazione GPS-GNSS; quasi tutti forniscono anche i servizi NRTK per il tempo reale e la maggior parte nello scorso anno sono stati inquadrati nel Sistema nazionale RDN. Concluderemo questa parte descrivendo i servizi esistenti e le modalità d'inquadramento di una rete regionale NRTK.



1.2.1 - Servizi delle Regioni

Nel 2003 la Regione Lombardia fu la prima regione ad istituire una infrastruttura regionale di Stazioni Permanenti per il posizionamento; una best practice che nel tempo è stata emulata da altre dieci Regioni e Province autonome, in ordine alfabetico: la Regione Abruzzo, la Provincia di Bolzano, la Regione Campania, la Regione Liguria, la Regione Veneto, la Regione Friuli Venezia Giulia, la Regione Piemonte, la Regione Puglia, la Provincia di Trento e la Regione Umbria.

Si tratta di Servizi di Posizionamento importanti anche nella realizzazione e nel monitoraggio della Rete Dinamica Nazionale: 24 tra le 99 stazioni permanenti scelte nel 2008 per RDN appartengono ai Servizi delle Regioni.

Inoltre le Regioni, tramite il Centro Interregionale CISIS, hanno finanziato e stanno continuando a finanziare le Università italiane incaricate dei calcoli per il referaggio di RDN: sia quello iniziale, sia quelli periodici di valutazione delle velocità delle Stazioni Permanenti presenti in RDN.



Figura 9 - Homepage dei servizi di posizionamento delle Regioni

Per approfondimenti:

Provincia di Bolzano - STPOS - www.stpos.it

Provincia di Trento - TPOS - <http://www.catasto.provincia.tn.it/TPOS>

Regione Abruzzo - Web Stazioni Permanenti <http://gpsnet.regione.abruzzo.it/>

Regione Campania - Rete Regionale <http://gps.sit.regione.campania.it>

Regione Friuli Venezia Giulia - Rete A. Marussi <http://www.regione.fvg.it>

Regione Liguria - Rete Regionale GNSS <http://www.gnssliguria.it/>

Regione Lombardia - GPS Lombardia <http://www.gpslombardia.it/i>

Regione Piemonte - Piemonte GNSS <http://gnss.regione.piemonte.it>

Regione Puglia - http://www.sit.puglia.it/portal/sit_cittadino/Documenti/GNSS

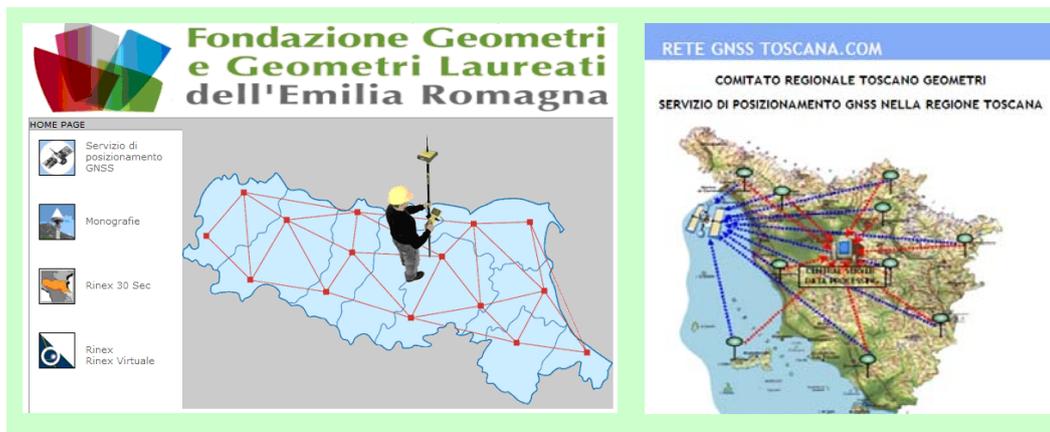
Regione Umbria - GPSUMBRIA <http://www.umbriageo.regione.umbria.it>

Regione Veneto - Rete GPS Veneto <http://147.162.229.63/Web/index.php>



1.2.2 - Servizi dei Geometri

Sono attualmente presenti due casi: quello dell'Emilia Romagna e quello della Toscana



Il servizio di posizionamento nell'Emilia Romagna è stato realizzato dalla Fondazione Geometri e Geometri Laureati dell'Emilia Romagna. Dal marzo 2012 è inquadrato in RDN-ETRF2000 (2008.0). L'infrastruttura è costituita da quindici Stazioni Permanenti GNSS con una interdistanza di circa 30 km distribuite uniformemente sul territorio regionale; le stazioni sono dotate di ricevitore Topcon Odyssey-RS GPS+GLONASS inserito in un Rack e dotata di un'antenna Choke Ring Topcon CR-3 monumentata su palo in acciaio; ogni stazione acquisisce con continuità i segnali (codice e fase, tutte le frequenze) emessi dai satelliti visibili, 24 ore su 24 per tutti i giorni della settimana, e li trasmette al centro di controllo; questo è composto da 3 PC Server, dai Software MeridianaSAT e GNSMART.

Per il tempo reale fornisce i seguenti servizi:

- NEAREST il software NRTK trasmette all'utente la correzione dalla stazione più vicina;

- VRS (Virtual Reference Station) il software NRTK genera una correzione calcolata in base alla posizione del Rover; emula infatti una stazione (detta per questo virtuale) posta in prossimità dell'utente;
- FKP (Flachen Korrektur Parameters) il software NRTK genera una correzione calcolata in base alla posizione del Rover, con parametri di correzione medi calcolati per interpolazione tra le stazioni circostanti della rete;
- MAC (Master-Auxiliary Concept) il software NRTK genera una correzione calcolata in base ai dati di una stazione assunta come master (di solito la più vicina all'utente) corretti in base ai dati di altre stazioni della rete considerate ausiliarie;
- DGPS servizio di correzione di solo Codice per ricevitori portatili ad uso GIS;
- Certificato delle misure; un nuovo servizio relativo allo stato della rete in prossimità del rilevatore durante le operazioni NRTK.



Per approfondimenti www.gpsemiliaromagna.it

Il servizio di posizionamento nella Toscana è stato realizzato dal Comitato Regionale Toscano Geometri; però anche nel febbraio 2013 risulta con 279 utenti registrati ma ancora in costruzione.

Per approfondimenti www.retegnstoscana.com

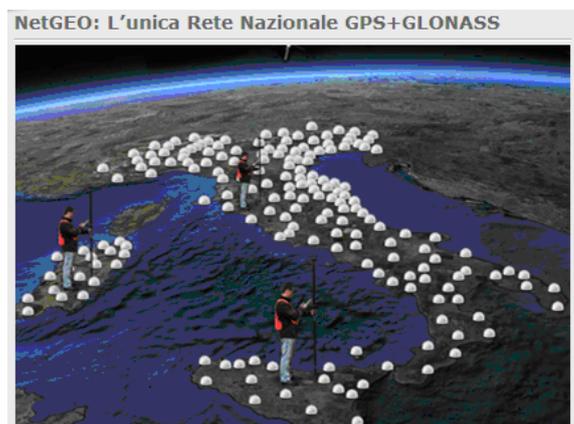


1.2.3 - Servizi promossi dai fornitori di strumentazione e altri privati

Sono attualmente presenti due casi di servizi di posizionamento a carattere nazionale ed uno a carattere regionale; i primi due sono NetGEO, promosso da Geotop, e ItalPoS, promosso da Leica-Geosystem, il terzo, Sarnet, è relativo alla Sardegna, utilizza strumentazione Trimble; i tre servizi di posizionamento vengono forniti previa sottoscrizione di abbonamento.

Il servizio di posizionamento NetGEO

NetGEO è inquadrata nel sistema di riferimento ETRF2000-RDN (Rete Dinamica Nazionale) con la certificazione dell'Istituto Geografico Militare, in questo modo gli utenti possono posizionarsi in tempo reale e post-processamento direttamente nel nuovo Sistema di Riferimento ufficiale italiano. *“Nel calcolo di compensazione è stato inoltre verificato, per ogni stazione sia di NetGEO che di RDN, l'eventuale presenza di*



outlier, ovvero di soluzioni giornaliere con scarti sulle coordinate stimate superiori a 15 mm in planimetria e 30 mm in quota. L'assenza di outlier rassicura sulla buona qualità dei dati raccolti dalla Ditta GEOTOP, ed anche sulla correttezza della procedura seguita nel calcolo.”

La rete distribuisce correzioni di codice e fase per il posizionamento differenziale secondo approcci di rete come la VRS (Virtual Reference Station) oppure dalla Stazione più vicina (NEAREST). E' possibile usufruire di correzioni differenziali di solo codice DGPS per applicazioni tipo GIS.

Sono inoltre scaricabili i dati Rinex con intervalli di campionamento a 1 e 30 secondi per il posizionamento relativo statico, statico-rapido e cinematico.

La Rete NetGEO è costituita da 200 Stazioni Permanenti dotate di ricevitori Topcon NET-G3A, NET-G3, Odyssey-RS oppure GB-1000 e antenne Topcon CR-G3, CR-3, G3-A1 oppure PG-A1 in grado di acquisire segnali dalla costellazione satellitare americana GPS e dalla costellazione russa GLONASS. Ciascuna stazione permanente invia in tempo reale al Centro di Controllo presso la Geotop le osservazioni effettuate dai satelliti. Il calcolo di rete viene effettuato dal software TopNET realizzato da Topcon. Per approfondimenti www.netgeo.it

Il servizio di posizionamento ItalPoS

La rete Leica SmartNet ItalPoS è una rete di stazioni permanenti GNSS a copertura nazionale costituita da più di cento stazioni e utilizza sistema di coordinate RDN-ETRF2000.

Per il tempo reale trasmette correzioni con i metodi i-MAX, MAX, VRS e FKP secondo il protocollo standard NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol) fornite all'utenza con tecnologia GSM o GPRS.



Fornisce anche download di file RINEX delle stazioni con campionamento a 30 secondi e di RINEX file di stazioni virtuali con campionamento a 5 e 30 secondi.

Si avvale di collaborazione universitaria per il monitoraggio e la validazione dei dati distribuiti.

Per approfondimenti <http://smartnet.leica-geosystems.it>

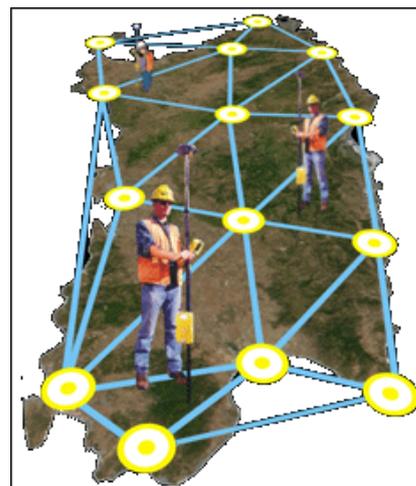
Il servizio di posizionamento SARNET

La rete SARNET è una rete di stazioni permanenti GNSS a copertura regionale costituita da 14 stazioni in Sardegna.

Realizzata da due società private: Sardinia.it e Geodesia Tecnica; si avvale della collaborazione scientifica dell'Università di Cagliari.

Trasmette correzioni per il tempo reale con i metodi DGPs, RTK, VRS e fornisce dati anche per il Post Processing.

Per approfondimenti <http://www.sarnet.it>



1.2.4 - Inserimento di reti NRTK nel Sistema nazionale RDN

Da quanto descritto in precedenza risulta in pratica che nella stessa area possono essere forniti servizi da più strutture NRTK indipendenti l'una dalle altre: sarebbe auspicabile che l'inquadramento delle stazioni costituenti le reti e quindi il posizionamento fornito all'utente fosse lo stesso per tutte, ovvero nel Sistema Geodetico Nazionale. Attualmente la realtà è che l'utilizzo di diversi servizi nella stessa zona ha evidenziato la presenza di offset che sono almeno in parte attribuibili (a parere dello scrivente) al fatto che le coordinate delle stazioni delle reti NRTK non sono fissate nell'identico Datum.

Si ribadisce quanto detto in precedenza, che l'accurato inquadramento delle Stazioni Permanenti NRTK nel Sistema Geodetico Nazionale è un elemento importante di omogeneizzazione dei rilievi, per cui nel successivo paragrafo si riporta quanto effettuato nel caso di una rete regionale.



1.2.5 - Inquadramento di una rete regionale NRTK

Tra le esperienze di inquadramento di reti regionali NRTK si riporta quella relativa alla rete realizzata in Emilia Romagna dalla Fondazione dei Geometri e Geometri Laureati della Emilia-Romagna. La rete NRTK considerata si compone di 15 stazioni, distribuite uniformemente all'interno del territorio regionale con interdistanza media di 30 km, composta da ricevitori e antenne e materializzazioni dello stesso tipo: la rete presenta quindi forti caratteristiche di omogeneità, come del resto le reti regionali NRTK realizzate ad hoc. La rete è entrata in funzione commercialmente da gennaio 2009 ma i dati di ricezione (file RINEX a 30 sec) sono disponibili a partire dal settembre 2007 per quasi tutte le stazioni. La rete era quindi in funzione

durante il periodo nel quale è stata determinata la rete RDN (28 gg tra la fine del 2007 e l'inizio del 2008).

Per effettuare il calcolo di inquadramento sono quindi stati disponibili i seguenti dati:

- ricezioni delle stazioni FoGER, da settembre 2007 a marzo 2011, quindi anche nel periodo di impianto di RDN;
- ricezioni delle stazioni RDN, le stesse usate per la definizione della rete, comprensive di:
- ricezioni delle 13 stazioni internazionali usate per inquadrare RDN in ETRF2000 e sempre disponibili in rete.

Il calcolo è stato eseguito usando i dati dei 28 giorni (tra la fine del 2007 e l'inizio del 2008) delle stazioni FoGER e quelli di alcune stazioni di RDN; si è ritenuto opportuno usare le stazioni RDN interne e circostanti, per una fascia di 100 km, all'Emilia Romagna: sono state così individuate 11 stazioni RDN, che sono state usate per l'inquadramento delle stazioni FoGER

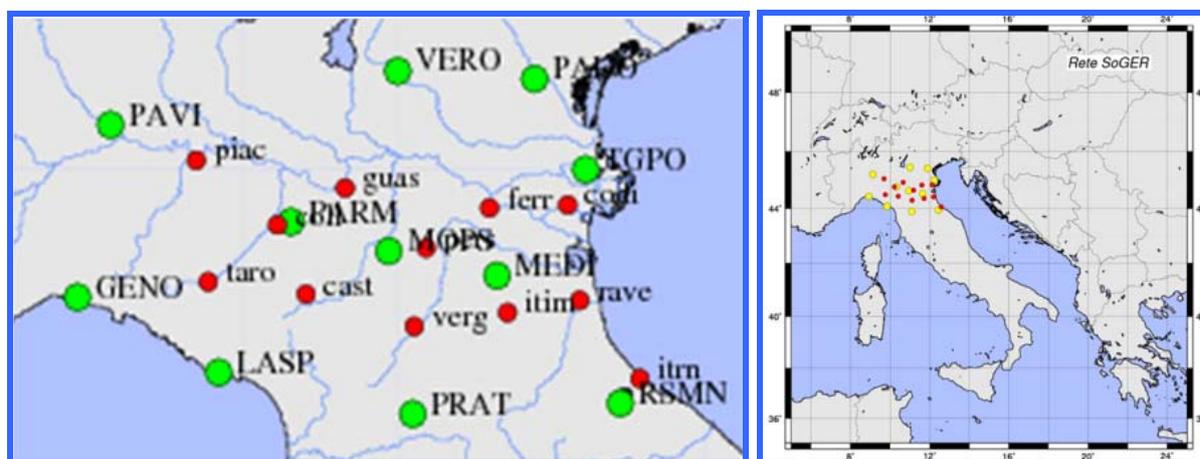


Figura 10 - Stazioni FoGER (cerchi rossi, piccoli) e stazioni RDN usate per l'inquadramento

E' sembrato non opportuno allargare ulteriormente la fascia di stazioni RDN in quanto già in questo modo le stazioni di riferimento erano molto numerose: poco meno di quelle da inquadrare.

I calcoli sono stati effettuati con le stesse procedure adottate per RDN e sempre con l'impiego di due software per il controllo, e si sono ottenute coordinate completamente congruenti a quelle d'impianto (epoca 2008.0) di RDN.

Un altro modo di effettuare l'inquadramento della rete locale NRTK è di utilizzare direttamente le 13 Stazioni della rete EPN utilizzate anche per RDN, by-passando completamente quest'ultima: si noti che in questo caso sarebbe possibile usare l'archivio dati FoGER completo e non più limitato ai 28 giorni di dati disponibili per il primo calcolo di RDN: i dati delle stazioni IGS e EUREF sono direttamente disponibili in rete.

Per effettuare il confronto diretto tra le due modalità comunque si sono usate le stesse 4 settimane di dati. Per le 13 stazioni si utilizzano le coordinate presenti sul sito IGS.

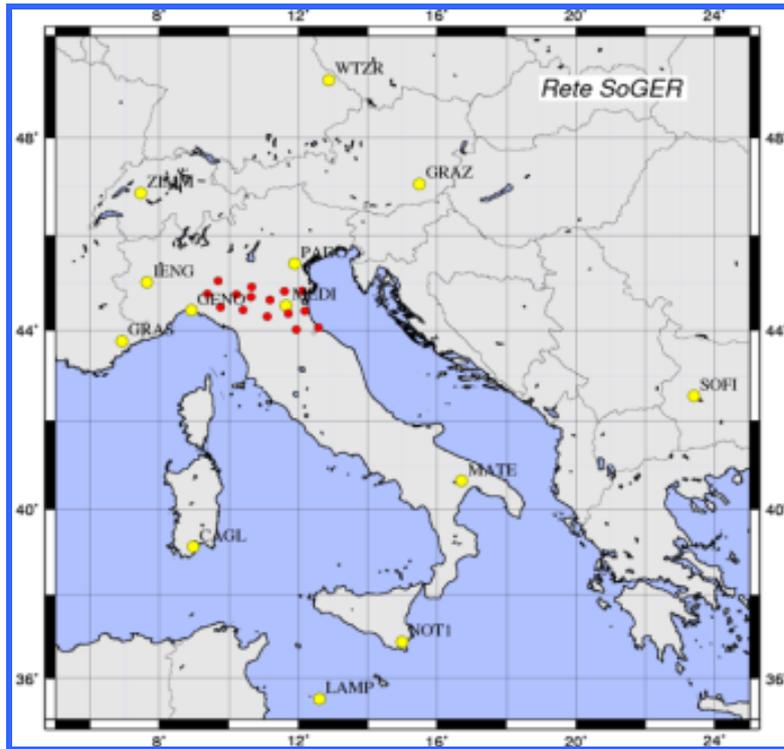


Figura 11 - Inquadramento della Rete FoGER (punti rossi) sulle Stazioni IGS (cerchi gialli)

Confrontando le coordinate calcolate con le due modalità d'inquadramento (con e senza RDN, stesso spezzone di dati) si ottengono i risultati riportati nella tabella di figura 14 che riporta media, scarto quadratico medio (sqm) e massimo valore assoluto delle differenze riscontrate nelle coordinate calcolate dei vertici FoGER (software usato in relazione ai dati in tabella: Gamit).

Diff. (mm)	Δ Nord	Δ Est	Δ Up
Media	-0,4	0,2	0,4
s.q.m.	0,1	0,1	0,2
Max val.ass.	0,5	0,3	0,6

Tabella 3 - Differenze nelle coordinate inquadrate con e senza RDN

Le differenze risultano essere sempre al di sotto del millimetro per tutte e tre le coordinate, sia come media, che come deviazione standard e addirittura come massima differenza in valore assoluto. Se ne conclude che i risultati derivanti dalle due modalità d'inquadramento sono coincidenti.

Questo risultato è importante perché permette di inquadrare anche reti non ancora operative all'epoca d'impianto di RDN o in assenza dei dati di ricezione di questa.

Capitolo 2 - Scenario cartografico



2.1 - Carte tecniche, DB Topografici e loro aggiornamento

Le Regioni furono istituite nel 1970 e, tra le varie competenze loro attribuite, ricevettero anche quella sulla programmazione e pianificazione territoriale; in questo contesto, nel primo decennio di attività promossero, finanziarono e realizzarono la prima edizione di carte topografiche a grande scala, carte (per uso) tecniche, da fornire agli enti locali per la redazione dei piani urbanistici e per la redazione di cartografia tematica ed analisi territoriali rivolte a fornire scenari per sviluppare la pianificazione urbanistica in ambito sovracomunale.

E' utile ripercorrere brevemente il contesto nel quale è avvenuta la realizzazione delle Carte Tecniche Regionali (CTR), dall'impianto realizzato con tecniche analogiche alla successiva realizzazione nel formato digitale.

In questo excursus si farà spesso riferimento alle realizzazioni della Regione Emilia-Romagna che è stata una delle prime a svolgere una intensa attività nel settore cartografico, dall'impianto negli anni '70, all'aggiornamento con immagini satellitari ad alta risoluzione già nel 2003, L'autore ha esperienza diretta maturata in 30 anni anche in qualità di dirigente per l'area CTR della Regione Emilia-Romagna, membro CISIS e quindi realizzatore di prodotti e testimone privilegiato delle problematiche nazionali.



2.1.1 - Primo periodo - realizzazione analogica delle Carte Tecniche

Già da metà degli anni settanta ogni Regione legiferò sul tema della pianificazione territoriale e sulla produzione delle carte tecniche regionali, note con l'acronimo CTR. Ad esempio la Regione Emilia-Romagna con la LR n. 24 del 1975 "Formazione di una cartografia regionale" si promosse la realizzazione della CTR, di foto aeree e di analisi territoriali di carattere fisico, geo-morfologico, faunistico e vegetazionale.

Nacquero i Servizi Cartografici regionali, che appaltarono i lavori di realizzazione delle CTR; ogni Regione insediò commissioni di esperti in ambito geodetico e fotogrammetrico prima per la redazione di capitoli tecnici e poi per la verifica dei lavori cartografici appaltati. Nel caso della Regione Emilia-Romagna gli esperti sono stati il gen. Romano Stucchi dell'IGM, il prof. Enrico Vitelli del Catasto, il prof. Mariano Cunietti del Politecnico di Milano, i prof. Giorgio Folloni e Eraldo Amadesi dell'Università di Bologna.

Vennero proposte due soluzioni: la soluzione CTR ad una sola scala, caratterizzata dalla scala 1:5.000; la soluzione CTR a due scale caratterizzata dalla scala 1:2.000 per le aree urbane e 1:10.000 per il restante territorio. La soluzione mono scala viene adottata dalle Regioni che agiscono per prime: Emilia-Romagna, Friuli Venezia Giulia, Liguria e Veneto; le altre in genera adottano la seconda soluzione.

Occorre considerare che alla fine degli anni ottanta il contesto tecnologico nella produzione cartografica fotogrammetrica era ai primordi e relegato solo ad alcune attività specialistiche quali l'uso di distanziometri nelle attività di raffittimento della rete geodetica nazionale e l'uso di restitutori analitici nelle attività di triangolazione aerea.



Figura 12 - Copertina del capitolato CTR5k della Regione Emilia-Romagna

Per le attività di restituzione fotogrammetrica si utilizzavano strumenti analogici, il disegno finale era eseguito a mano e veniva archiviato riproducendolo in bromografo con il metodo della fotoincisione su materiale plastico stabile e resistente (Astralon e Astrafoil).

Nei capitolati CTR, per arrivare alla definizione delle coordinate dei punti fotografici (almeno quattro ai bordi e uno al centro) per l'orientamento assoluto dei modelli fotogrammetrici, era prevista una serie di attività preliminari: l'individuazione della rete geodetica nazionale (le cui monografie dovevano essere acquisite dalle ditte affidatarie), il raffittimento della rete geodetica e l'appoggio dei fotogrammi (a cura della ditta affidataria, la prima parte mediante rilevamento geodetico-topografico, la seconda in genere mediante triangolazione aerea).

La rete geodetica nazionale era allora costituita:

- dai vertici del I, II e III ordine della rete geodetica dell'IGM;
- dai vertici della rete geodetica lungo le coste dell'IIM;
- dai vertici della rete, sottorete e dettaglio del Catasto;
- dai CS della rete nazionale di livellazione geometrica di precisione dell'IGM;

- dai CS delle altre linee di livellazione geometrica istituite dall'IGM o da altri Enti Pubblici purché collegate alla rete di livellazione nazionale.

In quel periodo, nell'ambito di convegni promossi dalla SIFET (Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia) si dibatteva sulla "coerenza" della rete geodetica nazionale sia perché con le prime misure distanziometriche era stato evidenziata una anomalia nella misurazione della base misurata di Piombino e una conseguente "deformazione" della rete trigonometrica, sia perché veniva ristudiata la rete del Catasto Italiano completata negli anni trenta ed evidenziato che in alcuni casi, dovendo rilevare la prima edizione delle mappe, il Catasto non aveva avuto disponibili le coordinate definitive dei vertici trigonometrici IGM e dovuto utilizzare quelle provvisorie.

Criticità allora nota solo episodicamente e così gestita nei capitolati CTR alla scala 1:5.000:

8.1 - *La Ditta Appaltatrice è tenuta ad eseguire un confronto delle coordinate dei vertici comuni a più reti ed evidenziare eventuali discordanze. Per i vertici nei quali le discordanze sono molto vistose (maggiori di $\pm 0,50$ m in una delle due coordinate) si dovrà fare una ricerca d'archivio per dirimere le discordanze; in ogni caso le risultanze dovranno essere comunicate alla Direzione Lavori. È fatto inoltre obbligo di verificare l'omogeneità delle reti appartenenti ai diversi Enti con ricerche d'archivio e, ove sia necessario, con operazioni di misura, e di provvedere eventualmente ad eseguire i calcoli per riferire alla stessa origine, allo stesso orientamento, alla stessa superficie di riferimento ed allo stesso procedimento di rappresentazione.*

da pag. 26 del Capitolato CTR 1:1.000 e 1:2.000 R. Emilia-Romagna del 1980

e gestita nei capitolati CTR 1:1.000-2.000 nel seguente modo:

1.4.6 - *Le operazioni di calcolo delle coordinate planimetriche N, E dei vertici della rete di raffittimento locale dovranno essere eseguite in due tempi. Dapprima dovrà eseguirsi il calcolo della rete in maniera intrinseca ed autonoma, assumendo una posizione, un orientamento ed una dimensione arbitrari; quindi l'intera rete, come corpo rigido, dovrà essere orientata, posizionata e dimensionata (rototraslazione conforme), adattandola in media senza deformarla sui vertici della rete nazionale.*

È opportuno che entrambi questi calcoli vengano eseguiti seguendo procedimenti di compensazione rigorosa (metodo dei minimi quadrati). La variazione di scala della rete di raffittimento locale derivante dal dimensionamento sulla rete nazionale non deve superare lo 0,5‰; qualora superasse tale limite, le metodologie di calcolo dovranno essere concordate con la Direzione Lavori, sentita la Commissione di Collaudo.

da pag. 12 del Capitolato CTR 1:1.000 e 1:2.000 R. Emilia-Romagna del 1980

Il contesto analogico influì anche nella definizione della accuratezza di posizione planimetrica di quanto rappresentato nelle carte tecniche: indicato in 0,4 mm alla scala di rappresentazione e corrispondente al cosiddetto “errore di graficismo”. Ancora oggi l’accuratezza planimetrica delle carte tecniche corrisponde a quella del periodo analogico: m 0,80 per la scala 1:2.000; m 2,00 per la scala 1:5.000; m 4,00 per la scala 1:10.000.

Questa prima fase di gestione analogica delle CTR è connotata da un taglio cartografico (campo cartografico a perimetro aperto dei fogli) modulare con la cartografia nazionale IGM50: per cartografare l’area ricompresa in un foglio 1:50.000 occorre 16 fogli CTR 1:10.000 o 64 fogli CTR 1:5.000.

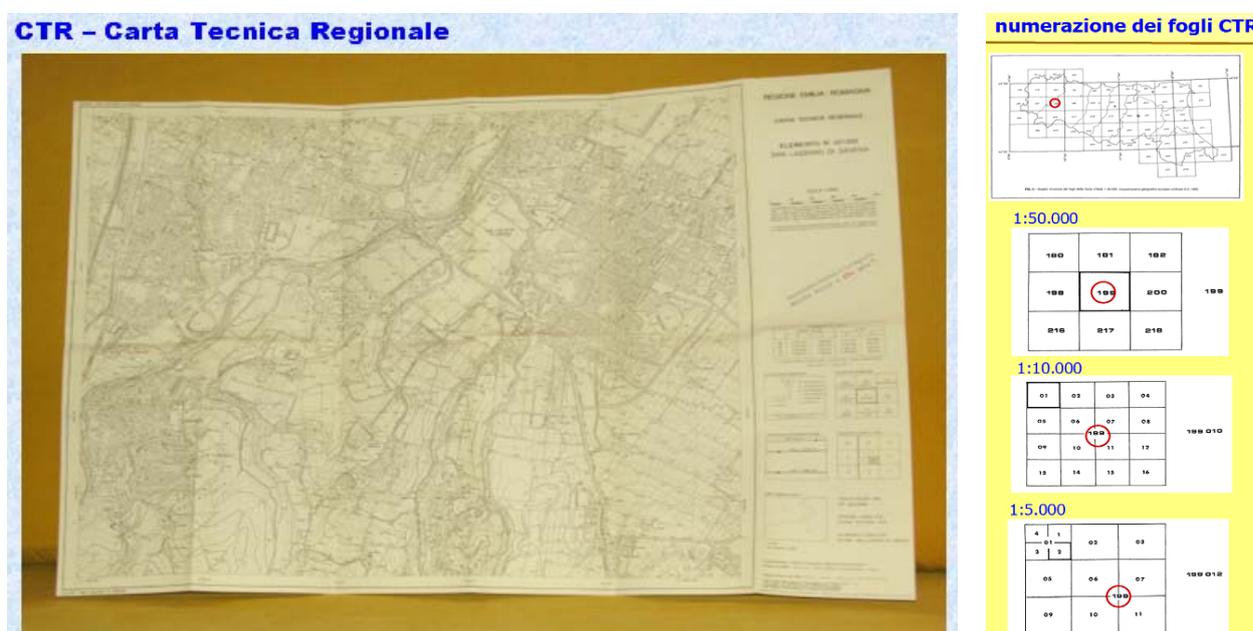


Figura 13 - Esempio di foglio CTR 1:5.000 della Regione Emilia-Romagna

Alla fine degli anni ottanta, nel 1979, viene realizzata a Firenze la prima Conferenza nazionale sulla cartografia e costituito l’organismo cartografico di coordinamento di Regioni e delle Province autonome di Bolzano e Trento, il Centro Interregionale di Coordinamento e Documentazione per le Informazioni Territoriali. Organismo confluito nel 2006 nel CISIS come parte competente per l’informazione geografica (Centro Interregionale per i Sistemi informatici, geografici e statistici).

<http://www.centrointerregionale-gis.it>



Centro Interregionale per le
Informazioni Territoriali



Centro Interregionale per i
Sistemi informatici,
geografici e statistici



2.1.2 - Secondo periodo - digitalizzazione delle Carte Tecniche e strutturazione nei DB Topografici

Venti anni dopo tutta la cartografia analogica è divenuta digitale; in alcuni casi ripetendo il rilevamento fotogrammetrico e realizzando Cartografie Numeriche con i relativi archivi numerici (es. CTR Regione Veneto e Friuli Venezia Giulia), in altri semplicemente rasterizzando e georeferenziando i fogli analogici (es. CTR Regione Emilia-Romagna), oppure digitalizzando i fogli analogici (es. mappe del Catasto).

Nello stesso periodo diviene operativo misurare basi GPS e l'IGM promuove la rete geodetica IGM95 (vertici 1 mediamente a 20 km) ed il Catasto il suo raffittimento a tre chilometri denominandone il progetto “Maglia primaria dei punti fiduciali catastali”.

Nel 1997 viene firmata l'intesa Stato, Regioni ed Enti Locali per la “Realizzazione dei Sistemi informativi geografici di interesse generale”, più comunemente nota come “Intesa GIS”.

Rilevanti per il nostro studio due attività promesse nell'ambito di “Intesa GIS”:

- il raffittimento a 7 km dei vertici IGM95; vertici denominati GPS7 (attualmente in linea anche sul web IGM) realizzati dalle Regioni con finanziamenti del Catasto nelle aree dove l'attività del progetto “Maglia primaria dei punti fiduciali catastali” era stata interrotta in corso d'opera;
- lo studio e la progettazione di nuove edizioni delle CTR integrate da dati toponomastici comunali analitici e strutturate per il nuovo contesto operativo GIS; attività inizialmente denominata Database geografico a grande scala (oggi denominata Database Geotopografico o DB Topografico) che prevedeva la scala 1:1.000-2000 per le aree urbanizzate e la scala 1:5.000-10.000 per le altre aree.



Figura 14 - Aree di intervento delle Regioni per il raffittimento a 7 km dei vertici IGM95

Trattandosi di un unico database venivano acquisiti solo le parti migliori; ovvero le CTR venivano mosaiccate eliminando la parte 1:10.000 quando disponibili dati 1:2.000; per questo motivo il database fu definito anche “multiprecisione”; di seguito una figura esemplificativa di passaggio di scala:

STRUTTURAZIONE

Multiprecisione:

regole al contorno per la restituzione:

- immobili e manufatti areali vengono acquisiti interamente nell'area a maggior dettaglio; per i manufatti lineari deve essere garantita la continuità
- tutte le aree di circolazione possono essere troncate solo trasversalmente e non longitudinalmente
- le aree a servizio vengono acquisite con la stessa regola degli immobili
- le aree dei gruppi "idrografia", "forme del terreno" e "vegetazione" vengono acquisite per intero quando la parte che trasborda l'area di maggior precisione risulta inferiore alla dimensione minima cartografabile alla precisione minore; negli altri casi possono essere divise, ma garantendo il raccordo tra i contorni
- per i reticoli di qualunque natura deve essere garantita la continuità
- per le curve di livello deve essere garantita la continuità.



Figura 15 - Esempio di multiprecisione nel DB Topografico

Inoltre nel DB Topografico, per le zone più urbanizzate, fu prevista [Liguori, 2004] una modellazione 3D degli edifici; si riporta di seguito una figura esemplificativa della modellizzazione delle unità volumetriche, esempio che considero molto interessante perché il suo sviluppo consente di mantenere una struttura cartografica 2D integrata, per i soli edifici, dalla rappresentazione interna dei singoli piani; ciò permette di ipotizzare future modalità di georeferenziazione delle planimetrie di progettazione dei nuovi edifici e di ipotizzare di poterle correlare in modalità 3D anche con le unità immobiliari catastali.

Nel 2009, cinque anni più tardi, il contenuto e le modalità di strutturazione del DB Topografico sono stati formalmente ufficializzati nel decreto descritto nel prossimo capitolo 3, parte 3.2.

Nel prossimo capitolo 3 introdurrò anche altri aspetti sulla modellizzazione cartografica 3D degli interni degli edifici: nella parte 3.3 quelli relativi al gruppo di lavoro europeo sulle particelle catastali; nella parte 3.4 quelli relativi al Progetto MUDE (Progetto di realizzazione del Modello Unificato Digitale per l'Edilizia).

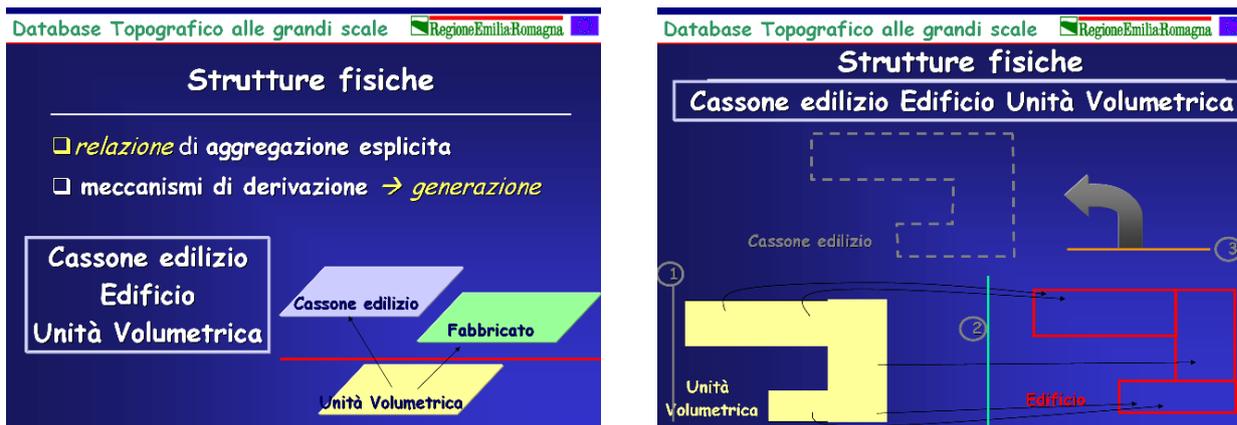


Figura 16 - Esempio unità volumetrica nel DB Topografico



2.1.3 - Aggiornamento delle Carte tecniche e dei DB Topografici

Nel primo periodo di gestione analogica l'aggiornamento della cartografia tecnica veniva attuato episodicamente, mediamente ogni cinque anni, utilizzando metodi speditivi; ad esempio nella Regione Emilia-Romagna si realizzavano prevalentemente aggiornamenti planimetrici di fabbricati e strade utilizzando ortofotocarte derivate da nuovi voli fotogrammetrici. Per qualificare la minor accuratezza planimetrica dei dati introdotti in aggiornamento, questi venivano rappresentati con segno convenzionale di spessore raddoppiato.

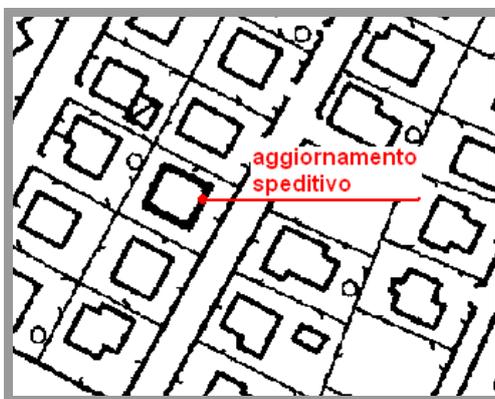


Figura 17 - es. di edificio con perimetro ingrossato introdotto in fase di aggiornamento speditivo CTR

In Emilia Romagna, alla fine degli anni settanta, fu anche testata una procedura di aggiornamento fotogrammetrico con la supervisione del Prof. Mariano Cunietti del Politecnico di Milano; su una zona periferica del Comune di Parma si fece realizzare un volo a scala maggiore del 20% rispetto a quella per l'impianto CTR 1:5.000 ed il piazzamento dei fotogrammi fu fatto utilizzando particolari cartografici presenti nell'edizione d'impianto. Il metodo superò le verifiche tecniche ma non quelle economiche; la sua realizzazione richiedeva investimenti pari al 65% del costo d'impianto [Gavaruzzi R., Vianello G., 1982, pag. 23]; fu quindi attuato l'aggiornamento speditivo con ortofoto 1:10.000.

Prodotto cartografico	tolleranza planimetrica (mm)	prezzi 1982 per ettato (L)	percentuali costi
Nuova realizzazione fotogrammetrica CTR_5k	0,4	6.200	100%
Aggiornamento rigoroso fotogrammetrico CTR_5k (volo_10k)	0,4	4.000	65%
Aggiornamento non rigoroso fotogrammetrico CTR_5k (volo_20k)	0,6	3.100	50%
Aggiornamento speditivo da ortofoto_5k CTR_5k	0,6	3.100	50%
Aggiornamento speditivo da ortofoto_10k CTR_5k	0,8	1.400	23%

Tabella 4 - Prodotti e costi per aggiornamento CTR nel 1982 in Emilia Romagna

Anche nel panorama nazionale troviamo frequentemente casi di aggiornamento speditivo e, ancor più spesso, rifacimenti veri e propri dell'impianto CTR.

Ora che le CTR sono state riorganizzate e strutturate nei DB Topografici, si notano due modalità di aggiornamento: la prima, in continuità con il passato, di aggiornamento da ortofoto; la seconda, connotata dal fatto che il DB è stato progettato pensando ad una forte integrazione con le attività dei Comuni, utilizzando dati derivanti dalle attività di progettazione e autorizzazione delle trasformazioni territoriali; molti quindi i casi di utilizzazione delle informazioni derivanti dalle autorizzazioni edilizie comunali.

Un caso molto interessante è quello della Regione Lombardia che nel 2010 con l'atto d'indirizzo dell'art. 3 della LR 12/2005 pubblica il "*Quadro di riferimento per l'aggiornamento del Database Topografico e l'interscambio con le banche dati catastali*". In esso i progetti edilizi di nuove costruzioni e il loro complemento informativo di dati catastali divengono la strada principale proposta per garantire il flusso informativo di aggiornamento delle informazioni sulle nuove costruzioni. Esemplificativa di questa proposta la figura sottostante tratta dalla pagina 119 del "quadro di riferimento":

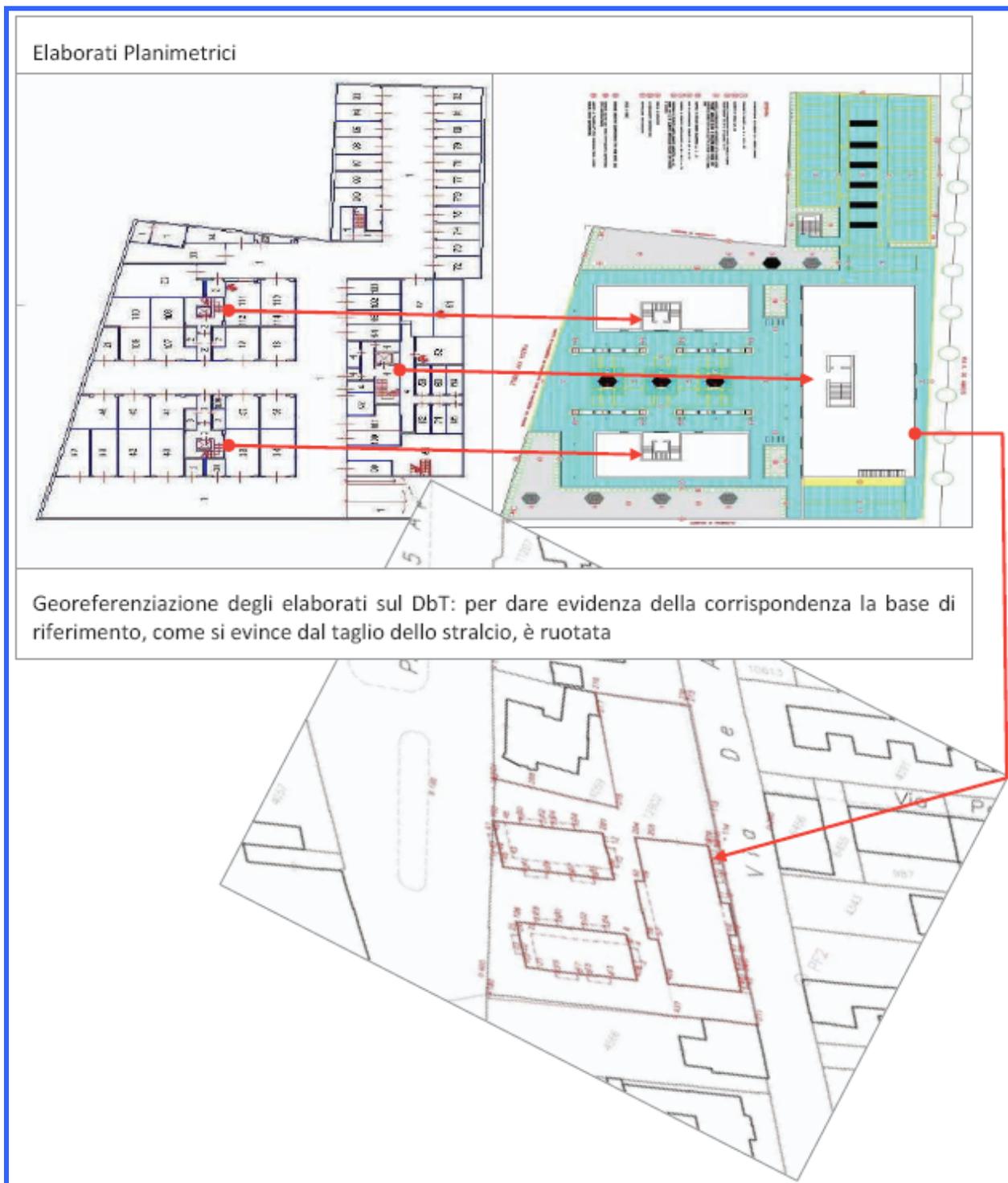


Figura 18 - Georeferenziazione di elaborati planimetrici nel DB Topografico



2.1.4 - Carte tecniche e DB Topografici nei siti web

Ulteriore evoluzione, per aumentare la fruibilità dei prodotti, la pubblicazione sui siti web delle Carte Tecniche e dei DB Topografici sia come catalogo di dati cartografici e di specifiche tecniche di settore, sia come navigazione webGIS sui principali prodotti.

Per esempio il Geoportale è il nuovo canale di diffusione delle informazioni territoriali prodotte dalla Regione Emilia-Romagna; il Geoportale è realizzato con tecnologia interamente Open Source (Plone, OpenLayers, Ratman) ed espone servizi web che sono standard OGC e ISO in maniera nativa quali "Web Map Service" (WMS), "Web Feature Service" (WFS), "Web Coverage Service" (WCS), "Web Processing Service" (WPS) e gestisce servizi di catalogo di dati "Catalog Service – Web" (CS-W) consultabili da client esterni in modo automatico. L'accesso ai dati avviene tramite un visualizzatore cartografico, il **GeoVIEWER**, che permette di navigare nel sistema informativo territoriale, interrogare i dati geografici, effettuare sovrapposizioni di diverse cartografie digitali. Inoltre la Regione Emilia-Romagna ha realizzato il CMS (Content Management System) GIS "Moka" organizzato per l'ambiente web [Ciardi, Olivucci, 2010]

Si segnalano due siti web generali con informazioni sulle carte tecniche:

Il primo sito generale sulle carte tecniche è quello del Centro Interregionale per i Sistemi informatici, geografici e statistici (CISIS)



<http://www.centrointerregionale-gis.it/>

In esso troviamo molte informazioni tra cui anche la seguente tabella di link ai web dei servizi cartografici delle Regioni:

Abruzzo	http://www.regione.abruzzo.it/xcartografia/
Basilicata	http://www.regione.basilicata.it/giunta/site/giunta/department.jsp?dep=100050&rea=574747&level=0
Calabria	http://pr5sit.regione.calabria.it/web/pr5sit/home;jsessionid=8B4ED13C841760B6B921E8404F6658CE
Campania	http://sit.regione.campania.it/portal/portal/default/Home;jsessionid=870D4F2A731B7A74DE5B3FCE96F08FDA
Emilia Romagna	http://geoportale.regione.emilia-romagna.it/
Friuli Venezia Giulia	http://irdat.regione.fvg.it/consultatore-dati-ambientali-territoriali/initApplication.do
Lazio	http://www.urbanisticaecasa.regione.lazio.it/cartografia_on_line/
Liguria	http://www.cartografia.regione.liguria.it/
Lombardia	http://www.cartografia.regione.lombardia.it/geoportale
Marche	http://www.ambiente.marche.it/Territorio/Cartografieeinformazioniterritoriali.aspx
Molise	http://www3.regione.molise.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/450
Piemonte	http://www.regione.piemonte.it/repcarj/welcome.do
Puglia	http://www.cartografico.puglia.it/
Sardegna	http://www.sardegnegeoportale.it/
Sicilia	http://www.sitr.regione.sicilia.it/
Toscana	http://www.geografia.toscana.it
Umbria	http://www.umbriageo.regione.umbria.it/canale.asp
Valle D'Aosta	http://geoportale.partout.it/
Veneto	http://idt.regione.veneto.it/app/metacatalog/
Prov. Aut. Bolzano	http://www.provincia.bz.it/informatica/cartografia/geoportale.asp
Prov. Aut. Trento	http://www.territorio.provincia.tn.it/portal/server.pt/community/portale_geocartografico_trentino/254

Il secondo sito generale su tutta la cartografia tra cui anche le carte tecniche è il Repertorio Nazionale dei Dati Territoriali (RNNDT)

<http://www.rndt.gov.it/RNNDT/>



RNNDT, realizzato circa due anni fa, costituisce il catalogo nazionale dei metadati riguardanti i dati territoriali e i relativi servizi disponibili presso le Pubbliche Amministrazioni.

Analogamente ai decreti descritti nel capitolo 3, le specifiche tecniche di costituzione e aggiornamento del RNNDT sono state definite dal Comitato per le regole tecniche sui dati territoriali delle pubbliche amministrazioni e adottate con il [DM 10/11/2011](#) (GU 48 del 27/02/2012).

RNNDT adotta gli standard per l'informazione geografica ISO 19115, 19119 e TS 19139 ed è anche conforme al [Regolamento \(CE\) n. 1205/2008](#) di attuazione della direttiva INSPIRE per l'argomento metadati; il portale RNNDT è realizzato da DigitPA con tecnologia open source e fornisce a tutti la consultazione dei metadati e i relativi indirizzi internet degli editori.

Trattandosi di un sito relativamente recente, per il momento contiene meno informazioni sulle CTR rispetto al primo web segnalato; nel febbraio 2013, digitando in RNNDT la ricerca sul tema << carta tecnica >>, erano segnalati solo diciotto casi riguardanti Carte Tecniche in versione raster o vettoriale alle scale 1:500 - 1:1.000 - 1:2.000 - 1:5.000 -1:10.000. Casi relativi alle Regioni Abruzzo, Lombardia, Sardegna, Sicilia, Umbria ed al Comune di Genova. E' presumibile che nel breve periodo anche gli altri Enti, presenti nel primo sito, strutturino le meta informazioni sui set cartografici secondo gli standard INSPIRE e completino le informazioni relative alle CTR e i DB Topografici su RNNDT.

RNNDT
REPERTORIO NAZIONALE
DEI DATI TERRITORIALI

HOME PORTALE INSPIRE CONTATTI GUIDA

>> HOME > Consultazione Accessibile

Consultazione accessibile

Risultato ricerca:
Titolo: Carta Tecnica
Informazioni trovate: 18 Visualizzati: 1 - 10

1 Carta Tecnica Numerica scala 1:2.000 Regione siciliana - CART2000

Scala: 2000
Data dei metadati: 2011-02-28
Dataset contenuti:
 Carta Tecnica Numerica scala 1:2.000 lotto 1 (edizione 2005)

Figura 19 - Ricerca in RNNDT sul tema << carta tecnica >>

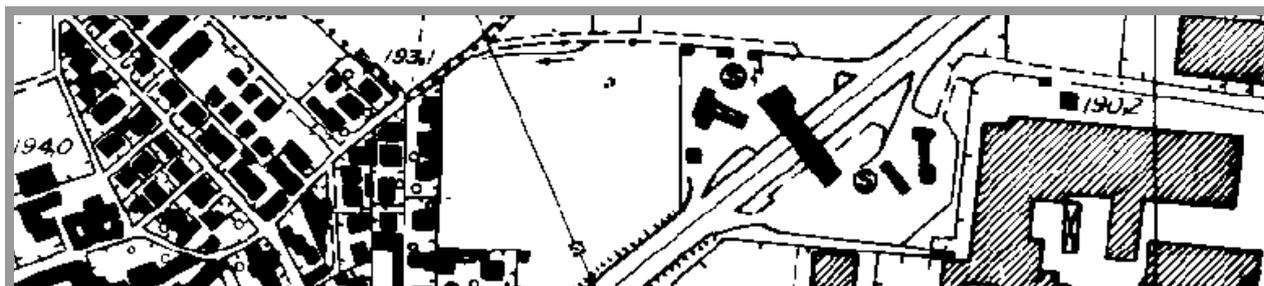
Il web RNDT, tramite i metadati, offre informazioni generali sui prodotti e poi agevola la navigazione verso le pagine web degli editori cartografici; a titolo di esempio, un approfondimento verso la parte CTR pubblicata sul web della Regione Lombardia:

Regione Lombardia - <http://www.cartografia.regione.lombardia.it>

Seguono tre prodotti e specifiche per la realizzazione fotogrammetrica di carte tecniche a varia scala, per il loro aggiornamento

Titolo Carta Tecnica Regionale aggiornata dal Database topografico

Descrizione Si visualizzano le sezioni della Carta Tecnica Regionale progressivamente aggiornate dai Database topografici. Le sezioni sono caratterizzate dai seguenti colori: 1) grigio per le sezioni in cui è presente la CTR ed. 1980-94 2) giallo per le sezioni in cui è presenta la CTR ed. 1980-94 parzialmente aggiornata dai database topografici 3) verde per le sezioni in cui la CTR ed. 1980-94 è sostituita completamente dalla nuova CTR prodotta dai database topografici.



Primo prodotto CTR disponibile e visibile sul web

Titolo:	Carta Tecnica Regionale 1:10.000 ed. 1980-94
Tipo:	Mappe (Servizi di mappa)
Ente/Società:	Direzione Generale Territorio e Urbanistica, Regione Lombardia
Data pubblicazione :	12/12/1998
Formato:	Immagine digitale
Descrizione:	La CTR si riferisce al rilievo 1981-1994. Attualmente le diverse sezioni vengono progressivamente sostituite dal nuovo prodotto CTR derivato dal Database Topografico, visualizzabile e scaricabile aprendo la "Carta Tecnica Regionale 1:10.000 prodotta dai Database Topografici" (nel sistema WGS84/UTM32N). La CTR è la carta topografica di maggior dettaglio che rappresenta l'intero territorio regionale. Può essere visualizzata a una diversa scala per avere una visione più sintetica o maggiormente ingrandita, pur mantenendo il contenuto informativo della scala 1:10.000. La CTR è costituita da: 1) elementi ed entità di tipo geometrico (reticolato

	chilometrico, coordinate geografiche , punti quotati, curve di livello. Queste ultime, dette più propriamente isoipse, indicano i punti del terreno posti ad una medesima quota: il valore di equidistanza tra le isoipse è di 50 metri per le direttrici, di 10 metri per le intermedie e di 5 metri per quelle ausiliarie, indicate a tratteggio); 2) elementi costitutivi del paesaggio naturale, quali reticolato idrografico, laghi, rilievi, vegetazione, etc.; 3) elementi costitutivi del paesaggio antropico, quali insediamenti, strade, ferrovie, canali, culture agricole, etc; 4) limiti amministrativi; 5) toponimi.
Ambiti Tematici ISO:	Confini amministrativi e politici, Edifici per servizi, Immagini/Mappe di base/Copertura del suolo, Acque interne, Infrastrutture di trasporto
Parole chiave:	Abitato, acque, altimetria, alvei, ambiti amministrativi, aree edificate, aree ferroviarie, aree idriche, aree stradali, aree urbanizzate, aste secondarie, canali navigabili, centri urbani, comuni, comunità montane, confini amministrativi, corsi d'acqua, CT50, curve di livello, ferrovie, fiumi, idrografia, idrologia, infrastrutture ferroviarie, infrastrutture stradali, infrastrutture viabilistiche, insediamenti abitativi, insediamenti urbani, isoipse, limiti amministrativi, linee ferroviarie, perimetro stradale, province, quote, raster, rete ferroviaria, rete irrigua, rete stradale, reticolato idrografico, reticolo idrografico, stazioni ferroviarie, strade, trasporti ferroviari, urbanizzato, urbano

Secondo prodotto CTR disponibile e visibile sul web

Titolo:	Carta Tecnica Regionale 1:10.000 dai Database Topografici (WGS84)
Tipo:	Mappe (Servizi di mappa)
Ente/Società:	Direzione Generale Territorio e Urbanistica, Regione Lombardia
Data pubblicazione :	20/12/2010
Formato di pubblicazione:	Mappa digitale
Descrizione:	La mappa contiene le immagini raster della Carta Tecnica Regionale 1:10.000 (C.T.R.) ed. 1980/1994 progressivamente aggiornate dalle nuove CTR prodotte dai Database Topografici locali. Le porzioni di C.T.R. aggiornate si distinguono dalla precedente edizione C.T.R. per il colore e per la presenza di un bordo di separazione fra le due edizioni.
Ambiti Tematici ISO:	Confini amministrativi e politici, Catasto e piani urbanistici, Immagini/Mappe di base/Copertura del suolo
Parole chiave:	carta tecnica regionale, ctr, dbt, DbTL, DbTR, database topografici, topografico, raster,

Terzo prodotto CTR disponibile e visibile sul web

Titolo: Carta Tecnica Regionale aggiornata dal Database topografico: stato di avanzamento

Tipo: Mappe (Servizi di mappa)

Ente/Società: Direzione Generale Territorio e Urbanistica, Regione Lombardia

Data pubblicazione : 12/10/2012

Scala equivalente: 1:10.000

Formato di pubblicazione: Mappa digitale

Descrizione: Si visualizzano e si scaricano con Download (usando gli strumenti all'interno del Viewer geografico) le sezioni della Carta Tecnica Regionale progressivamente aggiornate dai Database topografici. Le sezioni sono caratterizzate dai seguenti colori: 1) grigio per le sezioni in cui è presente la CTR ed. 1980-94 2) giallo per le sezioni in cui è presente la CTR ed. 1980-94 parzialmente aggiornata dai database topografici 3) verde per le sezioni in cui la CTR ed. 1980-94 è sostituita completamente dalla nuova CTR prodotta dai database topografici.

Ambiti Tematici ISO: Immagini/Mappe di base/Copertura del suolo

Parole chiave: carta tecnica regionale, ctr, database topografico, dbt, dbtr

A. visualizzazione web e download delle specifiche collegate al tema

<http://www.cartografia.regione.lombardia.it>

Specifiche tecniche per la realizzazione del Database Topografico

In questa pagina è possibile consultare e scaricare le specifiche tecniche approvate dalla Regione Lombardia, con DGR n. 6650 del 2008, per la realizzazione del Database Topografico su scala comunale che costituiscono lo standard regionale di riferimento.

- [DGR n. 6650 del 20 febbraio 2008](#)
- [Specifiche tecniche aerofotogrammetriche 3.0 - dicembre 2007](#)
- [Specifiche per l'aggiornamento di cartografie 2.0 - dicembre 2007](#) [Specifiche di rappresentazione del DBT 3.0 - marzo 2009](#)
- [Specifiche di contenuto e schema fisico 4.0 - marzo 2009](#)
- [Linee guida e specifiche tecniche in materia di ortofoto](#)

B. visualizzazione web e download delle specifiche per la formazione delle Carte Tecniche

Specifiche tecniche aerofotogrammetriche 3.0 - dicembre 2007

In questo paragrafo alleghiamo le specifiche tecniche aerofotogram-metriche per la realizzazione del Database Topografico alle scale 1:1000 /1:2000 e 1:5000 / 1:10000. Entrambe le specifiche sono riferite alla versione 3.0del dicembre 2007.

- [Specifiche aerofotogrammetriche scale 1:1000/1:2000 \(510 KB\)](#)
- [Specifiche aerofotogrammetriche scale 1:5000/1:10000 \(464 KB\)](#)

C. visualizzazione web e download di specifiche per l'aggiornamento delle Carte Tecniche

Specifiche per l'aggiornamento di cartografie 2.0 - dicembre 2007

Specifiche tecniche per l'aggiornamento di cartografie numeriche ed il loro adeguamento al Database Topografico (DBT), versione 2.0, dicembre 2007

- [Specifiche tecniche per aggiornamento di cartografie numeriche \(196 KB\)](#)



2.2.2 Mappe catastali e loro aggiornamento

Il Catasto italiano fu istituito nel 1886 e la formazione delle mappe richiese settanta anni e terminò nel 1956; in alcune aree furono adottate mappe catastali preunitarie di buona qualità: quelle relative a tutto il Trentino Alto Adige e parte del Friuli Venezia Giulia (catasto tavolare); quelle relative a parti del Piemonte e della Lombardia (mappe a perimetro aperto).

Circa il 10% delle mappe fu rilavato alla scala 1:1.000, l'80% alla scala 1:2.000 e la restante parte alla scala 1:4.000.

Nel rilevamento delle mappe fu adottato il sistema di rappresentazione di Cassini-Soldner salvo le zone di Massa Carrara, Modena e Reggio Emilia dove (1882-86) fu adottata la rappresentazione di Sanson-Flamsteed. Per le mappe rilevate dopo il 1946 fu adottato il sistema di rappresentazione di Gauss-Boaga.

Come è noto, la rappresentazione di Cassini-Soldner per la realizzazione di cartografia a grande scala richiede la realizzazione di più origini, ovvero più rappresentazioni distinte, in quanto già a 70 km dall'origine le deformazioni cartografiche superano l'errore di graficismo.

La cartografia fu realizzata istituendo molti sistemi d'assi, alcuni di piccola estensione (818) ed altri di grande estensione (32).

L'aggiornamento delle mappe catastali analogiche (1956-1988) richiedeva che i professionisti rilevassero anche particolari già precedentemente cartografati nella mappa; successivamente i tecnici catastali utilizzavano questi particolari per adattare graficamente sulla mappa i dati di aggiornamento.

Poi negli anni novanta si avviò anche per le mappe catastali la fase di digitalizzazione dei dati cartografici e dal 1989 non fu più possibile inquadrare il rilievo di aggiornamento su tutti i particolari presenti in mappa. Fu previsto di utilizzare una selezione di particolari già cartografati a interdistanza di 250-300 m e fu richiesto ai professionisti d'inquadrare il rilevamento d'aggiornamento su tre punti materializzati dai particolari selezionati più agli oggetti presentati in aggiornamento.

I punti così selezionati furono chiamati Punti Fiduciali Catastali e la procedura digitale per la presentazione degli atti di aggiornamento fu chiamata Pregeo (Circolare 2/1988 dell'Agenzia del Territorio). In questi venticinque anni la procedura Pregeo si è evoluta; sono state realizzate

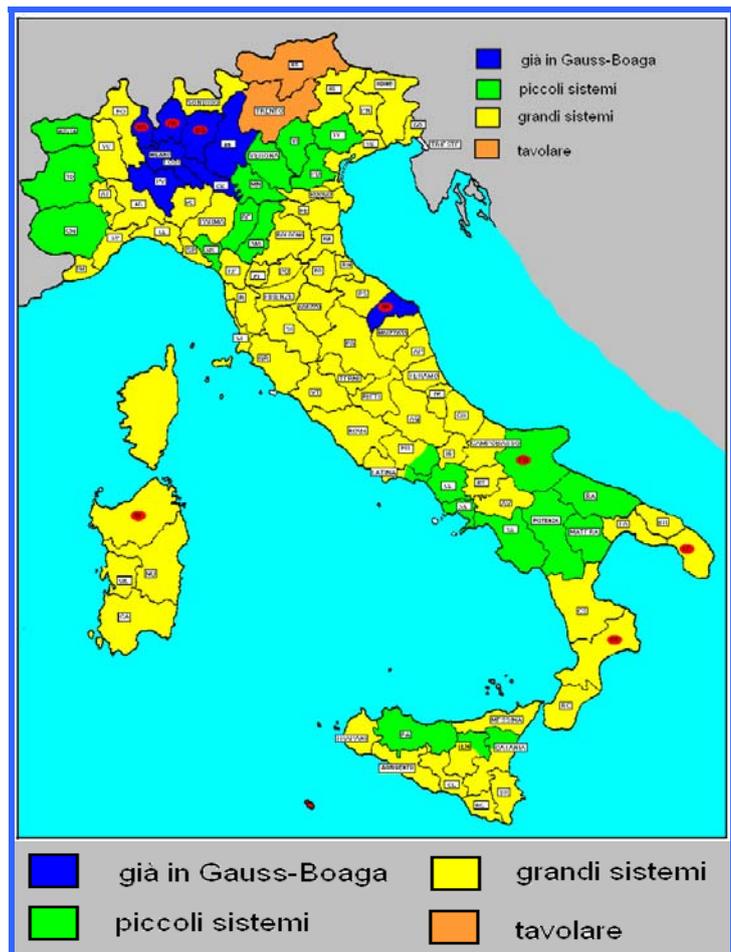


Figura 20 - Paroli 1958 - Schema sui Sistemi Catastali

ulteriori versioni con funzioni man mano integrative su vari aspetti; già nel 2009 è stata presentata la versione 10.

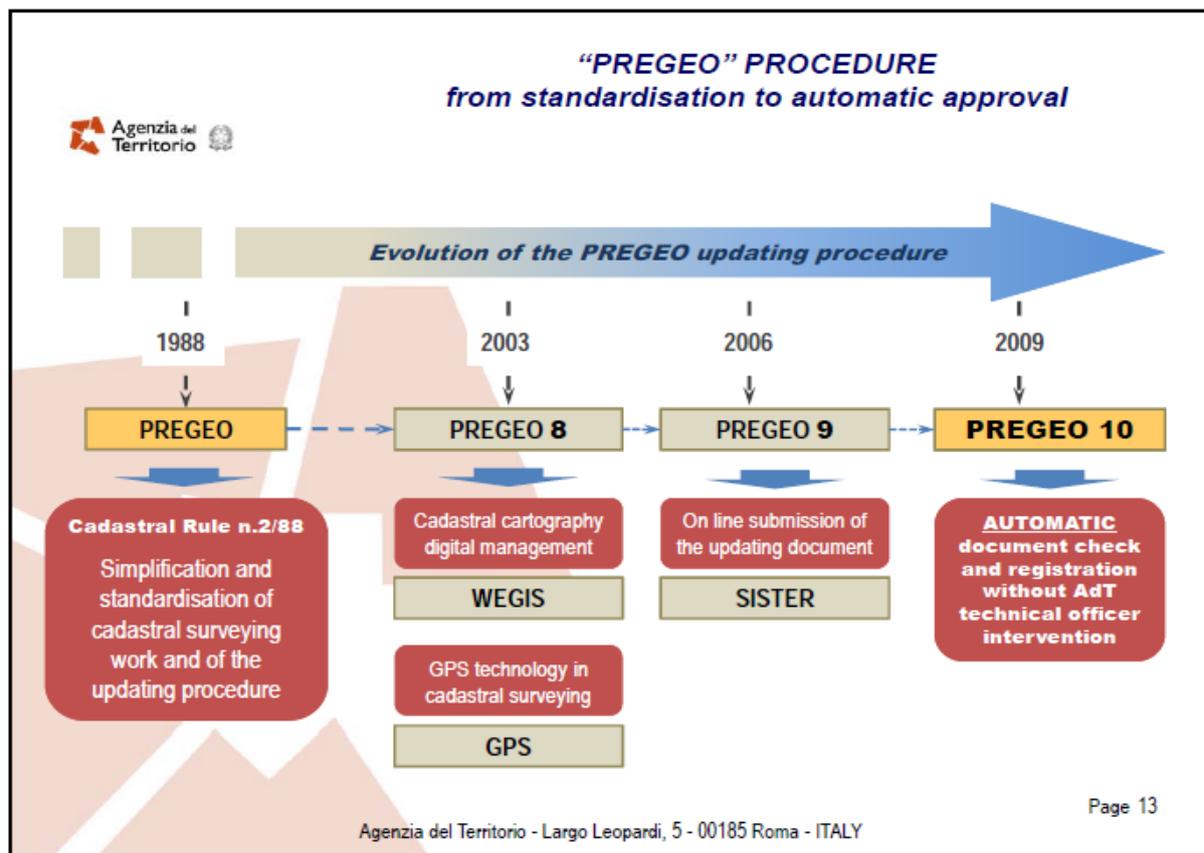


Figura 21 - Evoluzione della procedura Pregeo – Maggio F., 2012

Quindi, dal punto di vista cartografico, possiamo distinguere i dati catastali in tre grandi categorie: dati presenti nella prima edizione (comunemente denominata “mappa d’impianto”); dati inseriti in aggiornamento prima del 1988; dati inseriti in aggiornamento dopo il 1988 per i quali sono stati archiviati in modalità standardizzata i rilevamenti (libretti Pregeo) ed utilizzati i Punti Fiduciali catastali per l’adattamento cartografico.

Partendo da queste considerazioni l’Agenzia del Territorio attribuisce ai Punti Fiduciali un codice di attendibilità (planimetrica) e lo inserisce nelle loro monografie che pubblica in internet (www.agendiaterritorio.it)

Punto Fiduciale		07/0410/A944	
Ufficio Provinciale di BOLOGNA		Sportello di BOLOGNA Comune di BOLOGNA	
Comune:	BOLOGNA	Foglio:	041
Sezione:		Particella/e:	21
Coordinate e quote	Cassini-Soldner	Gauss-Boaga	Quota s.l.m
	X:	Nord: 4932244,24	999,000
	Y:	Est: 1684179,393	
	Origine:	Fuso: Ovest	
	Attendibilità: 60		Attendibilità: 04
			UTM-WGS84
			Nord:
			Est:
			Fuso:
			Q. elliss.:

Figura 22 - Codice di attendibilità in monografia di PF

Nella seguente tabella il significato dei valori del codice di attendibilità:

Codici attendibilità dei Punti Fiduciali	celerimensura digitale		celerimensura analogica		allineamenti e squadri
	mis. sovrab.	mis. sempl.	mis. sovrab.	mis. sempl.	
rete geodetica	68	58	48	38	28
rete catastale	66	56	46	36	26
rete mista	64	54	44	34	24
PF def. da oggetto presente in impianto	62	52	42	32	22
PF def. da oggetto in aggiornamento	60	50	40	30	20

Il Punto Fiduciale nella figura 22 presenta il valore 60 di codice di attendibilità planimetrica; è quindi classificato come particolare cartografico inserito in mappa catastale in fase di aggiornamento.

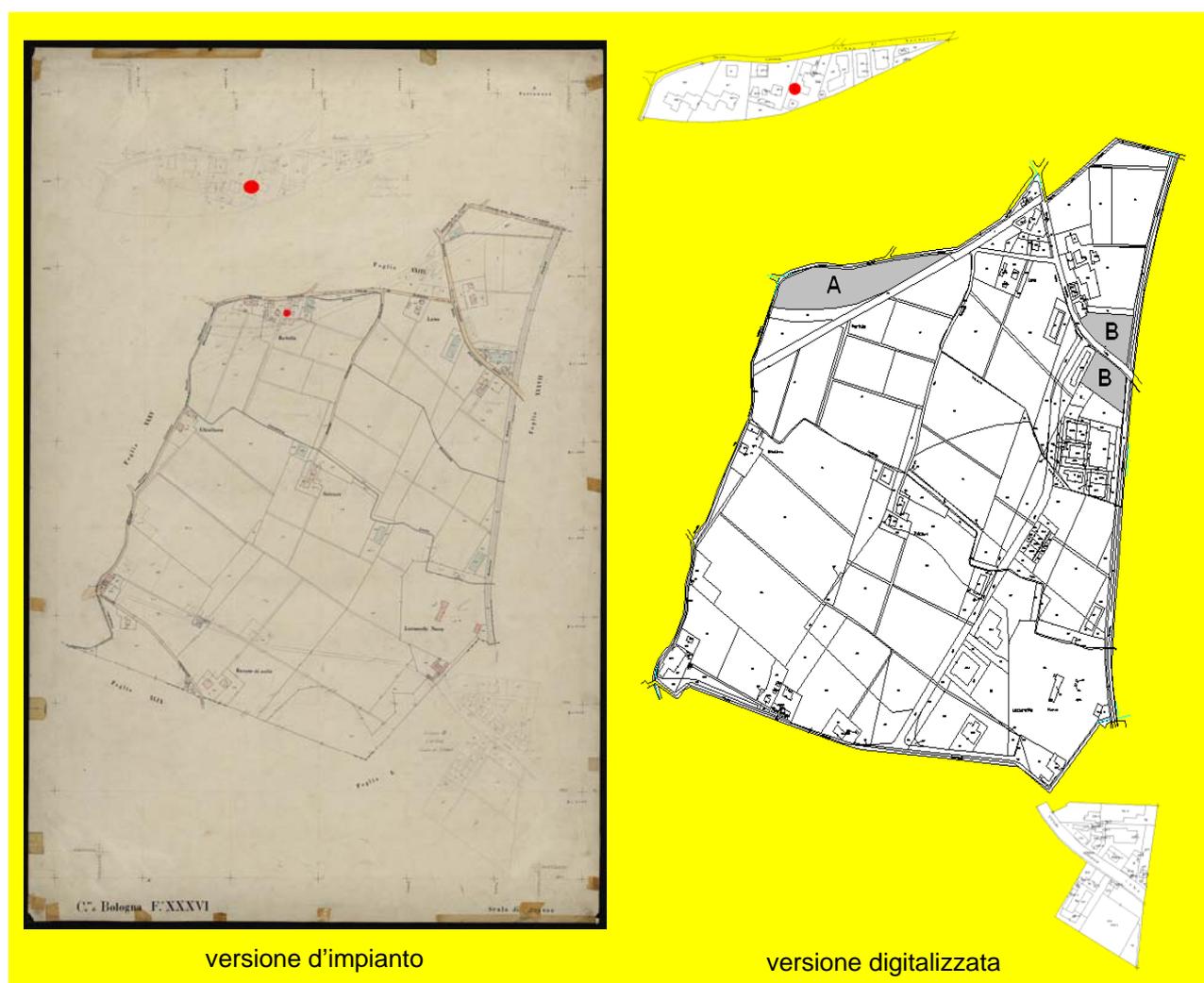


Figura 23 - Esempio di foglio mappa catastale 1:2000 con sviluppi 1:1000

Purtroppo a volte il sopracitato codice non è inserito in modo corretto: nella figura 23 è segnalato con un pallino rosso il PF04/0410/A994; si tratta dello stesso Punto Fiduciale dell'esempio di monografia nella figura 22, quindi il codice dovrebbe essere modificato nel valore 62 perché si

tratta di un vertice di fabbricato cartografato anche in impianto nello sviluppo A alla scala 1:1.000.

Per migliorare le informazioni sui Punti Fiduciali da tempo l’Agenzia del Territorio, in collaborazione con gli ordini professionali di categoria, promuove la rasterizzazione e diffusione anche dei fogli della mappa d’impianto; Nel caso della figura 23 si tratta di un foglio della mappa d’impianto di Bologna realizzato con la collaborazione del locale Collegio dei Geometri.



2.3 Adattamenti delle mappe catastali sulle carte tecniche

Abbiamo precedentemente detto [punto 2.2 - fig. 20] che per le mappe catastali fu adottato il Sistema di Cassini-Soldner in ottantanove Provincie, il Sistema di Sanson-Flamsteed in tre Provincie e quello di Gauss-Boaga in nove Provincie (rilevate nell’ultimo periodo di formazione della mappa catastale, 1946-56). Gli aggiornamenti delle mappe catastali sono stati realizzati utilizzando le proposte dei professionisti incaricati dai proprietari d’immobili di registrare modifiche apportate alle particelle e ai fabbricati. Fino al 1998 gli aggiornamenti erano gestiti manualmente sulla mappa analogica; successivamente sono stati gestiti con la procedura numerica Pregeo sulla mappa digitalizzata. Questo flusso operativo ha comportato casi diffusi di deformazioni locali che non vengono migliorate quando si passa dal sistema d’assi locale ad un sistema nazionale perché la densità dei punti in doppie coordinate è esigua (cinque punti per i piccoli sistemi d’assi e dieci per i grandi sistemi d’assi).

Le carte tecniche sono molto più recenti delle mappe catastali, prevalentemente realizzate tra il 1975 e il 1995 con conseguente adozione del Sistema cartografico nazionale Gauss-Boaga. Si tratta di carte realizzate ed aggiornate con metodo fotogrammetrico. Questo flusso operativo ha comportato per le carte tecniche una minore diffusione di deformazioni locali rispetto alle mappe catastali.

Nelle attività GIS finalizzate alla pianificazione territoriale è però indispensabile sovrapporre alle CTR anche le mappe catastali, soprattutto per la pianificazione comunale dove, quando un proprietario di un lotto richiede in certificato di destinazione urbanistica, occorre intersecare la zonizzazione del piano urbanistico comunale disegnata su CTR con il lotto definito da un insieme di particelle sulla mappa catastale.

Una attività di intersezione tra diverse basi dati territoriali in fortissima accelerazione causato dal recente sviluppo delle attività GIS in ambiente web; esemplificativa di questa accelerazione di utenza web di basi dati derivate da mappe catastali questa figura tratta da Schennach 2012.

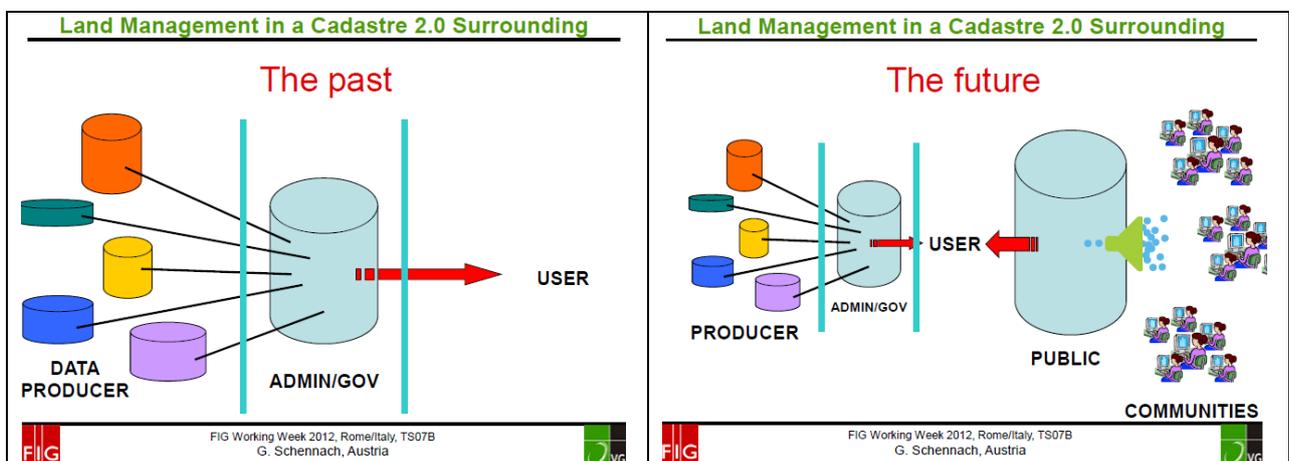


Figura 24 - Variazione di scenario nell'uso dell'informazione catastale

La prima parte del problema, passaggio da sistema di riferimento locale a sistema di riferimento nazionale, è stata affrontata trasformando le coordinate dei sistemi catastali originari nel sistema cartografico nazionale; in un primo periodo in Gauss-Boaga e successivamente in UTM-WGS84-ETRF89.

Una attività realizzata utilizzando due metodologie:

- la metodologia dei “punti doppi”, ovvero punti di coordinate note nel sistema d’assi catastale e nel sistema cartografico nazionale (Di Filippo, 2003);
- la metodologia di trasformazione tra DATUM a partire dalle coordinate delle origini del sistema d’assi catastale (Cina, 2008)

La prima metodologia fu ampiamente utilizzata nell’ambito del Progetto Sigma Ter di collaborazione tra Agenzia del Territorio e le Regioni Emilia-Romagna, Abruzzo, Liguria, Toscana e Valle d’Aosta; progetto iniziato nel 2002 e finalizzato primariamente ad organizzare modalità di interscambio di dati fra l’Agenzia del Territorio e gli Enti Locali. In quel contesto una priorità fu garantire l’integrazione a livello regionale dei dati catastali con altri database geografici che iniziò proprio realizzando procedure di trasformazione nel sistema nazionale della cartografia catastale nelle cinque Regioni.

Nel 2004 furono concordate le specifiche tecniche che prevedevano dieci punti in doppie coordinate per i grandi sistemi d’assi e cinque per i piccoli sistemi d’assi.

La scelta dei punti avveniva consultando le mappe d’impianto e le loro coordinate UTM-WGS84-ETRF89 venivano calcolate realizzando baseline GPS a partire dai vetrici IGM95 o dal loro raffittimento regionale GPS7 (Gavaruzzi 2005).

La seconda metodologia, ampiamente realizzata in Piemonte (Cina, 2011 e 2012) si basa su considerazioni geodetico-cartografiche che mostrano come sia possibile riproiettare i punti dal sistema cartografico catastale al sistema UTM-WGS84-ETRF89 passando tramite le superficie dei due ellissoidi corrispondenti purché sia nota l’origine del sistema catastale nel sistema UTM-WGS84-ETRF89. Se l’origine non è nota può essere ricavata a partire dalle sue coordinate approssimate mediante una procedura iterativa rapidamente convergente; tali coordinate approssimate, a loro volta, possono essere ricavate dalle coordinate di almeno due punti in doppie coordinate.

La seconda parte del problema, adattamento della mappa catastale sulla carta tecnica e ricomposizione geometrica della mappa catastale, è stata affrontata studiando localmente trasformazioni per punti:



Figura 25 - Trasformazione coordinate catastali locali in UTM-WGS84-ETRF89

- trasformazioni locali per Punti Fiduciali (Beinat, Crosilla, Sossai, 2009); metodologia che si basa su tre passi principali: compensazione della rete dei triangoli fiduciali secondo il metodo procustiano; l'inserimento dei rilievi di aggiornamento all'interno della maglia fiduciale ricomposta; l'adattamento degli elementi geometrici;
- trasformazioni locali per punti omologhi presenti nelle carte tecniche (Brovelli e Zamboni, 2003); anche questa metodologia che si basa su tre passi principali: analisi delle coordinate dei punti che geometricamente descrivono gli oggetti; analisi della compatibilità delle direzioni dei segmenti uscenti dai punti stessi; analisi semantica della compatibilità dell'informazione descritta dalla geometria.

Inoltre, nell'ambito della derivazione dalla CTR dei Database Geotopografici, in genere viene previsto di individuare e strutturare l'informazione relativa ai vertici di fabbricato utilizzati come Punti Fiduciali. Si tratta di un riconoscimento manuale sulla CTR dei punti omologhi ai PF materializzati tramite gli edifici. Attività che permettono quindi di proiettare localmente la mappa catastale sulla CTR.

Capitolo 3 - Eventi recenti di interesse



3.1 - Decreto PCM - Adozione del Sistema di riferimento geodetico nazionale

Il Decreto della Presidenza del Consiglio dei Ministri “*Adozione del Sistema di riferimento geodetico nazionale*” è del 10/11/2011 ed è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 48 del 27/02/2012 - Supplemento ordinario n. 37.

Il Decreto è stato firmato congiuntamente dal Ministro per la pubblica amministrazione e l'innovazione e dal Ministro dell'ambiente, della tutela del territorio e del mare ed è stato predisposto da un comitato del CAD (“Codice dell'amministrazione digitale” di cui al decreto legislativo n. 82 del 07/03/2005), il “Comitato per le regole tecniche sui dati territoriali delle pubbliche amministrazioni”; comitato coordinato dal Ministero per l'innovazione ma di interesse anche la Ministero per l'ambiente competente per le attività geografiche ambientali e referente nell'ambito delle attività europee INSPIRE.

L'art. 2 del Decreto definisce il (nuovo) Sistema di riferimento geodetico nazionale come realizzazione in ETRF2000, all'epoca 2008.0, del Sistema geodetico Europeo ETRS89; è stato realizzato con la elaborazione di dati della Rete Dinamica Nazionale (art. 5), costituita da 99 stazioni permanenti GNSS, che ne materializzano il frame già descritto nel paragrafo 1.13.2. Negli articoli 3 e 4 si dice che i nuovi dati cartografici dovranno essere georeferenziati nel nuovo Sistema e che quelli pregressi dovranno essere pubblicati nel nuovo Sistema utilizzando dati e procedure gratuiti dell'Istituto Geografico Militare.

Poi il Decreto passa ad definire norme su argomenti specifici relativi al contesto tecnologico GNSS: per la pubblicazione dei dati a 30 secondi delle stazioni permanenti degli enti pubblici (art. 6); per i servizi di posizionamento in tempo reale (art.7); per la documentazione delle stazioni permanenti, delle loro reti e dei relativi servizi (art. 8).

Particolarmente importante è la norma sulla disponibilità dei dati a 30^{sec.} perché, pur non essendo direttamente commerciali come quelli a 1^{sec.}, consentono di rielaborare i dati per il calcolo del posizionamento delle stazioni permanenti presenti in RDN.

Il Decreto è accompagnato da una relazione illustrativa, dall'elenco delle stazioni permanenti utilizzate nella realizzazione della “Rete Dinamica Nazionale” (all.to 1), da specifiche tecniche per le stazioni permanenti appartenenti alla “Rete Dinamica Nazionale” (all.to 2), da specifiche

di riferimento relative alla pubblicazione dei dati a 30 secondi delle stazioni permanenti (all.to 3), da specifiche tecniche per le stazioni permanenti per i servizi di posizionamento in tempo reale (all.to 4). Si tratta di specifiche tecniche in rapida evoluzione e nell'art.9 del Decreto si prevede una modalità per il loro aggiornamento.

Gli allegati sono stati predisposti dal Gruppo di lavoro 3 del Comitato, GL "Reti e stazioni GPS" al quale hanno collaborato tecnici delle Regioni, dei Comuni, dell'Istituto Geografico Militare, dell'Istituto Idrografico della Marina, di DigiPA (ex CNIPA), dell'Agenzia del Territorio, del Dipartimento della Protezione Civile, del Ministero delle Riforme e del Ministero dell'Ambiente.

Nella relazione illustrativa troviamo la seguente descrizione di RDN:

... la Rete Dinamica Nazionale è composta da 99 stazioni permanenti omogeneamente distribuite sul territorio, con particolare riguardo alle zone marginali, con un'interdistanza media di 100 ÷150 km. Sono state incluse nel network 13 stazioni già appartenenti all'EUREF, indispensabili per l'allineamento dell'intero Sistema; fra queste (sola) stazione dell'IGM ufficialmente riconosciuta dall'EUREF dal marzo 2007. Il calcolo delle posizioni delle stazioni RDN è stato effettuato presso il Centro di Calcolo del Servizio Geodetico IGM, utilizzando il software "Bernese", e ripetuto per controllo dalle Università di Bologna, di Padova e dal Politecnico di Milano. Durante il Simposio EUREF 2009 la RDN è stata approvata ed inserita ufficialmente nella rete europea

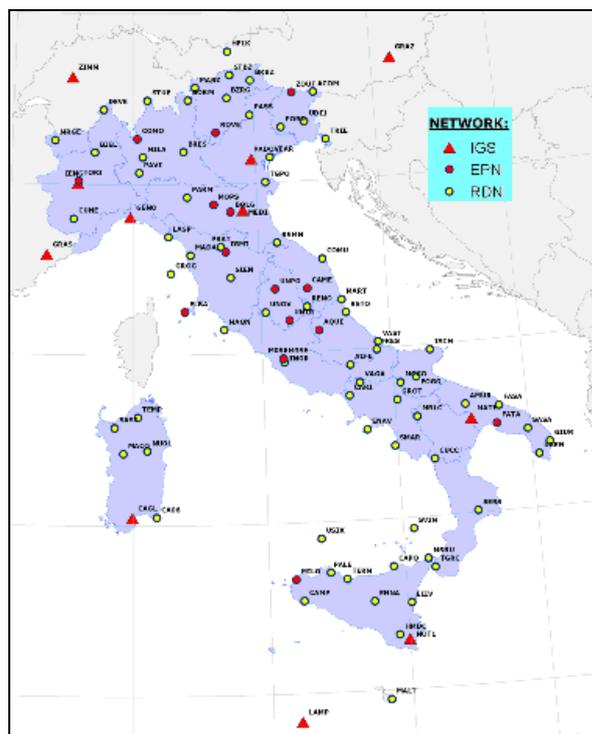


Figura 26 - Stazioni utilizzate dalla Rete Dinamica Nazionale

La complessità del Decreto deriva dal contesto tecnologico: la denominazione Rete Dinamica Nazionale (RDN) sottintende il fatto che i dati registrati dalle 99 stazioni permanenti consentono di calcolare la velocità di spostamento rispetto al sistema di riferimento internazionale e di verificare se il territorio circostante la stazione ha avuto spostamenti congruenti con quelli delle altre stazioni poste nella zolla europea. Per valutare ciò occorrono i dati delle stazioni a 30 secondi e procedere alla loro elaborazione in modo da realizzarne il "monitoraggio periodico" della posizione delle 99 stazioni ricomprese in RDN.

Attualmente le stazioni permanenti in Italia sono oltre 500 e molte di esse, come descritto nella precedente parte 1.2, servono per realizzare servizi di posizionamento. Quando il Decreto indica, all'art 3, che il (nuovo) Sistema di riferimento deve venire utilizzato per georeferenziare le stazioni permanenti e ("nonché") per i risultati di nuovi rilievi, nuove realizzazioni cartografiche

e nuovi prodotti (“*qualsiasi nuovo documento o dato da georeferenziare*”) è perché sono diventati i servizi di posizionamento la fonte primaria per la georeferenziazione dei dati.

Per i dati pregressi, tra cui le carte tecniche e le mappe catastali, il Decreto indica, all’art 4, l’utilizzazione di dati e procedure (gratuite per le pubbliche amministrazioni) dell’Istituto Geografico Militare. Si tratta di dati messi a punto con un ricalcolo dei vertici di IGM95 nel nuovo Sistema. Ricalcolo ottenuto misurando con baseline GPS 45 stazioni di RDN, distribuite uniformemente sul territorio nazionale, con tre punti IGM95 ad esse limitrofi; attività che ha consentito di ottenere 135 punti IGM95 ricalcolati. Con questi dati sono poi state aggiornate le coordinate degli altri punti IGM95 e derivati grigliati per il passaggio da ETRF89 a ETRF2000. Il tutto è poi stato predisposto nella nuova versione dell’applicativo IGM “Verto”; applicativo che già in precedenza forniva le trasformazioni di coordinate da Sistemi Roma40, ED50 e ETRF89, utilizzando ulteriori grigliati derivati da punti noti nei diversi sistemi di riferimento.

Quindi complessivamente il Decreto fornisce ai gestori dei servizi di posizionamento modalità per fornire agli utenti coordinate assolute ETRF2000; nell’ultima parte di questo capitolo commenterò come ciò possa fornire prospettive per la gestione e lo sviluppo di una nuova strutturazione dei dati cartografici.



3.2 Decreto PCM - Regole tecniche per la definizione delle specifiche di contenuto dei database geotopografici

Il Decreto della Presidenza del Consiglio dei Ministri “*Regole tecniche per la definizione delle specifiche di contenuto dei database geotopografici*” è, come il precedente, del 10/11/2011 ed è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 48 del 27/02/2012 - Supplemento ordinario n. 37.

E’ stato firmato congiuntamente dal Ministro per la pubblica amministrazione e l’innovazione e dal Ministro dell’ambiente, della tutela del territorio e del mare; è stato predisposto da un comitato del CAD (“Codice dell’amministrazione digitale” di cui al decreto legislativo n. 82 del 07/03/2005), il “Comitato per le regole tecniche sui dati territoriali delle pubbliche amministrazioni”; comitato coordinato dal Ministero per l’innovazione ma di interesse anche la Ministero per l’ambiente competente per le attività geografiche ambientali e referente nell’ambito delle attività europee INSPIRE.

Il Database geotopografico è un database di dati topografici definito (decreto, art.1) come un: *archivio di dati territoriali organizzato secondo le regole di struttura e di contenuto individuate nel Catalogo dei dati territoriali – Specifiche di contenuto per i DataBase Geotopografici* (decreto, all.to 1) e nel *modello GeoUML – Regole di interpretazione delle specifiche di contenuto per i DataBase Geotopografici* (decreto, all.to 2).

Gli allegati sono stati predisposti dal Gruppo di lavoro 2 del Comitato, GL “Dati Geotopografici” e derivano dalla revisione di documenti realizzati nell’ambito di IntesaGIS [1996]: il “Catalogo degli oggetti”, lo “Schema di contenuto in GeoUML” e le “Linee guida per l’implementazione”. Il GL “Dati Geotopografici” si è avvalso della collaborazione scientifica del Politecnico di Milano - SpatialDBgroup ed ha visto la collaborazione di tecnici delle Regioni, dei Comuni, dell’Istituto Geografico Militare, del DigiPA (ex CNIPA), dell’Agenzia del Territorio, del Dipartimento della Protezione Civile e del Ministero dell’Ambiente.

Nell’allegato 1, “Catalogo dei Dati Territoriali”, vengono individuati come “National Core” le scale 1:1.000/2.000 per le principali aree urbanizzate e 1:5.000/10.000 per le altre aree, intesi come contenuti minimi obbligatori per la costituzione di un DB omogeneo a copertura nazionale. Il Catalogo rimanda esplicitamente ad altre “specifiche di fornitura o di realizzazione” per “le indicazioni relative alla accuratezza plano-altimetrica degli oggetti”; ovvero rimanda ai capitoli per la realizzazione delle carte tecniche.

Il “Catalogo dei Dati Territoriali” è organizzato in 11 strati: 00 Informazioni geodetiche e fotogrammetriche; 01 Viabilità, mobilità e trasporti; 02 Immobili ed antropizzazioni; 03

Gestione viabilità e indirizzi; 04 Idrografia; 05 Orografia; 06 Vegetazione; 07 Reti di sottoservizi; 08 Località significative e scritte cartografiche; 09 Ambiti amministrativi; 10 Aree di pertinenza. Di essi solo gli strati 03, 07 e 10 rappresentano nuovi contenuti rispetto a quelli nei capitoli fotogrammetrici per le carte tecniche.

Gli stati sono suddivisi in temi a loro volta suddivisi in classi articolati nel seguente modo:

<p>STRATO: 00 Informazioni geodetiche e fotogrammetriche TEMA: Informazioni geodetiche CLASSI: Vertice di rete - Caposaldo Punto di appoggio fotogrammetrico - Punto di legame in triangolazione aerea - Punto fiduciale catastale - Spigolo di cassone edilizio - Punto di collegamento con la base dati del</p>	<p>Catasto TEMA: Informazioni cartografiche e metainformazione CLASSI: Porzione di territorio restituito - Ambito omogeneo per la metainformazione TEMA: Informazioni fotogrammetriche CLASSI: Asse di volo - Centro di presa -</p>
<p>STRATO: 01 Viabilità, mobilità e trasporti TEMA: Strade CLASSI: Area di circolazione veicolare - Area di circolazione pedonale - Area di circolazione ciclabile - Area stradale - Viabilità mista secondaria - Elemento stradale - Giunzione stradale - Tratto stradale - Intersezione stradale - Elemento ciclabile - Giunzione ciclabile - Rete stradale liv.1 - Rete stradale liv.2 - Elemento viabilità' mista secondaria - Giunzione di viabilità' mista secondaria - Rete della viabilità' mista secondaria - Rete ciclabile</p>	<p>TEMA: Ferrovie CLASSI: Sede di trasporto su ferro - Elemento ferroviario - Giunzione ferroviaria - Elemento tranviario - Giunzione tranviaria - Elemento metropolitana - Giunzione di metropolitana - Elemento funicolare - Giunzione funicolare - Binario industriale - Rete ferroviaria - Rete tranviaria - Rete metropolitana - Rete funicolare TEMA: Altro trasporto CLASSI: Elemento di trasporto a fune - Elemento di trasporto su acqua</p>
<p>STRATO: 02 Immobili ed antropizzazioni TEMA: Edificato CLASSI: Unita' volumetrica - Edificio - Cassone edilizio - Elemento di copertura - Particolare architettonico - Edificio minore - Corpo edificato TEMA: Manufatti CLASSI: Manufatto industriale - Manufatto monumentale e di arredo urbano - Attrezzatura sportiva - Manufatto d' infrastruttura di trasporto - Area attrezzata del suolo - Sostegno a traliccio - Palo - Elemento divisorio - Muro o divisione in spessore - Conduittura - Localizzazione di manufatto edilizio o di arredo/igiene</p>	<p>urbana - Localizzazione di manufatto di rete tecnologica - Localizzazione di manufatto industriale/di trasporto TEMA: Opere delle infrastrutture di trasporto CLASSI: Ponte/viadotto/cavalcavia - Galleria TEMA: Opere di sostegno e di difesa del suolo CLASSE: Muro di sostegno e ritenuta del terreno TEMA: Opere idrauliche, di difesa e di regimazione idraulica CLASSI: Diga - Argine - Opera idraulica di regolazione - Attrezzatura per la navigazione - Opera portuale e di difesa delle coste</p>
<p>STRATO: 03 Gestione viabilità e indirizzi TEMA: Toponimi e numeri civici CLASSI: Toponimo stradale - Numero civico - Accesso</p>	<p>esterno/passo carrabile - Accesso interno TEMA: Amministrazione viabilità CLASSE: Estesa amministrativa</p>
<p>STRATO: 04 Idrografia TEMA: Acque interne e di transizione CLASSI: Area bagnata di corso d'acqua - Specchio d'acqua - Invaso artificiale - Affioramento naturale dell'acqua - Cascata - Drenaggi superficiali TEMA: Acque marine CLASSI: Linea di costa marina cartografica - Area di mare - Linea di alta marea - Linea di bassa marea -</p>	<p>Area intercotidale TEMA: Ghiacciai e nevai perenni CLASSE: Ghiacciaio-nevaio perenne Reticolo idrografico CLASSI: Elemento idrico - Condotta - Nodo idrico - Corso d'acqua naturale - Canale - Reticolo idrografico naturale - Reticolo idrografico - Corso d'acqua</p>

<p><i>STRATO: 05 Orografia</i> TEMA: Altimetria CLASSI: Curva di livello - Punto quotato - Breakline TEMA: Batimetria CLASSI: Curva batimetrica - Punto batimetrico</p>	<p>TEMA: Forme del terreno CLASSI: Forma naturale del terreno - Scarpata - Area di scavo o discarica - Area in trasformazione o non strutturata - Alveo naturale - Alveo artificiale</p>
<p><i>STRATO: 06 Vegetazione</i> TEMA: Aree agro - forestali CLASSI: Bosco - Formazione particolare - Area temporaneamente priva di vegetazione - Pascolo o</p>	<p>Albero isolato incolto - Coltura agricola TEMA: Verde urbano CLASSI: Area verde - Filare alberi -</p>
<p><i>STRATO: 07 Reti di sottoservizi</i> TEMA: Rete idrica di approvvigionamento CLASSI: Tratta della rete di approvvigionamento idrico - Nodo della rete di approvvigionamento idrico - Rete approvvigionamento idrico TEMA: Rete di smaltimento delle acque CLASSI: Tratta della rete di smaltimento delle acque - Nodo della rete di smaltimento delle acque - Rete smaltimento delle acque TEMA: Rete elettrica CLASSI: Tratto di linea della rete elettrica - Nodo della rete elettrica - Rete elettrica TEMA: Rete di distribuzione del gas</p>	<p>CLASSI: Tratto di linea della rete di distribuzione del gas - Nodo della rete di distribuzione del gas - Rete gas TEMA: Rete di teleriscaldamento CLASSI: Tratto di linea di teleriscaldamento - Nodo della rete di teleriscaldamento - Rete di teleriscaldamento TEMA: Oleodotti CLASSE: Tratto di linea di oleodotto - Nodo della rete degli oleodotti - Rete oleodotti TEMA: Reti di telecomunicazioni e cablaggi CLASSI: Tratto di linea della rete di telecomunicazione e cablaggi - Nodo della rete di telecomunicazione e cablaggi - Rete di telecomunicazioni e cablaggi</p>
<p><i>STRATO: 08 Località significative e scritte cartografiche</i> TEMA: Località significative</p>	<p>CLASSE: Località significative TEMA: Scritte cartografiche CLASSE: Scritta cartografica</p>
<p><i>STRATO: 09 Ambiti amministrativi</i> TEMA: Ambiti amministrativi enti locali CLASSI: Comune - Provincia - Regione - Acqua</p>	<p>territoriale - Acqua interna - Stato - Suddivisione sub-comunale - Comunità montana</p>
<p><i>STRATO: 10 Aree di pertinenza</i> TEMA: Servizi per il trasporto CLASSI: Area a servizio stradale - Area a servizio del trasporto su ferro - Area a servizio portuale - Area a servizio aeroportuale - Altra area a servizio per il trasporto - Area a servizio dei trasporti TEMA: Pertinenze</p>	<p>CLASSE: Unita' insediativa TEMA: Cave CLASSI: Area estrattiva - Discarica - Area bagnata di corso d'acqua - Specchio d'acqua - Invaso artificiale - Affioramento naturale dell'acqua - Cascata - Drenaggi superficiali</p>

Nell'allegato 2 del Decreto, il "Modello GeoUML" (Geographic Unified Modeling Language), viene utilizzato per definire lo "Schema Concettuale" che è la parte strutturata delle "Specifiche di Contenuto". Il "Modello GeoUML" è composto da "Elementi Informativi" e "Vincoli di Integrità". Si tratta di un insieme di regole che permettono di definire la conformità di un Data Product a una Specifica di Contenuto; con il termine Data Product viene utilizzato per indicare una raccolta organizzata e coerente di informazioni territoriali secondo gli standard ISO 19100.

Seguono alcune parti dell'allegato 2 del Decreto relativi alla modalità di gestione delle informazioni sulla qualità geometrica (parte **A** e **C**) e sulla modellazione 3D (parte **B**); si tratta di una selezione di argomenti propedeutici per introdurre l'ultima parte di questo capitolo nella

quale commenterò come gli eventi recenti descritti sono di interesse nel fornire prospettive per la gestione e lo sviluppo di dati cartografici in coordinate assolute molto accurate.

A “Gli elementi informativi di base del linguaggio GeoUML sono i costrutti di: classe, attributo (non geometrico), cardinalità, dominio enumerato, dominio gerarchico, associazione, ereditarietà, attributo geometrico, attributo di attributo geometrico, chiave primaria, strato topologico.”

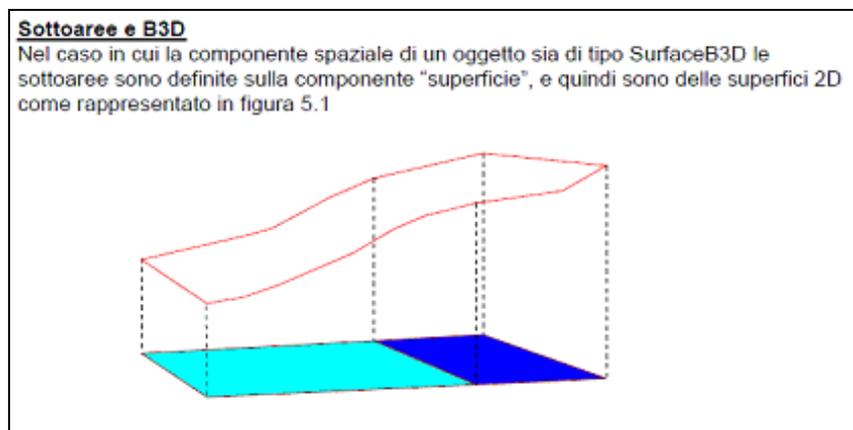
“Una classe definisce un insieme di oggetti che possiedono proprietà omogenee. Un oggetto appartenente a una classe è chiamato istanza; ogni oggetto è dotato implicitamente di un identificatore che non richiede di essere dichiarato a parte. L'insieme delle istanze presenti è detto popolazione (della classe).”

“Un attributo geometrico, detto anche componente spaziale, è un attributo i cui valori appartengono ad uno dei tipi geometrici che costituiscono i domini di tale attributo: le geometrie primitive e le collezioni geometriche. Tutti gli oggetti geometrici sono definiti in un sistema di riferimento di coordinate.”

“Un attributo di attributo geometrico può essere definito su qualsiasi tipo di attributo geometrico, ha un nome univoco nell'ambito degli attributi della componente spaziale sulla quale è definito, ha un codice, un codice alfanumerico opzionale e può avere la cardinalità come gli attributi normali; infine, il suo dominio può essere qualsiasi dominio applicabile agli attributi normali della classe.”

B “Il GeoUML distingue i tipi geometrici in 2D e 3D; permette l'estensione allo spazio 3D sia delle geometrie puntiformi e lineari e delle loro relazioni topologiche, sia della frontiera delle superfici bidimensionali” [es. fabbricati].

“Gli attributi dipendenti dalla geometria sono attributi il cui valore è una funzione dei punti appartenenti ad un attributo geometrico di un oggetto applicativo. Esistono tre varianti dell'attributo dipendente dalla geometria: l'attributo a tratti, a sottoaree e ad eventi.”



C “Classi a istanze monoscala quelle classi per le quali la componente spaziale di ogni istanza deve essere rilevata tutta alla stessa scala (se la classe possiede più componenti

spaziali, devono essere tutte rilevate alla stessa scala in una singola istanza). Per ogni istanza delle classi a istanze monoscala è evidentemente possibile definire una precisa Scala di Rilievo e quindi memorizzare tale informazione in un apposito attributo, che costituisce un metadato di istanza.”

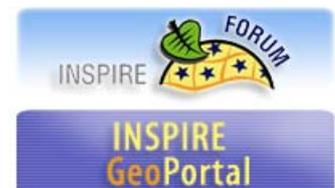
“L’esistenza di classi a istanze monoscala impone evidentemente dei vincoli alle Regole di Determinazione della Scala di Rilievo adottabili dal capitolato di rilievo: ad esempio, se si definiscono delle aree di rilievo a scala omogenea, le istanze delle classi a istanze monoscala non possono essere a cavallo di due diverse aree di rilievo”.

Le istanze monoscala sono state proposte per mosaicare dati provenienti da carte tecniche a scala diversa; ad esempio la Regione Lombardia ha promosso carte tecniche 1:2.000 per la parte urbana e 1:10.000 per le altre aree. Nel DB Geotopografico la zona 1:10.000 relativa alla parte urbana viene eliminata e sostituita con le informazioni 1:2.000.

I DB Geotopografici derivati da carte tecniche a scala diversa vengono chiamati DB “multiscala”; in essi viene data priorità alle informazioni a scala maggiore; naturalmente le informazioni di confine tra una scala e l’altra non possono essere coincidenti; è sempre quindi necessaria una attività del gestore cartografico di editing chiamata di “armonizzazioni” sul confine.



3.3 Attività INSPIRE del Working Group Cadastral Parcels



Le attività INSPIRE di sviluppo per la realizzazione di una infrastruttura per l’informazione territoriale in Europa incominciano nel 2001 e nel 2007 vengono formalizzate e sviluppate dalla Comunità Europea, la direttiva n. 2.

Nell’ambito di INSPIRE vengono proposte, discusse e formalizzate regole per standardizzare e rendere interoperabile l’informazione geografica; segue l’elenco di quelle già pubblicate:

- nel 2008 regolamenti su metadati, su accesso ai dati territoriali, su interoperabilità dei set di dati spaziali, su servizi di rete per lo scaricamento e la conversione dei dati geografici;
- nel 2009 regolamenti sul monitoraggio e la conformità dei data set spaziali, sulla rettifica al regolamento su metadati;

- nel 2010 regolamenti sull'accesso ai set di dati territoriali ed ai relativi servizi, sulla interoperabilità ai set di dati territoriali;
- nel 2011 regolamento sulla interoperabilità dei set di dati territoriali e dei servizi ad essi relativi.

L'attività tecnica di INSPIRE viene sviluppata dalla attività di gruppi di lavoro tematici - Thematic Working Group (TWG) - tra cui quello si dati catastali che nel 2009 ha pubblicato le seguenti linee guida:



INSPIRE
Infrastructure for Spatial Information in Europe

D2.8.1.6 INSPIRE Data Specification on Cadastral Parcels – Guidelines

Title	D2.8.1.6 INSPIRE Data Specification on <i>Cadastral Parcels</i> – Guidelines
Creator	INSPIRE Thematic Working Group <i>Cadastral Parcels</i>
Date	2009-09-07
Subject	INSPIRE Data Specification for the spatial data theme <i>Cadastral Parcels</i>
Publisher	INSPIRE Thematic Working Group <i>Cadastral Parcels</i>

Nell'ambito di INSPIRE le particelle catastali sono definite dati generali di base in quanto hanno lo scopo di permettere la georeferenziazione anche di altre informazioni quali quelle ambientali relative ai suoli e al loro uso. Le informazioni sui proprietari delle particelle in INSPIRE vengono definite attributi la cui gestione e pubblicazione continua a essere di competenza dei singoli registri nazionali.

Le linee guida sono state redatte da un gruppo di lavoro tematico al quale hanno partecipato esperti della Danimarca, della Finlandia, della Francia, dell'Ungheria, dei Paesi Bassi, della Norvegia, della Spagna, della Svizzera, del Regno Unito e della Commissione europea. Il gruppo di lavoro ha mantenuto contatti anche con altri organismi che si occupano di standardizzazione catastale: il Comitato Permanente del Catasto, EuroGeographics, il Gruppo di lavoro III della FIG e il Comitato Tecnico di ISO.

Nelle linee guida si richiede di pubblicare le particelle catastali in ETRS89, di specificarne la precisione di posizionamento, di dichiarare la frequenza di aggiornamento.

Importanti anche le previsioni di possibili evoluzioni del dato catastale: qui sotto , a pag. 110, un accenno alla combinazione tra particelle e dati 3D

INSPIRE	Reference: INSPIRE_DataSpecification_CP_v3.0.docpdf		
TWG-CP	Data Specification on Cadastral parcels	2009-09-07	Page 110

Possible evolutions

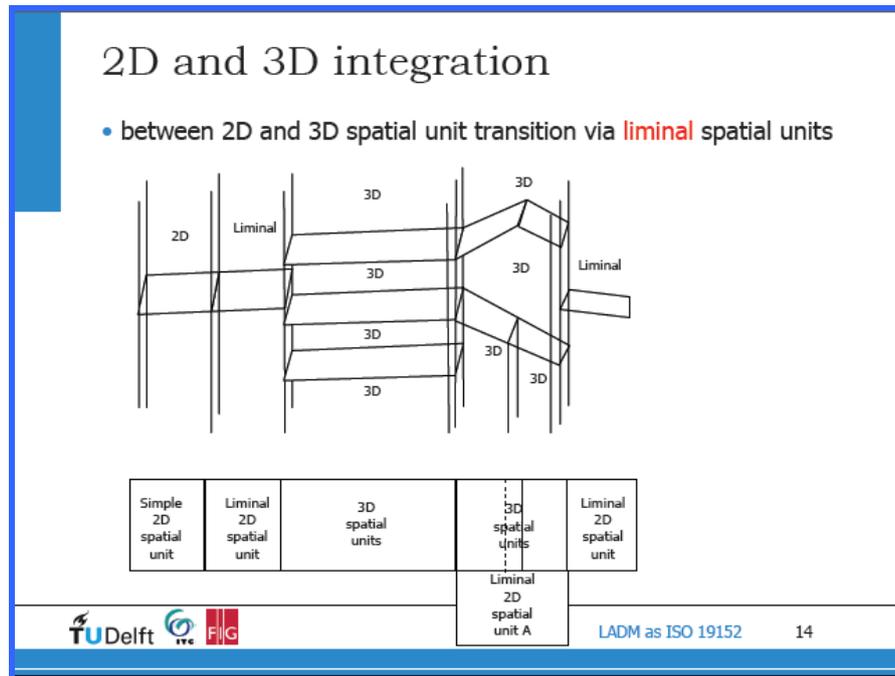
Links with themes in Annex II and III

- Many users work both with cadastral parcels and orthophoto. When cadastral parcels are displayed on an orthophoto background, it is better if the result look consistent. This may be more or less solved by orthophotos of similar resolution and accuracy as cadastral parcels.
- Some users have expressed the requirement (in future) to combine cadastral parcels with 3D data (DTM, buildings).
- Other TWGs should not recommend using parcels as reference data (in D2.5 meaning) because it may put strong requirements on temporal aspects for cadastral parcels.

Ecco come il Arvo Vitikainen e la Dott.ssa Juhana Hiironen, nella riunione FIG 2012 a Roma, descrivono lo scenario 3D per il catasto in Finlandia;

Importance	Methods	Conclusions
<Judicial>	<Technical>	<Practical>
<p>The cadastre will be develop based on Alternative 2 (3D property formation will be made possible in special cases)</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 3D property formation <u>will be made possible only in areas with detailed plan.</u> □ The need for 3D properties must be identified in the detailed plan. □ However there is no need to change the regulations concerning Planning and Building Act since the current legislation does not prohibit identifying 3D properties. □ The biggest changes must be made to the Property Formation Act and to the Real Estate Register Act. <ul style="list-style-type: none"> □ For example the definition of real estate needs to be reconsidered □ Also some minor changes might have to be made to other acts, i.e. to Land Code, property formation enactment 		

Argomento trattato anche da Peter van Oosterom nel 2009 al LADM workshop in Canada



Gli standard internazionali per il catasto immobiliare - Land Administration Domain Model (LADM) – sono stati proposti ad ISO nel 2007 dalla FIG, ampiamente discussi e approvati formalmente nel novembre 2012 dal Comitato Tecnico 211 di ISO.

Si articola in quattro macrocategorie:

1. proprietari (persone e organizzazioni);
2. responsabilità e le restrizioni (diritti di proprietà);
3. unità spaziali (particelle catastali e unità immobiliari negli edifici);
4. fonti georeferenziate (rilievo e topografia) e le loro rappresentazioni (geometria e topologia).

Il tema è di grande interesse perché a livello mondiale solo il 25% degli stati ha istituti che si occupano di catasto immobiliare così come siamo abituati in Europa.

Inoltre la definizione di standard catastali per le amministrazioni territoriali sta incentivando la realizzazione di sw applicativi che faciliteranno la diffusione di LADM a livello internazionale.



3.4 - Attività del Progetto MUDE

Modello Unificato Digitale per l'Edilizia

Il MUDE - *Modello Unico Digitale dell'Edilizia* è lo strumento individuato dal legislatore per la progressiva ricomposizione del processo edilizio (processo autorizzativo in capo al Comune) e catastale (processo immobiliare - fiscale in capo all'Agenzia del Territorio), oggi separati dalla tradizionale suddivisione delle competenze, in un oggetto integrato.

La prima definizione di MUDE appare nell'art. 34-quiues della Legge 80 del 10 gennaio 2006:

“Per attuare la semplificazione dei procedimenti amministrativi catastali ed edilizi ... l'istituzione di un modello unico digitale per l'edilizia [MUDE] da introdurre gradualmente per la presentazione in via telematica ai comuni di denunce di inizio attività, di domande per il rilascio di permessi di costruire e di ogni altro atto di assenso comunque denominato in materia di attività edilizia. Il suddetto modello unico comprende anche le informazioni necessarie per le dichiarazioni di variazione catastale e di nuova costruzione ...

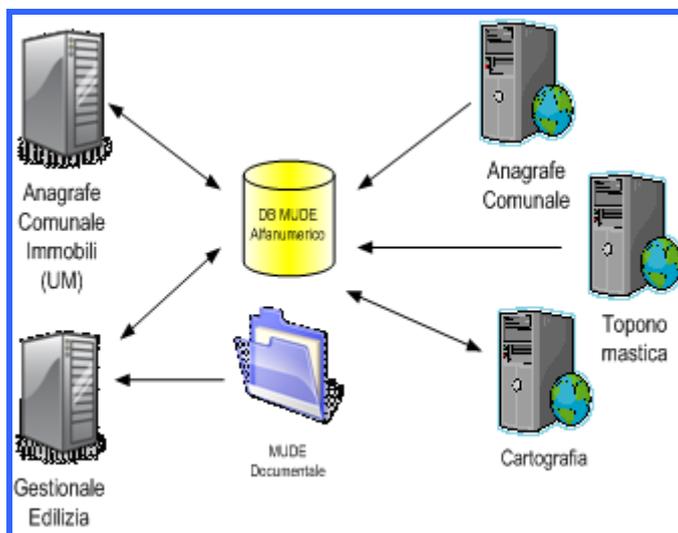


Figura 27 - MUDE cooperazione tra banche dati locali

... In via transitoria, fino a quando non sarà operativo il modello unico per l'edilizia, l'Agenzia del territorio invia ai comuni per via telematica le dichiarazioni di variazione e di nuova costruzione presentate a far data dal 1° gennaio 2006 e i comuni verificano la coerenza delle caratteristiche dichiarate dell'unità immobiliare rispetto alle informazioni disponibili, sulla base

degli atti in loro possesso. Eventuali incoerenze riscontrate dai comuni sono segnalate all'Agenzia del territorio che provvede agli adempimenti di competenza.”

Secondo questo articolo di legge, il MUDE si pone anche i seguenti obiettivi: attuare la semplificazione dei procedimenti amministrativi; essere presentato ai comuni per via telematica; servire per presentare ogni atto di assenso in materia edilizia e catastale; fornire strumenti ai comuni verificare la coerenza tra la caratteristiche dichiarate sulla parte catastale e sulla parte edilizia.

Il gruppo di lavoro ANCI su questo argomento nel 2008 declina il tema MUDE come il perseguimento di *“obiettivi di qualità informativa attraverso la ricerca di integrazione dei dati contenuti negli archivi comunali e catastali, con il fine di pervenire ad una descrizione unitaria dei beni immobili e delle variazioni che li interessano”*.

L'ipotesi fatta nel 2008 fu che *“a partire da tale integrazione informativa sarà possibile definire ipotesi di semplificazione dei procedimenti amministrativi che, intervenendo sulla razionalizzazione delle attività di backoffice e sulle interazioni Comuni - Agenzia del Territorio, possano apportare benefici anche nei rapporti con il cittadino in termini di riduzione degli adempimenti e degli accessi agli sportelli della Pubblica Amministrazione, consultazione delle banche dati e compilazione delle richieste, correttezza e qualità delle informazioni registrate”*.

La considerazione fatta nel 2008 fu che *“per potere fare tutto questo è però necessario identificare in maniera univoca e scevra da errori il bene immobile”*.

Fu quindi indicato che gli identificativi di un bene immobile avrebbero dovuto essere gli *“Estremi Catastali”*, i *“Dati Toponomastici”* e il *“Riferimento Cartografico Univoco”* a loro volta così definiti:

- *Estremi Catastali – gli estremi catastali (es. Foglio, Mappale ed eventuale Subalterno) sono gestiti dall'Agenzia del Territorio e vengono impiegati per certificare e sancire i diritti su questi beni. Tali diritti vengono registrati nel Catasto in seguito ad atti (notarili) e le relative scritture sono trasmesse alla Conservatoria dei registri immobiliari;*
- *Dati Toponomastici – i dati toponomastici (es. via, civico ed eventuale interno) sono impiegati dai Comuni per l'identificazione delle abitazioni e dei soggetti che vi risiedono aree di circolazione e delle sedi di dimora e di lavoro per scopi anagrafici e fiscali;*
- *Riferimento Cartografico Univoco (Georeferenziazione) – i dati di georeferenziazione (es. coordinate x, y e z) sono gli elementi spaziali atti alla rappresentazione geometrica di un oggetto nei Sistemi Informativi Territoriali.*

L'ultimo elemento identificativo proposto nel 2008, il *“Riferimento Cartografico Univoco”*, era una novità assoluta sostenuta con le presenti considerazioni:

- a) che *“nella vita di un immobile (partendo cioè dalla sua concezione al momento del progetto, al suo completamento e successive trasformazioni), gli elementi identificativi immobiliari possono esistere o meno (o contenere degli errori nelle rispettive banche dati) o variare (ad esempio variazione degli identificativi catastali anche solo per cambiamento destinazione d’uso, ridenominazione delle vie, ecc)”*;
- b) che *“all’atto di stesura di un progetto edilizio normalmente esistono solo gli estremi catastali del terreno sul quale l’edificio verrà costruito”*;
- c) che *“gli estremi catastali dell’edificio costruito saranno assegnati solo al completamento in seguito al processo di accatastamento del bene”*;
- d) che *“gli estremi toponomastici (numerazione civica esterna ed interna) vengono assegnati dal Comune prima dell’accatastamento, in tempi “prossimi” alla conclusione dei lavori di trasformazione edilizia”*;
- e) che *“per le nuove costruzioni rimane un periodo, che può durare anche anni, durante il quale il costruendo immobile non risulta identificabile con nessuno dei due sistemi di identificazione”*.

Fu quindi proposto di *“introdurre un ulteriore sistema di identificazione dell’immobile: la georeferenziazione”*.

Il gruppo di lavoro nel 2008, nell’ambito del Progetto ELIFIS-CAT, considerò la georeferenziazione del progetto edilizio come *“la condizione minima di identificazione di un bene in via di costruzione o di modificazione”*.

Per minimizzarne l’impatto economico ed amministrativo fu proposta una forma semplificata di *“georeferenziazione”* del progetto edilizio così descritta:

- *al momento della approvazione dell’opera – saranno richiesti solo la planimetria sommaria del costruendo edificio inquadrata sulla cartografia catastale e sulla cartografia tecnica comunale/regionale preventivamente fornite al Professionista;*
- *al completamento dell’opera –sarà richiesto l’usuale rilievo dell’edificio della procedura catastale PREGEO (opportunamente modificata per rientrare nel MUDE) ai fini dell’aggiornamento della carta catastale e della cartografia tecnica comunale/regionale*
- *in questa maniera sarà possibile ottenere le informazioni necessarie al Comune per esercitare il controllo sulle trasformazioni urbane senza al contempo incidere economicamente sui cittadini ed organizzativamente sul lavoro dei professionisti (che per una georeferenziazione sommaria sono non necessitano di rilievi di sorta).*

L'attività è proseguita nell'ambito del Progetto FED-FIS e nel 2011 è stato presentato lo studio di fattibilità della componente cartografica del MUDE; nello studio di fattibilità è denominata MUDIC (Modello Unico DIGitale Cartografico) e definita come ottenuta in due fasi:

- in fase di presentazione del progetto edilizio con:

una proiezione sulla carta topografica comunale delle particelle catastali costituenti il lotto di intervento edilizio e, a complemento, inserendo in esso il progetto di nuovo poligono edificio; proiezione realizzata sfruttando il riconoscimento di punti omologhi (punti fiduciali materializzati da vertici di poligoni edificio) definenti triangoli su entrambe le cartografie e circostanti il lotto di intervento edilizio;

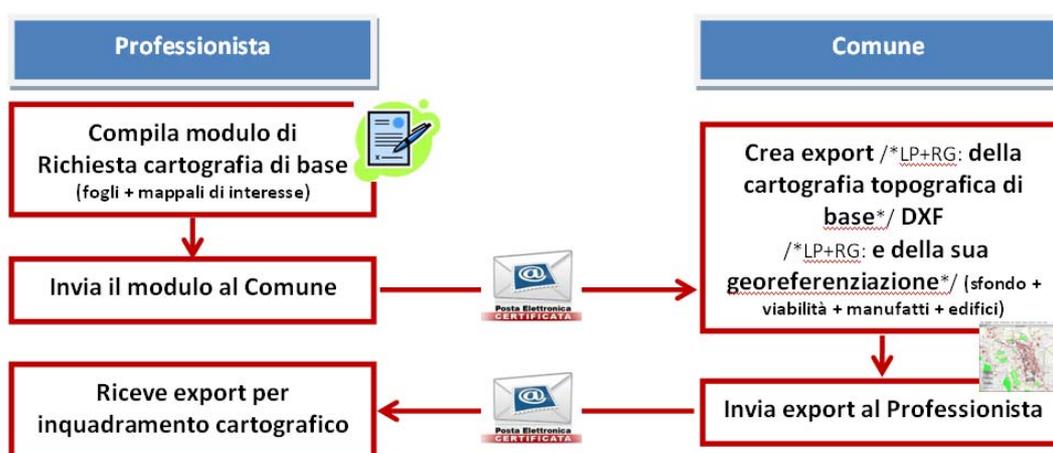


Figura 28 - Flusso MUDIC nella presentazione del progetto edilizio

- in fase di fine lavori del progetto edilizio con:

una proiezione sulla carta topografica comunale del rilevamento del nuovo poligono edificio contenuta nei tipi mappali realizzati dai professionisti per gli atti di aggiornamento catastale (libretti Pregeo); anche in questo caso una proiezione realizzata sfruttando il riconoscimento di punti fiduciali materializzati da vertici di poligoni edificio circostanti l'intervento edilizio.

Con lo studio di fattibilità fu presentata una sperimentazione così descritta:

Nelle prospettive del Modello Unico Digitale per l'Edilizia (MUDE) si ritiene importante che il progetto digitale dei nuovi edifici venga integrato con informazioni geomatiche idonee al suo inserimento nella cartografia comunale sia per individuare immediatamente la sua localizzazione nel sistema informativo territoriale comunale e renderlo disponibile agli addetti ai lavori durante la gestione del cantiere, sia per - mediamente due o tre anni dopo - confrontarlo con le informazioni geomatiche di aggiornamento catastale redatte dai professionisti a lavori realizzati.

La sperimentazione qui presentata ha riguardato una recente [2010] collaborazione con il Comune di Reggio Emilia e la Fondazione dei Geometri dell'Emilia Romagna per la realizzazione di un approfondimento dei contenuti tecnico/procedurali del locale Regolamento Urbanistico Edilizio (RUE) allo scopo di individuare, senza aumentare significativamente le attività tecniche complessive dei professionisti, una procedura per la georeferenziazione dei nuovi edifici anche in fase di progettazione.

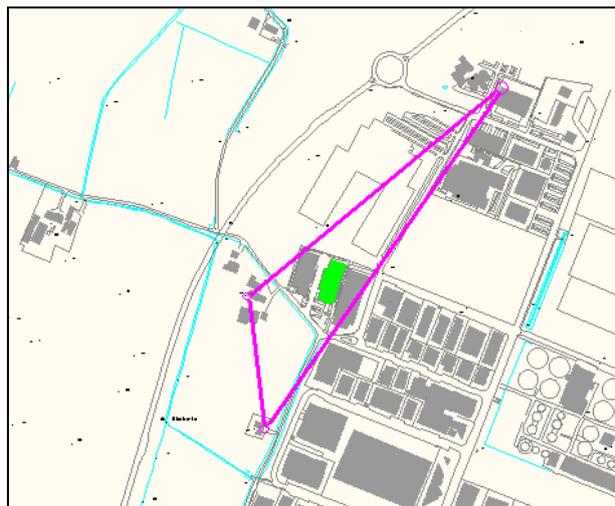


Figura 29 - Progetto edificio cartografato

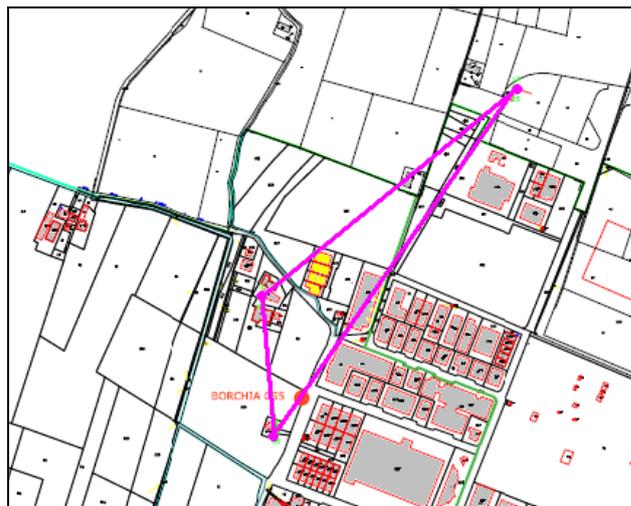


Figura 30 - Edificio in mappa catastale

Si è quindi pensato di mettere a disposizione dei professionisti la cartografia topografica comunale comprensiva dei dati di georeferenziazione primaria e di chiedere loro, in fase di presentazione del progetto del nuovo edificio, di fornirne la georeferenziazione del suo perimetro in relazione alla proiezione sulla cartografia comunale delle particelle catastali costituenti il lotto edilizio.

L'idea principale è stata quella di incrementare il regolamento edilizio con procedure di emulazione dell'approccio catastale nell'inserimento dei dati di aggiornamento sulla cartografia topografica comunale finalizzata ad ottenere il poligono "nuovo edificio" sia in fase di presentazione del progetto sia in fase di sua ultimazione; ciò consentirà poi di demandare a semplici procedure automatiche di intersezione in ambiente GIS una verifica macro di conformità progettuale e realizzativa della dimensione planimetrica del nuovo edificio e della sua relazione con altri oggetti topografici come la distanza da strade e da edifici adiacenti.

Quali punti notevoli sono stati confermati i punti fiduciali catastali se definiti da vertici di fabbricato in quanto ben identificabili anche sulla cartografia topografica comunale; essi in genere sono ben distribuiti perché presenti per oltre il 95% dell'insieme complessivo dei punti fiduciali catastali.

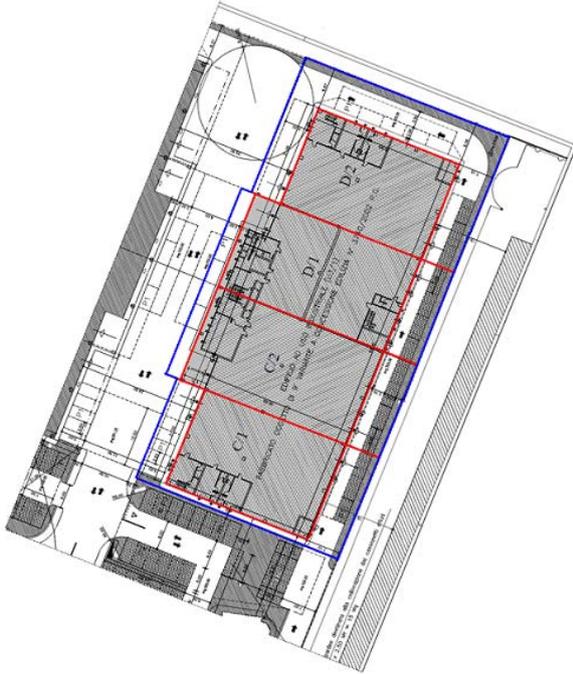


Figura 31 - Progetto edificio nel lotto

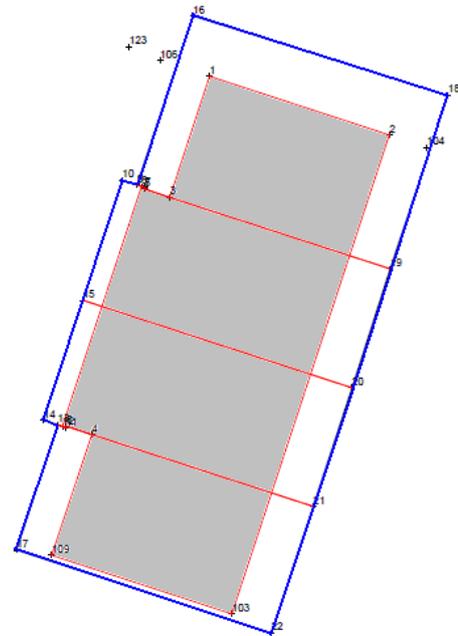


Figura 32 - Edificio nel lotto catastale

Ai professionisti coinvolti nella sperimentazione è stato richiesto di selezionare alcuni recenti casi di nuovi edifici da loro rilevati per gli atti di aggiornamento catastale; per ciascuno di essi è stato richiesto di individuare sulla cartografia topografica comunale georeferenziata gli spigoli di fabbricato omologhi ai punti fiduciali catastali e di individuare il corrispondente “triangolo fiduciale”.

Siti web per approfondimenti:

- ELICAT-ELIFIS-FEDFIS: www.eli.catasto-fiscalita.anci.it
- SIGMATER: www.sigmater.it



3.5 Prospettive per i dati cartografici in coordinate assolute molto accurate

Il decreto di “Adozione del Sistema di riferimento geodetico nazionale” [capitolo 3, parte 1] ha consentito ai servizi di posizionamento presenti in Italia di fornire ai topografi che operano in modalità NRTK direttamente in campagna coordinate assolute ETRF2000 con accuratezze planimetriche dell’ordine di qualche centimetro [2-4 cm] come verificato anche con le sperimentazioni dirette riportate nel successivo paragrafo.

Apparentemente accuratezze troppo elevate se comparate con le carte catastali e tecniche alla scala 1:2.000. Queste hanno accuratezze (corrispondenti alla tolleranza di posizione dei particolari cartografici ben individuabili, tolleranze ancora connaturate dal passato periodo tecnico analogico e denominato “errore di graficismo alla scala di rappresentazione” e definito in 0,4 mm alla scala di rappresentazione), di 80 cm.

Abbiamo però visto che le carte tecniche riorganizzate nei database geotopografici [capitolo 3 parte 2] hanno anche funzionalità di gestione dei dati a scala differente; quindi, ai fini del nostro progetto, potremmo considerare i dati rilevati in modalità NRTK corrispondenti alla scala 1:200 e, strutturando anche i dati delle mappe catastali in modo analogo al modello utilizzato per i database geotopografici, progettare l’evoluzione della mappa catastale verso un GeoDB multiscala 1:2.000 per la parte esistente e 1:200 per i prossimi aggiornamenti.

A questo punto avremmo a disposizione dati cartografici di aggiornamento con accuratezze superiori al decimetro in gran parte inerenti aggiornamenti cartografici catastali; ovvero a informazioni inerenti nuovi fabbricati e lotti ad essi associati (intendendo i lotti come costituiti da insiemi di particelle catastali). Quindi potremmo pensare ad uno sviluppo delle attività MUDE per organizzare i dati relativi al Geo-Progetto [capitolo 3 parte 4] con caratteristiche cartografiche 1:200 e organizzare i dati catastali nelle nuove aree urbanizzate con le modalità 3D indicate dal gruppo di lavoro europeo sul catasto [capitolo 3 parte 3] in modo da relazionare in coordinate assolute il fabbricato ed al suo interno le planimetrie di ogni piano e le relative articolazioni in unità immobiliari.

I dati così riorganizzati sarebbero in grado di fornire al settore gestionale immobiliare del Comune la possibilità di verificare, lanciando procedure automatiche in ambiente GIS, la congruenza tra progetto e realizzazione di ogni nuovo fabbricato nell’ambito di accuratezze del decimetro.

Quindi in prospettiva, questo progetto di miglioramento della qualità dei dati cartografici, potrebbe venire utilizzato per garantire a tutti i possessori di nuovi immobili che la verifica automatica GIS del Comune evita evasione ed elusione, ovvero che fornisce garanzia a tutti i possessori di nuovi immobili di contribuire in modo perequato al finanziamento delle attività comunali.

Capitolo 4 - Test preliminari NRTK

A partire dalla attivazione in Italia dei primi Servizi basati sulla tecnica NRTK sono state eseguite numerose sperimentazioni per valutare precisione, accuratezza e affidabilità del sistema che hanno prodotto una ricca bibliografia al riguardo. Non tutte le relazioni sono state sempre pienamente favorevoli alla tecnica, soprattutto nel primo periodo, soprattutto per quanto riguarda la effettiva fattibilità ovunque e la piena affidabilità. Anche il DICAM (ex DISTART) ha contribuito a questa attività con numerose indagini sul campo e con approfondite analisi dei dati acquisiti, sia nelle zone circostanti che anche in aree lontane.

Poiché, a quanto si evince anche dalla letteratura, i risultati sono almeno parzialmente legati all'area sulla quale si opera (dipendendo dai servizi disponibili, dalla capacità di ricezione telefonica e satellitare), si è ritenuto importante per il lavoro in corso effettuare esperienze dirette in campagna in varie zone dell'Emilia Romagna, prima per acquisire esperienza e poi per indagare sistematicamente i fattori, strumentali e non, che possono influenzare il risultato.

4.1 Prima sperimentazione: rilievo di punti di controllo in un poligono di taratura per MMS

Durante le operazioni di preparazione di un poligono di taratura per controllare Mobile Mapping Systems, sono stati segnalizzati alcuni punti su particolari che fossero visibili sulle immagini acquisite dal sistema e il rilievo della loro posizione doveva fornire la “verità a terra” con la quale confrontare le coordinate ricavate dalle immagini ottenute in campagna dal sistema ad alta produttività.

Il rilievo dei punti è stato effettuato in modalità NRTK con misure ripetute cercando di valutare la ripetibilità dei valori ottenuti sullo stesso punto e l'influenza su di essa di parametri quali il tipo di strumento e il tipo di servizio

Le misure sono state effettuate con il metodo NRTK appoggiandosi alla rete BO-POS con tutti gli strumenti (Leica System 1200, Topcon GB1000 con controller FC100 e FC200), ad eccezione del Topcon GB1000 con controller FC200 che si è appoggiato alla rete FoGER.

Confronto tra coordinate utilizzando lo stesso strumento

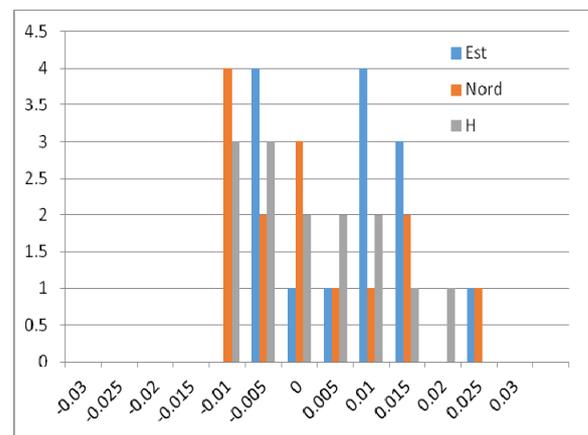
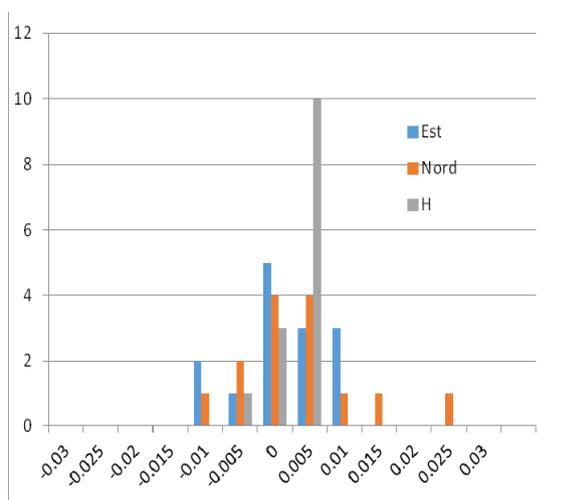
Per quanto riguarda il confronto tra coordinate ottenute con lo stesso strumento, le misure sono state effettuate con due strumenti, ovvero il Leica System 1200 ed il Topcon GB1000 con controller FC100; ogni strumento misurava le coordinate due volte per ognuno dei 14 punti considerati.

Appurata l'assenza di errori grossolani è possibile eseguire un test statistico sui risultati, calcolando la media e la deviazione standard ottenendo quanto segue:

Alalisi statistica			
System 1200			
	Est	Nord	Quota
Media	-0.001	0.002	0.001
St. Dev	0.007	0.008	0.003
Max Abs	0.013	0.021	0.008

GB1000 Controller FC100			
	Est	Nord	Quota
Media	0.004	-0.004	0
St. Dev	0.009	0.012	0.011
Max Abs	0.022	0.024	0.019

E in forma grafica, rispettivamente per il System 1200 e il GB1000:



Come si può notare l'affidabilità delle misure è elevatissima per entrambi gli strumenti, il valore massimo assunto dalle medie delle differenze è di soli 4 mm, un valore trascurabile, ed anche la deviazione standard assume valori ridotti.

Confronto tra coordinate ottenute con strumenti e reti differenti

Come detto all'inizio del paragrafo sono state usate due reti NRTK, la rete FoGER della Fondazione dei Geometri dell'Emilia – Romagna e la rete BO-POS istituita e gestita dal DISTART dell'Università di BOLOGNA.

Dato che in questo caso sono stati utilizzati tre strumenti, le differenze verranno fatte a coppie in modo da esaurire tutte le combinazioni possibili (ovvero differenze tra System 1200 e Topcon con controller FC100, differenze tra System 1200 e Topcon con controller FC200 e per finire differenze tra Topcon con controller FC100 e FC200). I punti sui quali è stata fatta misura sono stati oltre 80 e la statistica calcolata sulle differenze è la seguente:

Analisi statistica tra System 1200 e GB1000 FC100 (solo Servizio BO-POS)				Analisi statistica tra System 1200 e GB1000 FC200 (Servizi BO-POS più FoGER)				Analisi statistica tra GB1000 FC100 e GB1000 FC200 (Servizi BO-POS più FoGER)			
	Easting	Northing	h(m)		Easting	Northing	h(m)		Easting	Northing	h(m)
Media	- 0.012	0.004	0.078	Media	- 0.007	0.000	0.146	Media	0.006	- 0.009	0.070
St Dev	0.050	0.048	0.065	St Dev	0.015	0.027	0.027	St Dev	0.048	0.043	0.054
MaxAbs	0.298	0.196	0.325	Max Abs	0,037	0.064	0.221	Max Abs	0.274	0.207	0.318

In questo caso la media delle differenze si mantiene sempre bassa in planimetria, mentre la dispersione è assai più sensibile, in planimetria varia tra 3 e 5 cm per ciascuna coordinata, e per alcuni punti lo scarto tra le due modalità raggiunge e supera i 20 cm; per quanto attiene la quota, sembra essere presente un offset tra i due servizi e la dispersione è della stessa entità riscontrata in planimetria.

Questi primi risultati da un lato danno una idea del “rumore di misura”, la variabilità casuale intrinseca all'attività di rilievo ripetuto su un punto, dall'altra segnalano la necessità che i servizi NRTK abbiano lo stesso Datum di definizione delle coordinate delle stazioni permanenti, e quindi dei punti misurati, e il fatto che “talvolta” siano presenti dei valori non del tutto affidabili senza che ci siano evidenze in campagna o in fase di controllo della qualità delle misure NRTK ottenute (si sono considerate solo le soluzioni “fixed”. Si è ritenuto opportuno procedere a delle misure sistematiche sulla qualità dei rilievi NRTK possibili in Emilia Romagna, effettuate ad hoc.

4.2 Sperimentazioni sistematiche

In questa parte della tesi si descrivono i test ai quali si è partecipato direttamente collaborando con professionisti e con personale universitario; attività realizzata negli ultimi tre anni e finalizzata a testare localmente varie situazioni e contesti (area reggiana, area bolognese).

L'obiettivo è stato quello di verificare la qualità dal punto di vista della precisione e della ripetibilità dell'uso di reti NRTK ai fini del rilevamento tecnico, oltre che a mettere a punto

procedure e report di lavoro in campagna per approfondire la documentazione sulla qualità del rilevamento. Per questo nei test primariamente sono stati utilizzati punti stazionabili già precedentemente rilevati e materializzati; questo permette infatti di valutare l'accuratezza del rilievo NRTK del punto, per confronto con un valore noto per altra via e considerato più preciso e controllato.

Inoltre sono state ripetute anche distanze reciproche tra Punti Fiduciali materializzati da vertici di fabbricato e si è collaborato con il gestore del servizio di posizionamento della Fondazione Geometri dell'Emilia Romagna per organizzare un report di osservazione dell'operatore mentre è in corso la sessione di rilevamento.

Nelle sperimentazioni si è ritenuto di procedere in modo sistematico, valutando l'effetto di alcune variabili, o meglio cercando di rispondere a domande quali:

- è indifferente il modello di ricevitore usato ?
- per quanto tempo occorre protrarre l'acquisizione ?
- è vero che la disponibilità di dati di satelliti del sistema GLONAS introduce miglioramenti ?
- quale è la ripetibilità del posizionamento nelle stesse condizioni di rilievo ?

Questi punti sono stati affrontati in varie sperimentazioni, come indicato nella sottostante tabella di descrizione sintetica di test realizzati su punti materializzati:

<i>confronti tra</i>	<i>modalità</i>
ripetizioni in giorni ore diversi dev. st. < 0.01 m	un servizio di posizionamento, uno strumento a doppia frequenza, antenna su asta con bipede, campionamento 1 sec., angolo elevazione minimo 10°, acquisizioni 180 sec., misure su cinque punti, con quattro ripetizioni. [descrizione in 4.2.1 - finalità "a" - prima parte]
due strumenti dev. st. < 0.01 m	un servizio di posizionamento, due strumenti a doppia frequenza, antenna su asta con bipede, campionamento 1 sec., angolo elevazione minimo 10°, acquisizioni 180 sec., misure su cinque punti non ripetute; [descrizione in 4.2.1 - finalità "a" - seconda parte]
due servizi [stesso Datum] dev. st. < 0.03 m	due servizi di posizionamento [stesso Datum], uno strumento a doppia frequenza, antenna su asta con bipede, campionamento 1 sec., angolo elevazione minimo 10°, acquisizioni 180 sec., misure su un punto con sei ripetizioni; [descrizione in 4.2.2 - quarta parte]
GPS e GPS+Glonass dev. st. < 0.01 m	un servizio di posizionamento, uno strumento a doppia frequenza, antenna su treppiede, campionamento 1 sec., angolo elevazione minimo 10°, misure su cinque punti non ripetute; [descrizione in 4.2.2 - seconda parte]
acquisizioni 120 epoche e 30 epoche dev. st. < 0.01 m.	un servizio di posizionamento, uno strumento a doppia frequenza, antenna su treppiede, campionamento 1 sec., angolo elevazione minimo 10°, misure su cinque punti non ripetute [descrizione in 4.2.2 - finalità "a" - terza parte]

Descrizione sintetica di test realizzati su distanze reciproche tra PF spigoli di fabbricato

<i>confronti tra</i>	<i>modalità</i>
media Pregeo (DIS), test 2002, test 2011 dev. st. < 0.20 m.	oltre tre strumenti a doppia frequenza, antenna su asta con bipede, campionamento 1 sec., angolo elevazione minimo 10°, acquisizioni 180 sec., misure su tre PF da due punti i fuori centro più intersezione per archi. [descrizione in 4.2.1 - finalità "c"]

Descrizione sintetica dei test realizzati per osservazione di rilevatori da parte del gestore servizio

<i>attività</i>	<i>modalità</i>
prototipo di certificato del gestore del servizio di posizionamento sui dati correlati alle misure NRTK del rilevatore	estrapolato dall'archivio del gestore del servizio di posizionamento i seguenti dati correlati alle misure NRTK del rilevatore: data e ora inizio collegamento; data e ora inizio collegamento; coordinate stazione virtuale. [descrizione in 4.2.1 - finalità "b"]



4.3 - Test area reggiana

Per il test nell'area reggiana – località Mancasale - sono stati utilizzati alcuni punti interdistanza media di un chilometro materializzati per una precedente sperimentazione del 2002 [Gandolfi, 2003]. Il test è stato realizzato utilizzando il servizio di posizionamento con la collaborazione della Fondazione dei Geometri dell'Emilia Romagna e l'Agenzia del Territorio dell'Emilia Romagna.

Finalità del test:

- a) verificare localmente la precisione e la ripetibilità di misure in modalità NRTK da parte di professionisti su punti materializzati e occupabili; sia con ripetizione delle acquisizioni in giorni e orari diversi, sia ripetendo nella stessa sessione con due strumenti diversi.
- b) verificare la possibilità da parte del gestore del servizio di posizionamento di selezionare tra i dati registrati quelli sull'operatore in modalità NRTK durante il rilevamento ai fini di fornire al rilevatore utente un attestato e/o “certificato” sul fatto che l'utente si è collegato al servizio in un intervallo di tempo, ha ottenuto una stazione virtuale in una determinata posizione;
- c) verificare la ripetibilità di misure da parte di professionisti su Punti Fiduciali identificati da vertici di fabbricato.

Per la finalità “a” - precisione su punti materializzati - sono stati utilizzati ricevitori a doppia frequenza (Topcon GRS-1 e Leica 1200) su asta e bipede e realizzate acquisizioni di 180”; degli 8 punti materializzati nel 2002 ne sono stati trovati integri 5; su di essi sono state realizzate, in giorni e orari diversi, quattro sessioni di acquisizione di cui le prime tre con un solo strumento e l'ultima con i due strumenti.

Confronto tra le quattro acquisizioni con uno strumento (finalità “a” prima parte)

Tabella 5 - quattro ripetizioni su CS1

Ses.	Nord	Est	Quota
A	4952426,214	630365,522	80,291
B	4952426,225	630365,518	80,289
C	4952426,215	630365,522	80,284

Tabella 6 - quattro ripetizioni su CS3

Ses.	Nord	Est	Quota
A	4954840,659	631335,774	73,784
B	4954840,662	631335,777	73,798
C	4954840,653	631335,780	73,799

D	4952426,221	630365,527	80,281
media	4952426,217	630365,523	80,287
dev. st.	0,006	0,004	0,005

Tabella 7 - quattro ripetizioni su CS4

Ses.	Nord	Est	Quota
A	4955787,788	631614,834	73,121
B	4955787,800	631614,828	73,100
C	4955787,782	631614,832	73,123
D	4955787,789	631614,834	73,138
media	4955787,789	631614,834	73,125
dev. st.	0,007	0,003	0,016

D	4954840,653	631335,780	73,799
media	4954840,654	631335,778	73,799
dev. st.	0,004	0,003	0,007

Tabella 8 - quattro ripetizioni su CS5

Ses.	Nord	Est	Quota
A	4955,677,216	630333,835	70,847
B	4955,677,226	630333,826	70,849
C	4955,677,215	630333,824	70,853
D	4955,677,215	630333,828	70,848
media	4955,677,218	630333,829	70,850
dev. st.	0,005	0,005	0,003

Tabella 9 - quattro ripetizioni su CS8

Ses.	Nord	Est	Quota
B	4953132,318	629259,146	80,411
C	4953132,322	629259,151	80,423
D	4953132,311	629259,153	80,414
media	4953132,317	629259,162	80,436
dev. st.	0,005	0,008	0,005

Confronto tra i due strumenti durante quarta sessione di acquisizione (finalità “a” seconda parte)

Tabella 10 - due strumenti su CS1

Ses.	Nord	Est	Quota
D	4952426.221	630365.527	80.281
E	4952426.211	630365.523	80.292
media	4952426.216	630365.525	80.287
dev. st.	0.007	0.003	0.008

Tabella 11 - due strumenti su CS3

Ses.	Nord	Est	Quota
D	4954840.653	631335.780	73.799
E	4954840.641	631335.780	73.814
media	4954840.647	631335.780	73.807
dev. st.	0.009	0.000	0.011

Tabella 12 - misure borchia CS4

Ses.	Nord	Est	Quota
D	4955787.789	631614.834	73.138
E	4955787.788	631614.839	73.144
media	4955787.788	631614.837	73.141
dev. st.	0.001	0.003	0.004

Tabella 13 - misure borchia CS5

Ses.	Nord	Est	Quota
D	4955677.215	630333.828	70.848
E	4955677.216	630333.830	70.853
media	4955677.216	630333.829	70.851
dev. st.	0.001	0.001	0.004

Tabella 14 - misure borchia CS8

Ses.	Nord	Est	Quota
D	4953132.311	629259.153	80.414
E	4953132.312	629259.164	80.419
media	4953132.312	629259.158	80.417
dev. st.	0.001	0.007	0.004



Conclusioni:

il risultato è stato positivo perché conferma anche per il servizio di posizionamento della Fondazione Geometri Emilia Romagna precisione e ripetibilità centimetriche dei rilevamenti in modalità NRTK in condizioni operative tecniche ordinarie quali quelle dei professionisti e dei tecnici catastali se il punto da rilevare è appositamente materializzato e occupabile.

Per la finalità “b” - report prototipale di qualità del servizio al rilevatore durante le misure - è stata attuata una collaborazione con i tecnici della Geotop, società gestrice del servizio di posizionamento della Fondazione, per progettare insieme i contenuti del report di qualità del servizio erogato al topografo è stato proposto di redigere un report con questi contenuti:

- che l'operatore con ID e password ha utilizzato il servizio di posizionamento
- che si trovava in un “determinato luogo”;
- che ha ottenuto correzioni differenziali;
- che ha operato in un intervallo di tempo;
- che - nell'intervallo di tempo - i satelliti osservati non hanno avuto malfunzionamenti;
- che - nell'intervallo di tempo - il servizio di posizionamento ha avuto complessivamente un “funzionamento conforme” alle specifiche tecniche.

Sono state osservate le operazioni durante le acquisizioni descritte nel test precedente ed ottenuto il seguente report:

Tabella 15 - report prototipale del gestore del servizio di posizionamento

data	1° giorno in campagna	1° giorno in campagna	2° giorno in campagna	3° giorno in campagna	3° giorno in campagna
sessione ore	10.30 - 12.30	15.15 - 16.45	09.00 - 10.50	08.15 - 10.45	08.16 - 10.51
ID sessione	A	B	C	D	E
ID operat.	xxxxxx	xxxxxx	xxxxxx	xxxxxx	xxxxxx
operatore	yyyyyy	yyyyyy	yyyyyy	yyyyyy	yyyyyy

POS (B)	44,7274	44,7282	44,7268	44.7283	44.7313
POS (L)	10,6459	10,6463	10,6457	10.6420	10.6458
POS (h)	78,7975	78,5436	78,7870	77.975	77.075
N_SAT	12	10	12	14	14
N_GPS	7	5	8	8	8
N_GLO	5	5	4	6	6
fixate	4	4	4	4	4
mode	PRS	PRS	PRS	MAC	PRS
RTCM	RTCM3	RTCM3	RTCM3	RTCM3	RTCM3
REF (B)	44,7039	44,7025	44,7033	44.7108	44.70262256
REF (L)	10,6400	10,6463	10,64070	10.6245	10.64109077
REF (h)	102,1710	101,2960	102,0186	103.7648	105.1208698

Considerazioni:

anche il risultato di questa parte del test è stato positivo perché conferma la possibilità da parte del gestore di selezionare dati relativi all'operatore in modalità NRTK; dati che possono essere archiviati in uno specifico repository e forniti al tecnico per complementare la documentazione di rilevamento e contribuire a certificarne la qualità.

L'anno successivo, denominandolo "*Certificato delle misure*", la Fondazione dei Geometri dell'Emilia Romagna ha utilizzato questo test per implementare i servizi della propria rete GNSS www.gpsemiliaromagna.it. Analogamente poi anche la rete GPS Lombardia ha inserito un servizio che fornisce all'utente un "*Certificato delle misure*" una "*tabella indicante data, ora e luogo della misura*".

Per la finalità "c" – accuratezza misure tra vertici di fabbricato - sono state determinate le coordinate di tre Punti Fiduciali identificati da spigoli di fabbricato; si tratta dei PF 1 – 2 – 3 del foglio 49 in prossimità delle borchie CS4 e CS5 per i quali erano già state determinate le coordinate anche nel 1° test. Le coordinate di ciascun PF sono state determinate per intersezione con distanze misurate con un distanziometro ad impulsi da due punti ex-centro a loro volta determinati in modalità NRTK. Scopo è stato quello di valutare l'accuratezza nelle attività tecniche ordinarie di determinazione di distanze tra Punti Fiduciali quando questi definiti da vertici di fabbricato.

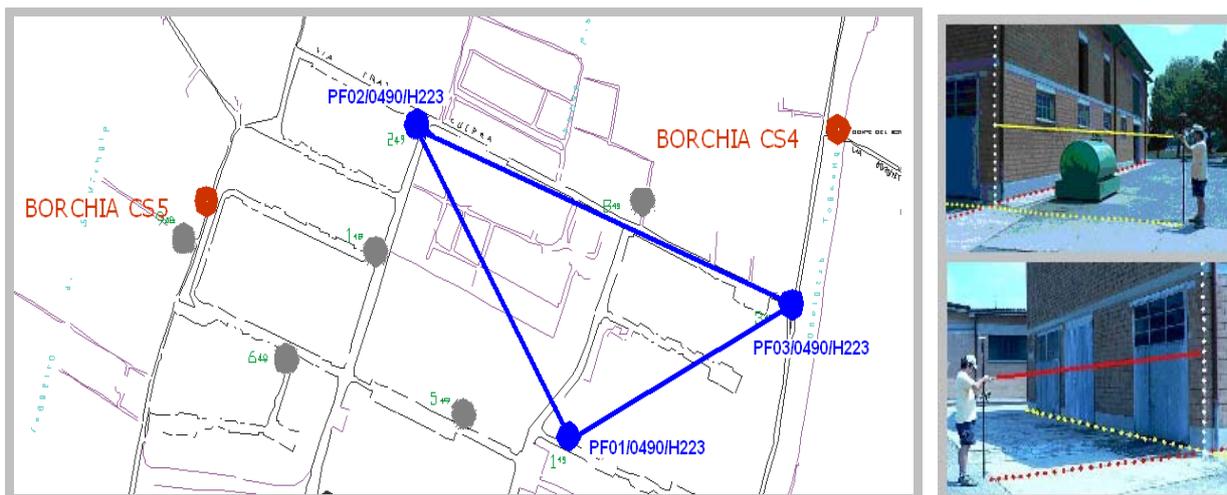


Figura 33 - Punti Fiduciali misurati e schema fuori centro

Nella tabella seguente il confronto delle distanze tra i tre Punti Fiduciali calcolate nei libretti Pregeo con quelle dei test della Fondazione Geometri Emilia Romagna (FoGER) e dell'Università di Bologna (UniBO).

Foglio 49 Com RE	distanza media Pregeo	distanza test FoGER	distanza test UniBO	media Pregeo meno test FoGER	media Pregeo meno test UniBO	test FoGER meno test UniBO	deviazione standard
PF1-2	598.41	598.78	598.54	-0.37	-0.26	0.24	0.19
PF1-3	499.47	499.29	499.45	0.18	-0.11	-0.16	0.10
PF2-3	813.69	813.92	813.67	-0.23	-0.11	0.25	0.14

Tabella 16 - Confronto distanze medie Pregeo con test 2002 e 2010

Conclusioni:

l'analisi dei risultati conferma le difficoltà nella ripetibilità di misure tra vertici di fabbricato con accuratezze superiori a una-due decine di centimetri (condizionata dalla effettiva verticalità del

fabbricato e comunque molto inferiore a quella su punti materializzati e occupabili) con il metodo della intersezione per archi. D'altra parte questo è il metodo più diffuso nelle tecniche di rilevamento per aggiornamento catastale in quanto richiede un solo operatore e rientra nelle tolleranze planimetriche catastali per i Punti Fiduciali che sono di 20 cm per le aree urbanizzate e di espansione urbanistica; di 25 cm per le aree agricole in pianura e media collina; di 30 cm per le aree agricole in alta collina e montagna.

Annotazione:

Il codice di attendibilità planimetrica riportato nelle monografie dei tre casi esaminati è 52 e questo valore catastale identifica edifici presenti nella edizione d'impianto della mappa, edizione realizzata tra il 1886 e il 1960; ciò è in contrasto con quanto risulta nella figura. 33 dove, osservando le foto dei tre Punti Fiduciali, è evidente che i primi due fabbricati sono capannoni industriali in prefabbricato, quindi successivi alla ultimazione delle mappe d'impianto. Verosimilmente fabbricati inseriti in mappa con atti di aggiornamento a cui viene associato un altro valore catastale di codice di attendibilità.

Poiché nelle successive sperimentazioni finalizzate alla nuova georeferenziazione dei fogli di mappa era importante definire Punti Fiduciali erano definiti da fabbricati già nella mappa d'impianto, nelle successive sperimentazioni è stata inserita anche una fase di riscontro utilizzando copia delle mappe d'impianto.

Le misure fatte su Punti Fiduciali consentono interessanti considerazioni in relazione ai dati acquisiti dai professionisti e presenti nel repertorio dei libretti Pregeo. Come noto, le distanze nei libretti Pregeo sono facilmente scaricabili consultando il sito dell'Agenzia del Territorio - www.aenziaterritorio.it - nella successiva tabella 17 viene esemplificata la modalità di calcolo della media delle distanze presenti nei libretti Pregeo per i tre casi utilizzati nella precedente tabella 16: selezionato il protocollo del libretto Pregeo, la distanza in essi dichiarata (Dist_A); poi nella colonna Dist_B sono state eliminate le distanze con lo stesso valore fino al terzo decimale perché, proprio per le considerazioni sviluppate in questa terza parte del test, non possono essere identificate come ulteriori effettive misure.

Tabella 17 - Calcolo della media delle distanze presenti nei libretti Pregeo

PF01/0490/H223 - PF02/0490/H223				media	PF02/0490/H223 - PF03/0490/H223				media
Protocollo	Dist_A.	Dist_B	Diff.		Protocollo	Dist_A	Dist_B	Diff.	
24053/95	598.224	598.224	0.181	598.405	116037/09	813.629	813.629	0.058	813.687
76391/01	598.224	///	///	0.137	196197/11	813.648	813.648	0.039	0.053
				dev. st.					dev. st.

76398/01	598.224	///	///
59337/90	598.378	598.378	0.027
46801/11	598.481	598.481	-0.076
33995/89	598.536	598.536	-0.131

210220/11	813.648	///	///
169668/04	813.692	813.692	-0.005
170333/03	813.699	813.699	-0.012
94160/04	813.699	///	///
33995/89	813.766	813.766	-0.079

PF01/0490/H223 - PF03/0490/H223				media
Protocollo	Dist_A	Dist_B	Diff.	499.471
50158/04	499.431	499.431	0.040	dev. st.
114547/04	499.435	499.435	0.036	0.047
192872/03	499.489	499.489	-0.018	
33995/89	499.530	499.530	-0.059	



4.4 - Test area bolognese

Il poligono di prova sviluppato in Provincia di Bologna è costituito da alcuni punti materializzati dai vertici GPS7 di raffittimento della Rete IGM95 nell'area bolognese.

Finalità:

in questa sperimentazione si è cercato di valutare l'effetto dell'uso del Sistema Glonass in aggiunta a Sistema GPS, il numero delle epoche che conviene acquisire e di comparare i servizi di posizionamento disponibili.

Si è cercato di effettuare la sperimentazione in modo sistematico e tale da consentire la piena controllabilità dei dati sperimentali.

Da map&bookshop di
www.regione.emilia-romagna.it

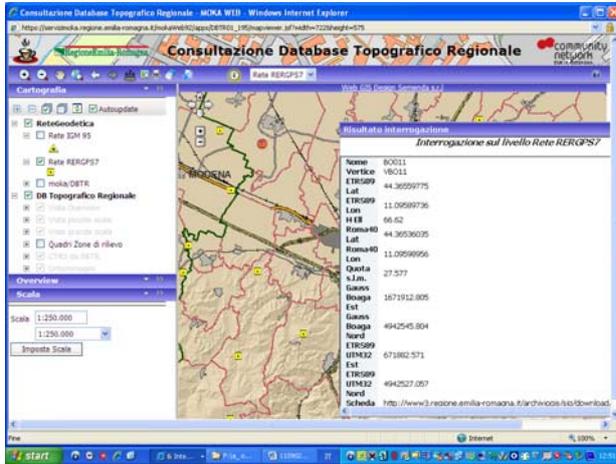


Figura 34 - Download delle monografie dei punti GPS7 in Emilia Romana

Vertice GPS		BO011	
Comune		Descrizione	
San Giovanni in Persiceto		Borchia sul tombino in cls., il più a Nord dei due, di un accesso ai campi, 1.1 Km circa dall'abitato di Castagnolo.	
Località		Castagnolo	
Data di Rilievo:		Gennaio 2007	
Coordinate		Coordinate	
Ellipsoidiche WGS84	Cartografiche WGS84	Geografiche Roma 40	Gausse-Boaga
Lat. = 44°56'55.9775"	Nord = 4942527.056	Lat. = 44°56'53.6034"	Nord = 4542545.802
Long. = 11°09'58.9736"	Est = 671882.572	Long. = 11°09'58.8956"	Est = 1671912.806
Quota ell. = 66.620			Quota s.l.m. = 27.542 *
* Valori determinati tramite livellazione (Capposaldo collegato 043000 ARPA)			
Schizzo monografico fuori scala		Fotografia	
CTR 1:5.000 (elemento 202153)		Cartografia 1:25.000 (Sezione 202se)	
Ditta esecutrice: Studio Topografico Aerofotogrammetrico S.r.l.			

Modalità di esecuzione e documentazione:

- è stato formalizzato un protocollo di misura per definire le modalità delle acquisizioni e la loro documentazione;
- modalità di rilevamento: stazionamento con treppiede geodetico e piombino ottico; intervallo di campionamento 1 secondo; angolo di elevazione minimo: 10°; registrazione dei dati grezzi per un eventuale post-elaborazione degli stessi; due misure indipendenti, sfruttando i diversi servizi BO_POS e FoGER, oppure GPS vs GPS più Glonass;
- modalità operative: antenna con splitter collegata a due strumenti (ricevitore A, ricevitore B) di cui uno impostato in acquisizione statica da ricevitore - non da controller - dei dati grezzi a 1 secondo; prima parte del test con ricevitore A settato in modalità solo GPS con servizio BO_POS e ricevitore B settato in modalità GPS/Glonass con servizio BO_POS; seconda parte del test con ricevitore A settato in modalità solo GPS con servizio FoGER e ricevitore B settato in modalità GPS/Glonass con servizio FoGER;
- documentazione nel libretto di campagna: denominazione punto sul controller; data; altezza antenna; tempo da accensione ricevitore ed acquisizione satelliti; servizio di rete; algoritmo di correzione di rete; numero epoche acquisite; satelliti tracciati; numero



satelliti tracciati; ora collegamento al server di rete; tempo per il fissaggio delle ambiguità; eventuali note.

Risultati:

Punti occupati		modalità operativa NRTK			coordinate calcolate					
tipo	ID	servizio	correzione	epoche acq.	Ricevitore solo GPS			Ricevitore GPS+GLONASS		
					X	Y	Z	X	Y	Z
IGM95	87901	BO Pos	AC MAX RTCM3	30	4456410,085	896521,617	4459154,872	4456410,084	896521,617	4459154,872
				120	4456410,094	896521,622	4459154,871	4456410,095	896521,622	4459154,872
		FoGER	MAC	30	4456410,132	896521,659	4459154,909	4456410,131	896521,659	4459154,908
				120	4456410,134	896521,660	4459154,906	4456410,134	896521,660	4459154,906
GPS7 RER e P.BO	BO012	BO Pos	AC MAX RTCM3	30	4460025,741	889450,754	4456970,981	4460025,751	889450,750	4456970,967
				120	4460025,762	889450,753	4456970,968	4460025,773	889450,752	4456970,969
		FoGER	MAC	30	4460025,875	889450,782	4456970,949	4460025,876	889450,782	4456970,949
				120	4460025,871	889450,776	4456970,954	4460025,870	889450,776	4456970,954
GPS7 RER e P.BO	BO011	BO Pos	AC MAX RTCM3	30	4461652,547	880711,175	4457084,462	4461652,541	880711,173	4457084,472
				120	4461652,540	880711,171	4457084,464	4461652,539	880711,171	4457084,469
		FoGER	MAC	30	4461652,544	880711,152	4457084,384	4461652,544	880711,152	4457084,384
				120	4461652,549	880711,149	4457084,394	4461652,546	880711,150	4457084,388
GPS CombO	040	BO Pos	AC MAX RTCM3	30	4464718,239	887613,125	4452675,011	4464718,237	887613,124	4452675,011
				120	4464718,247	887613,126	4452675,018	4464718,247	887613,126	4452675,018
		FoGER	MAC	30	4464718,243	887613,143	4452674,987	4464718,254	887613,145	4452674,992
				120	4464718,242	887613,139	4452674,988	4464718,244	887613,139	4452674,988
IGM95	87702	BO Pos	AC MAX RTCM3	30	4466348,660	881644,619	4452245,064	4466348,659	881644,619	4452245,064
				120	4466348,660	881644,618	4452245,062	4466348,660	881644,618	4452245,063
		FoGER	MAC	30	4466348,658	881644,612	4452245,026	4466348,658	881644,612	4452245,027
				120	4466348,663	881644,616	4452245,036	4466348,663	881644,615	4452245,037

Tabella 18 - Coordinate calcolate sui punti di test

Punti occupati		modalità operativa NRTK			differenza tra sistemi navigazione				differenza tra durata di acquisizione				differenza tra servizi di posizionamento				
tipo	ID	servizio	correzione	epoche acq.	tra solo GPS e GPS+GLONASS				tra 30 epoche e 120 epoche (ricevitore GPS+GLONASS)				tra BO_Pos e Foger (ricevitore GPS+GLONASS, 30 epoche)				
					X	Y	Z	totale	X	Y	Z	spost	X	Y	Z	media	
IGM95	87901	BO Pos	AC MAX RTCM 3	30	0,001	0,000	0,001	0,001	0,011	0,005	0,000	0,012	0,047	0,042	0,036	0,073	
				120	0,001	0,000	0,000	0,001									
		FoGER	MAC	30	0,001	0,000	0,001	0,001	0,003	0,001	0,002	0,004					
				120	0,000	0,000	0,000	0,000									
GPS7 Regione	B0012	BO Pos	AC MAX RTCM 3	30	0,010	0,004	0,014	0,017	0,022	0,001	0,002	0,022	0,125	0,032	0,018	0,130	
				120	0,011	0,002	0,001	0,011									
		FoGER	MAC	30	0,001	0,000	0,000	0,001	0,006	0,006	0,005	0,010					
				120	0,001	0,000	0,000	0,001									
GPS7 Regione	B0011	BO Pos	AC MAX RTCM 3	30	0,006	0,001	0,010	0,012	0,001	0,002	0,003	0,004	0,004	0,021	0,088	0,091	
				120	0,001	0,000	0,005	0,005									
		FoGER	MAC	30	0,000	0,000	0,001	0,001	0,002	0,002	0,004	0,005					
				120	0,003	0,001	0,006	0,007									
GPS3 ComBO	040	BO Pos	AC MAX RTCM 3	30	0,001	0,000	0,000	0,001	0,010	0,001	0,007	0,013	0,016	0,020	0,019	0,032	
				120	0,000	0,000	0,000	0,000									
		FoGER	MAC	30	0,011	0,001	0,004	0,012	0,010	0,006	0,003	0,012					
				120	0,002	0,000	0,001	0,002									
IGM95	87702	BO Pos	AC MAX RTCM 3	30	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,007	0,037	0,038	
				120	0,000	0,000	0,000	0,000									
		FoGER	MAC	30	0,000	0,000	0,000	0,001	0,005	0,003	0,010	0,012					
				120	0,000	0,000	0,000	0,000									

Tabella 19 - Differenze calcolate sui punti di test

Analisi dei risultati

- prima parte: nel confronto tra GPS e GPS più Glonass, non sono stati riscontrati vantaggi nell'uso di più satelliti analoghi a quelli nel rilevamento in Real Time in canyon urbani; i punti GPS7 consentono una buona visibilità dei satelliti, quindi sono visibili un alto numero di satelliti GPS e le differenze tra le due modalità sono insignificanti (pochissimi mm in media);

	X	Y	Z	totale
Media Generale	0.002	0.001	0.002	0.004
Dev. Stand.	0.004	0.001	0.004	0.005

- seconda parte: nel confronto tra 30 epoche e 120 epoche differenze significative (alcuni cm in media) nel caso di rilevamento di punti materializzati

	X	Y	Z	totale
Media Generale	0.007	0.003	0.004	0.005
Dev. Stand.	0.006	0.002	0.003	0.003

- terza parte: nel confronto tra servizi BO_POS e FoGER differenze significative (alcuni cm in media), ma il Datum non era pienamente confrontabile [sett. 2011]

	X	Y	Z	totale
Media Generale	0.039	0.024	0.040	0.073

Un problema che si era posto in precedenza nell'uso di servizi diversi consisteva nel dubbio (o la certezza) della presenza di offset dovuti non a caratteristiche differenti delle reti e dei servizi, ma semplicemente nel differente Datum nel quale sono date le posizioni delle Elaborazioni di Riferimento.

Quarta parte (supplemento):

dal marzo 2012 anche il servizio FoGER è stato inquadrato in ETRF2000 (epoca 2008.0). Successivamente abbiamo ripetuto in due giornate tre diverse acquisizioni per due operatori di 30 epoche stazionando su un chiodo in prossimità dell'Università ed utilizzando in sequenza prima il servizio FoGER e poi quello ItalPoS. I risultati nelle seguenti tabelle:

sessioni	FoGER		
foger 101	4468918,8933	895288,1881	4447031,5649
foger 102	4468918,8900	895288,1892	4447031,5537
foger 103	4468918,8877	895288,1869	4447031,5500
foger 301	4468918,8565	895288,1995	4447031,5199
foger 302	4468918,8520	895288,1995	4447031,5133
foger 303	4468918,8552	895288,1989	4447031,5155
media	4468918.8725	895288.1937	4447031.5362
deviazione standard	0.020	0.006	0.023

Tabella 20 - Acquisizioni di test servizio FoGER

sessioni	ItalPoS		
italpos 201	4468918,8404	895288,1811	4447031,5262
italpos 202	4468918,8456	895288,1853	4447031,5300
italpos 203	4468918,8303	895288,1847	4447031,5201
italpos 401	4468918,8351	895288,1890	4447031,5069
italpos 402	4468918,8312	895288,1886	4447031,5050
italpos 403	4468918,8366	895288,1900	4447031,5083
media	4468918.8365	895288.1865	4447031.5161
deviazione standard	0.006	0.003	0.011

Tabella 21 - Acquisizioni di test servizio ItalPoS

sessioni	Foger+ItalPos (insieme)		
foger 101	4468918,8933	895288,1881	4447031,5649
foger 102	4468918,8900	895288,1892	4447031,5537
foger 103	4468918,8877	895288,1869	4447031,5500

sessioni	Foger+ItalPos (insieme)		
foger 301	4468918,8565	895288,1995	4447031,5199
foger 302	4468918,8520	895288,1995	4447031,5133
foger 303	4468918,8552	895288,1989	4447031,5155
italpos 201	4468918,8404	895288,1811	4447031,5262
italpos 202	4468918,8456	895288,1853	4447031,5300
italpos 203	4468918,8303	895288,1847	4447031,5201
italpos 401	4468918,8351	895288,1890	4447031,5069
italpos 402	4468918,8312	895288,1886	4447031,5050
italpos 403	4468918,8366	895288,1900	4447031,5083
media	4468918.8545	895288.1901	4447031.5262
deviazione standard	0.0233	0.0061	0.0199

Tabella 22 - Acquisizioni di test servizio FoGER e ItalPoS insieme

Dall'analisi della deviazione standard dei due servizi valutata singolarmente e insieme non risultano differenze significative.



4.5 Conclusioni su caratteristiche di precisione ed accuratezza dei sistemi NRTK

I test realizzati confermano anche per i due siti in Emilia Romagna le caratteristiche di precisione ed accuratezza dei sistemi NRTK nel rilevamento note in bibliografia; il loro riepilogo è il seguente:

per punti stazionabili, con buona visuale satellitare e materializzati, precisioni ed accuratezze di qualche centimetro (2-4 cm) anche quando:

- si utilizzi un servizio di posizionamento e si ripetano le misure in giorni ed orari diversi;
- si utilizzi un servizio di posizionamento e si usino strumenti diversi, purché siano strumenti a doppia frequenza;
- si utilizzino servizi di posizionamento diversi a condizione che questi abbiano adottato lo stesso Datum (inquadri in RDN);

mentre non risulta significativo, perché riscontrate variazioni inferiori al centimetro, quando:

- si passa da una acquisizione di sole 30 epoche ad una acquisizione di 120 epoche ;
- se si utilizza solo la costellazione GPS o si utilizzano in modo abbinato le costellazioni GPS + Glonass;

per punti non stazionabili precisioni ed accuratezze di alcune decine di centimetri [come nel rilevamento quali Punti Fiduciali materializzati da vertici di fabbricato].

Nel corso dei test è stata anche verificata la possibilità di realizzazione da parte del gestore del servizio di posizionamento, qualora ritenuto utile, una dichiarazione/attestazione/certificazione sulle sessioni dell'utente in modalità NRTK in merito a inizio e fine sessione, a coordinate della stazione virtuale, a tipo di correzione acquisita, a stato dei satelliti durante la sessione, stato complessivo del servizio durante la sessione.

L'obiettivo generale dei test è stato quello di documentare/certificare le future attività di rilevamento di Punti Fiduciali e di aggiornamenti cartografici in modalità Pregeo, le modalità di rilevamento individuate a valle della sperimentazione specifica sono una per il rilevamento delle coordinate di Punti Fiduciali e due per il rilevamento di aggiornamenti cartografici in modalità Pregeo.

La prima richiede un intervento coordinato da parte di un ente qualificato ed è prevista una tantum per consentire la riqualificazione della qualità cartografica in di aree di forte interesse quali quelle in trasformazione urbanistica.

Le altre due sono previste per aggiornamenti cartografici ordinari di professionisti (output Pregeo) nelle aree nelle aree per le quali avvenuta la sopracitata riqualificazione cartografica in ETRF2000.

Modalità per il rilevamento Punti Fiduciali misurate in ETRF2000 finalizzate alla riqualificazione cartografica:

- utilizzazione di un servizio di posizionamento che espliciti la utilizzazione del Datum ETRF2000 e che fornisca attestazione/certificazione in merito a: inizio e fine sessione, a coordinate stazione virtuale, tipo di correzione acquisita, stato dei satelliti durante la sessione;
- rilievo diretto NRTK dei Punti Fiduciali stazionabili e con ricezione satellitare non disturbata da ostacoli prossimi;
- per i Punti Fiduciali non stazionabili, materializzazione di due fuori centro con ricezione satellitare non disturbata da ostacoli prossimi;
- misurazione in modalità NRTK delle coordinate di ogni fuori punto stazionabile utilizzando strumenti a doppia frequenza, antenne su aste più bipede, campionamenti a 1 sec, angolo elevazione minimo 10°, acquisizioni di 30 sec; fornendo anche attestazione/certificazione del gestore del servizio di posizionamento congruente con la sessione NRTK realizzata;
- per i Punti Fiduciali non stazionabili, rilievo indiretto dai due fuori centro con intersezione per archi;
- ripetizione in un'altra giornata delle misure e verifica di congruenza con quelle realizzate nella prima sessione;
- ripetizione in una ulteriore altra giornata delle eventuali misure non congruenti tra prima e seconda sessione;
- redazione di nuova monografia con nuove coordinate del Punto Fiduciale; monografia comprensiva anche di descrizione dei due fuori centro e delle loro coordinate;

Modalità NRTK per rilevamento di aggiornamenti cartografici
in ETRF2000 in zone riqualificate cartograficamente:

- utilizzazione di un servizio di posizionamento che espliciti la utilizzazione del Datum ETRF2000 e che fornisca attestazione/certificazione in merito a inizio e fine sessione, a coordinate stazione virtuale, tipo di correzione acquisita, stato dei satelliti durante la sessione;
- misurazione in modalità NRTK delle coordinate di punti stazionabili e con ricezione satellitare non disturbata da ostacoli prossimi; strumenti a doppia frequenza, antenne su asta più bipede, campionamenti a 1 sec, angolo elevazione minimo 10°, acquisizioni di 30 sec; fornendo attestazione/certificazione del gestore del servizio di posizionamento; realizzando misure con intersezione per archi per i punti non occupabili;
- misurazione contestuale in modalità NRTK delle coordinate di un Punto Fiduciale stazionabile o di suo fuori centro prossimo alla zona dell'aggiornamento; confronto con le coordinate ETRF2000 pubblicate in monografia per verifica della qualità delle informazioni ricevute dal servizio di posizionamento;
- completamento, con strumenti integrati, del rilevamento degli altri punti utili aggiornamento ma non stazionabili;

Modalità non NRTK per rilevamento di aggiornamenti cartografici
in ETRF2000 in zone riqualificate cartograficamente:

- misurazione di tre fuori centro di Punti Fiduciali (definendo in questo modo il cosiddetto "triangolo fiduciale") per l'inquadramento del rilevamento di aggiornamento;
- valutazione di congruenza tra le distanze reciproche tra fuori centro misurati e quelle calcolate con le coordinate pubblicate in monografia;
- ripetizione delle eventuali misure non congruenti; in caso di conferma della misura, verifica del buon funzionamento dello strumento e segnalazione dei casi di coordinate monografiche di fuori centro riscontrati non congruenti;
- inquadramento in ETRF2000 del rilievo di aggiornamento utilizzando le coordinate monografiche di tre fuori centro di Punti Fiduciali congruenti;
- auto attestazione/certificazione di regolarità di avvenuta verifica della congruenza tra distanze reciproche tra i fuori centro di Punti Fiduciali utilizzati nell'inquadramento dell'aggiornamento cartografico.

Capitolo 5 - Test per il nuovo inquadramento cartografico

Nei test preliminari è stata verificata anche per siti in Emilia Romagna la ripetibilità ed affidabilità del rilevamento NRTK; le finalità del test per il nuovo inquadramento cartografico sono molteplici:

- adottare una procedura ben documentabile e di facile verifica per la nuova misurazione delle coordinate di PF individuati da vertici di fabbricato; procedura finalizzata alla proposta di adozione ufficiale delle nuove coordinate da parte delle Pubbliche Amministrazioni;
- individuare, quali aree urgenti d'intervento per la riqualificazione cartografica, le parti di territorio comunale previste in forte trasformazione urbanistica e, conseguentemente, definire l'insieme dei fogli di mappa delle aree in forte trasformazione;
- procedere alla nuova misurazione delle coordinate di tutti i PF presenti nei fogli di mappa delle aree in forte trasformazione;
- proporre l'adozione ufficiale delle nuove coordinate da parte delle Pubbliche Amministrazioni competenti per la gestione della cartografia tecnica e delle mappe catastali;
- permettere la realizzazione dei prossimi aggiornamenti senza modificarne le coordinate assolute ETRF2000 definite in fase di rilevamento NRTK.

Il progetto di nuovo inquadramento cartografico riguarda sia la cartografia tecnica che quella catastale ma considera la prima meno critica perché più omogenea in quanto realizzata in tempi più recenti, con metodo fotogrammetrico ed aggiornata prevalentemente con interventi complessivi su aree vaste, in genere per insiemi di Comuni; invece si presume che l'omogeneità della cartografia catastale vari da zona a zona in quanto fu realizzata tra il 1886 ed il 1956 con rilevamento diretto; inoltre è stata ed è aggiornata con rilevamenti realizzati da professionisti singolarmente per ogni variazione; aggiornamenti che fino al 1988 sono stati introdotti nella mappa con modalità analogica.

Considerato che la maggior parte dei PF è materializzata da vertici di fabbricato, quindi da punti non stazionabili, nel test si è scelto di procedere con la materializzazione di due fuori centro per ogni PF in modo consentire una buona occupazione del punto fisico durante la ripetizione delle misure.



5.1 - Scelta di un'area in zona in forte trasformazione

Il problema della misurazione e adozione ufficiale da parte delle Pubbliche Amministrazioni di nuove coordinate di PF presenti nelle zone d'intervento non è di facile soluzione.

L'esperienza più avanzata a mio avviso è quella del Friuli Venezia Giulia che ha avuto avvio con una serie di ricerche e interventi importanti dell'Università di Udine [Beinat e Crosilla 2002; 2003] e ha portato nel 2005 alla stipula di una convenzione tra la Regione e l'Agenzia del Territorio che prevedeva diverse attività tra cui la rimisurazione in ETRS89 con modalità GPS del 10% dei Punti Fiduciali completata nel 2009 [Basso et al. 2009a] finalizzata alla ricomposizione della mappa catastale.

Una attività che poi è servita per una buona proiezione delle particelle catastali sulla cartografia tecnica regionale [Basso et al. 2009b] ma che non è stata ritenuta sufficiente dall'Agenzia del Territorio per procedere ad una effettiva ricomposizione della mappa catastale.

Fortunatamente nel frattempo le prestazioni dei servizi di posizionamento si sono evolute consentendo, con la modalità NRTK, una fortissima riduzione dei tempi (e dei costi) nel rilevamento GPS, con ottimi risultati in termini di precisione.

E' quindi possibile progettare attività degli Enti Locali di proposta all'Agenzia del Territorio di collaborazioni per la rimisurazione del 100% dei Punti Fiduciali; meglio ancora se su aree di particolare interesse come quelle in forte trasformazione.

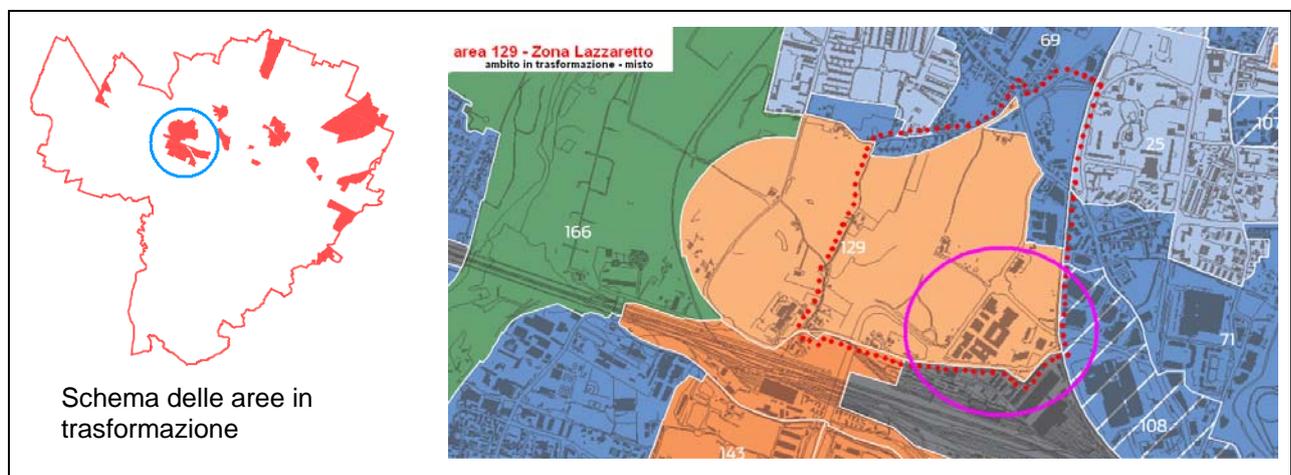


Figura 35 - Aree in trasformazione nel Piano Strutturale Comunale PSC 2007

Si tratta delle aree in cui si concentreranno le nuove costruzioni, per le quali potrà essere importante e significativo automatizzare in ambiente GIS alcune verifiche geometriche sulla realizzazione dei nuovi fabbricati. L'ipotesi è quella di sviluppare ulteriormente l'attività "GeoProgetto" di MUDE (capitolo 3 parte 4) per fornire dati di progettazione edilizia e dati di realizzazione edilizia (dati catastali) georeferenziati con accuratezza ± 5 cm.

E' stato consultato il Piano Strutturale Comunale di Bologna - PSC 2007: la zona del Lazzaretto è ricompresa nell'area 129 "ambito in trasformazione - misto"; l'insieme delle aree in trasformazione [v. schema in Fig. F.1] previste dal piano corrisponde al 3,8% del territorio comunale. Complessivamente queste aree sono ricomprese in 23 fogli della mappa catastale del Comune di Bologna che corrispondono al 7,5%.

Quindi l'ipotesi di misurare tutti i PF dei fogli nelle aree in forte trasformazione corrisponde al 7,5% di quelli presenti nel territorio del Comune di Bologna..



Figura 36 - la sede di Ingegneria di Via Terracini

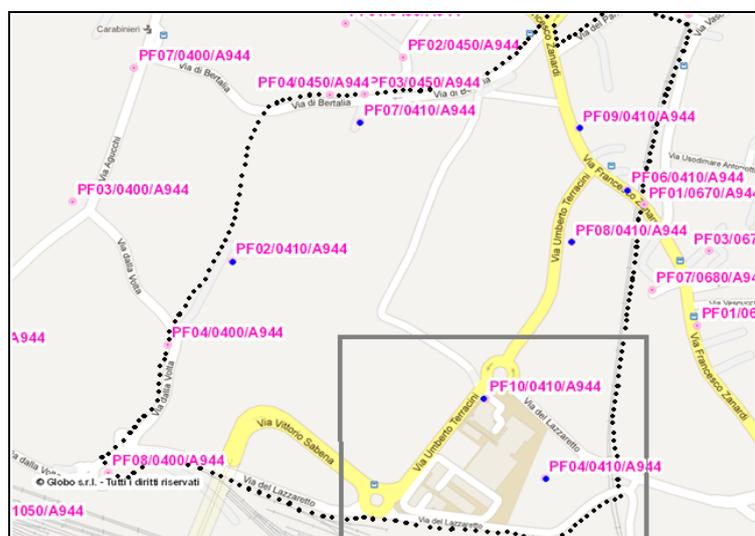


Figura 37 - Perimetro del foglio 41 della mappa catastale del Comune di Bologna e Punti Fiduciali catastali presenti



5.2 –Acquisizione dati sui Punti Fiduciali

Preliminarmente ho consultato il sito web dell’Agenzia del Territorio www.agenziaterritorio.it per acquisire copia pdf delle monografie dei Punti Fiduciali presenti nel foglio di mappa 41.

The screenshot shows the Agenzia Entrate website interface. At the top left is the logo 'agenzia entrate' with the Italian coat of arms. A navigation menu on the left includes: L'Agenzia, Governance, Uffici territoriali, Comunicazione, Norme e decreti, Servizi (Modulistica, Assistenza online), and Osservatorio del Mercato Immobiliare. The main content area features a breadcrumb trail: Home - Servizi - Servizi per professionisti e imprese - Archivio Taf e Mutue Distanze - MON - Schede monografiche dei punti fiduciali - Risultati. Below this is a header 'MON - Schede monografiche dei punti fiduciali - Risultati'. The search parameters are: Provincia: BOLOGNA, Comune: BOLOGNA, Foglio: 41. A message states 'Sono state trovate le seguenti monografie:' followed by a list of seven identifiers: A944-0410-04, A944-0410-05, A944-0410-06, A944-0410-07, A944-0410-08, A944-0410-09, and A944-0410-10. An aerial map of a town is visible in the top right corner.

Figura 38 - Ricerca delle monografie dei Punti Fiduciali del Foglio 41

Come previsto, essendo in zona di forte trasformazione, alcune monografie non sono disponibili; nella lista in Fig. 38 sono assenti i primi tre Punti Fiduciali che a suo tempo furono istituiti per il Foglio 41.

L’identificativo web della monografia è composto dal codice identificativo del Comune - n. foglio di mappa catastale - n. PF; poi però nella intestazione della monografia in copia pdf il codice identificativo ha lo stesso contenuto con una inversione dei campi: n. PF - n. foglio di mappa catastale - codice identificativo del Comune. In entrambe le codifiche il campo del foglio è di quattro caratteri (0410 alias di F 41) e la codifica del n. PF è di due caratteri.

Segue, a titolo di esempio, la monografia del primo Punto Fiduciale disponibile.

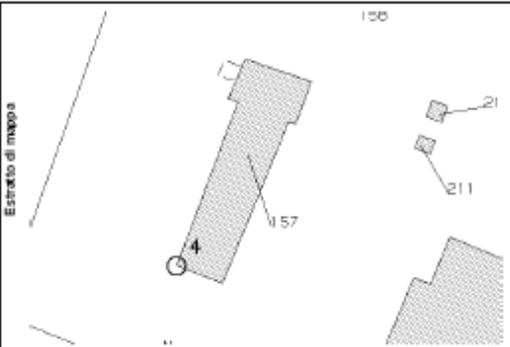
Punto Fiduciale		04/0410/A944	
 Agenzia del Territorio		Ufficio Provinciale di BOLOGNA	
		Sportello di BOLOGNA Comune di BOLOGNA	
Comune: BOLOGNA Sezione:		Foglio: 041	Allegato: 0
		Particella/e: 157	
Coordinate e quote	Cassini-Soldner	Gauss-Boaga	Quota s.l.m
	X:	Nord: 4931558,621	UTM-WGS84
	Y:	Est: 1684544,623	Nord:
	Origine:	Fuso: Ovest	Est:
	Attendibilità: 54	Attendibilità: 04	Q. elliss.:
Rilievi	Pianimetrico: SPIGOLO 3W		
	Altimetrico: PIANO CAMPAGNA		
Fotografia o schizzo prospettico			
Estratto di mappa			
Particolari			
Note	Istituto: 22-01-2010		
	Verificato:		
	Annulato:		

Figura 39 - Monografia del Punto Fiduciale 04/0410/A944

Le mappe catastali d'impianto bolognesi furono rilevate - insieme a quelle di Rovigo, Ferrara, Ravenna, Forlì e Rimini - nel sistema catastale Cassini-Soldner, origine Portonovo.

Negli anni settanta, nell'ambito di una collaborazione con gli enti locali, gli uffici catastali bolognesi rilevarono in Gauss Boaga molti vertici della rete trigonometrica di dettaglio catastale e portarono tutta la cartografia in tale sistema. Conseguentemente nell'area bolognese le coordinate in monografia sono primariamente fornite in Gauss Boaga.

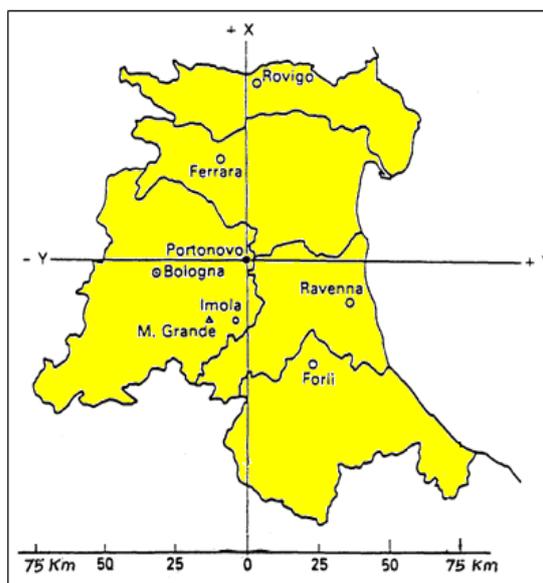


Figura 40 - Sistema catastale origine Portonovo

Nella monografia il valore 54 del codice di attendibilità planimetrica identifica che il vertice di fabbricato esisteva già in fase d'impianto e che fu collegato planimetricamente alla rete catastale mista con rilevamento celerimetrico tramite stazione totale (quindi presumibilmente negli ultimi decenni) senza realizzare misure sovrabbondanti.

Seguono a titolo di esempio due tabelle di descrizione del codice [fonte A. Costa, 1989].

Codici attendibilità planimetrica dei PF - 1/2

attributo A	attributo B	attributo C	cod.	
trigonometrico IGM	1° ordine	//	1	
	2° ordine	//	2	
	3° ordine	//	3	
	4° ordine	dopo 1942		4
		prima 1942		5
trigonometrici catastali	rete	//	6	
	sottorete	//	7	
	dettaglio	//	8	
punti stabili di riferimento	PSR	//	9	
spigoli di fabbricato o termini su triplici di possesso	presenti in impianto	//	10	
	rilevati in aggiornamenti	eseguiti da AdT	11	
		eseguiti da esterni e collaudati da AdT	12	

Codici attendibilità planimetrica dei PF - 2/2	misure realizzate con celerimensura digitale		misure realizzate con celerimensura analogica		misure realizzate con allineamenti e squadri
	sovraabb.	semplici	sovraabb.	semplici	
rete geodetica	68	58	48	38	28
rete catastale	66	56	46	36	26
rete mista	64	54	44	34	24
PF def. da oggetto presente in impianto	62	52	42	32	22
PF def. da oggetto in aggiornamento	60	50	40	30	20

Successivamente è stata acquisita copia della prima edizione 1997 della digitalizzazione ufficiale del foglio 41 della mappa catastale di visura realizzata nell'ambito di un accordo di collaborazione tra Agenzia del Territorio, Provincia e Regione.

Importante, come vedremo nel seguito del test, considerare il fatto che il foglio 41, pur essendo alla scala 1:2.000, presenta anche due sviluppi a scala 1:1.000.

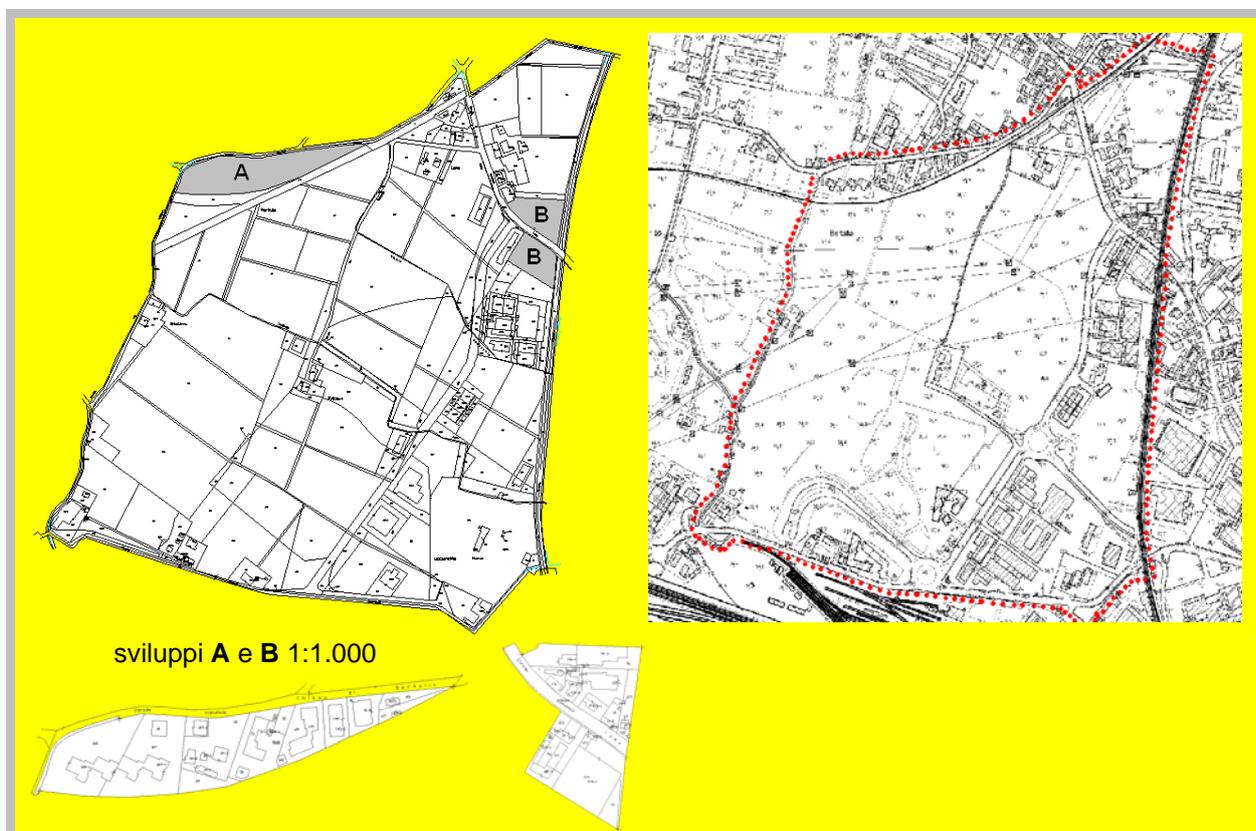


Figura 41 - a sinistra foglio 41 della mappa catastale 1:2.000 a destra CTR

E' stata anche consultata la parte Map & Bookshop del sito web della Regione Emilia-Romagna www.regione.emilia-romagna.it e visualizzata la Carta Tecnica Regionale dell'area di test. Si tratta della "nuova" versione della CTR5k (Carta Tecnica Regionale 1:5.000). Essa deriva da una modalità standardizzata di visualizzazione del DB Topografico Regionale; la prima edizione del DB fu realizzata nel 2009 e vide la collaborazione della Regione con i Comuni i quali misero a disposizione, ove disponibile, carte tecniche a scala maggiore. Nel caso dell'area di test, il DB Topografico Regionale deriva dalla Carta Tecnica Comunale realizzata dal Comune di Bologna alla scala 1:2.000 nel 2001 utilizzando le specifiche tecniche fotogrammetriche della Regione.

Inoltre è proseguita la consultazione del sito web dell'Agenzia del Territorio per scaricare la Tabella Attuale dei Punti Fiduciali (TAF) e la tabella delle Mutue Distanze dei Punti Fiduciali (DIS). Entrambe vengono aggiornate mensilmente e sono tabelle contenenti dati pertinenti ambiti provinciali; nella tabella TAF sono presenti informazioni relative ai PF tra cui le coordinate di monografia ed altri attributi pubblicati anche in pdf (non editabile) nelle monografie; nella tabella DIS sono presenti informazioni relative alle distanze tra i PF misurate dai professionisti e inserite in libretti Pregeo. Dalla tabella TAF sono quindi state copiate le coordinate monografiche dei PF di interesse, mentre dalla tabella DIS sono state selezionate le distanze misurate tra i corrispondenti Punti Fiduciali.

Poi si è acquisito dal Collegio dei Geometri di Bologna, nella persona del Geom. Leonardo Gualandi, copia della mappa catastale d'impianto.



Figura 42 - Mappa catastale d'impianto Comune di Bologna foglio 36 (oggi 41)

Infine sono stati utilizzati siti web specifici per la visualizzazione di Punti fiduciali tra cui si segnalano www.fiduciali.it e www.visualtaf.it.



Figura 43 - vista generale su web dell'area di studio

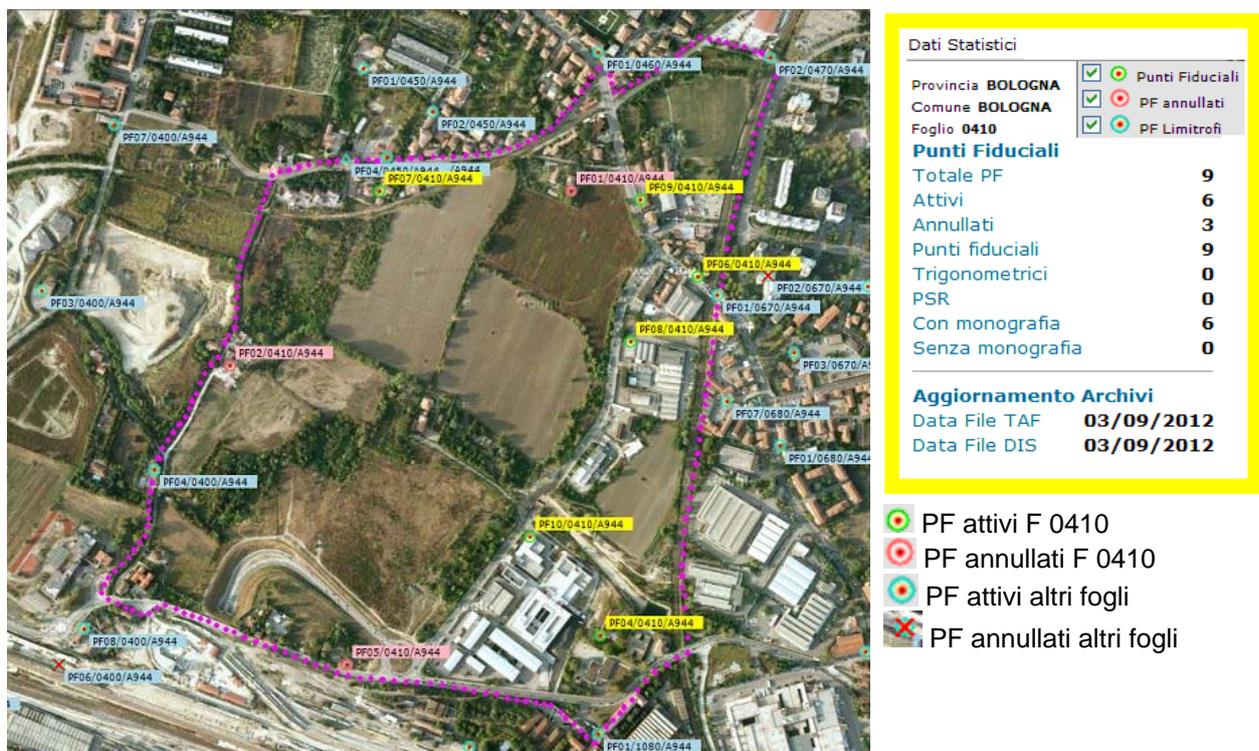


Figura 44 - zoom della precedente sul foglio 41 (delimitato con pallini viola)

Le utility in www.visualtaf.it sono risultate molto amichevoli e comode per approfondire l'indagine. Nello zoom di fig. 44 l'ortoimmagine da Google con evidenziati i Punti Fiduciali (PF) e il loro ID.

Nella ricerca web si sono selezionati tutti i PF presenti nel foglio 41 e nella loro visualizzazione il colore di evidenziazione dell'ID dei PF caratterizza in giallo quelli nel foglio attivi, in colore rosa quelli nel foglio annullati, in colore azzurro i PF di altri fogli.

I Punti Fiduciali disponibili corrispondono a quelli segnalati sul web dell'Agenzia del Territorio salvo per il PF05/0410/A994 che in questo web non risulta più attivo. Effettivamente anche l'edificio che materializzava questo vertice nel frattempo è stato demolito; evidentemente i due web presentano diverse frequenze di aggiornamento.



5.3 – Verifica sui Punti Fiduciali presenti in mappa d'impianto

Durante le attività di test è stato casualmente notato che al PF08/0410/A944 in monografia fotografata come capannone con tetto a volta in cemento armato era stato attribuito il codice attendibilità planimetrica 52 che corrisponde ad un manufatto presente nella mappa d'impianto. Incuriosito, lo ho cercato e non trovato sulla mia copia della mappa d'impianto; si tratta di un probabile errore di trascrizione: la codifica corretta è 50 che corrisponde a manufatto inserito nella mappa catastale in attività di aggiornamento.

Si è quindi ritenuto opportuno estendere il confronto con mappa d'impianto anche per gli altri cinque Punti Fiduciali presenti nel foglio 41 e i tre individuati nel foglio 40 come potenziali punti d'inquadramento cartografico nella parte Ovest dell'area di studio. Si è riscontrato altri due casi di probabile errore di trascrizione e valutato opportuno annotare due casi in cui il manufatto fu sì cartografato nella mappa d'impianto ma in uno sviluppo; ovvero disegnato il manufatto alla scala 1:1.000 su una parte esterna al perimetro chiuso del foglio 41. Pertanto punti che poi sono stati eliminati ai fini della nuova georeferenziazione della cartografia dell'area.

Segue una analisi puntuale dei nove Punti Fiduciali verificati.

PF04/0410/A944

descrizione e note
monografia su web AdT
attendibilità AdT

spigolo SW fabbricato – in mappa d’impianto
disponibile – istituito 22-01-2010

54 = PF “misto”

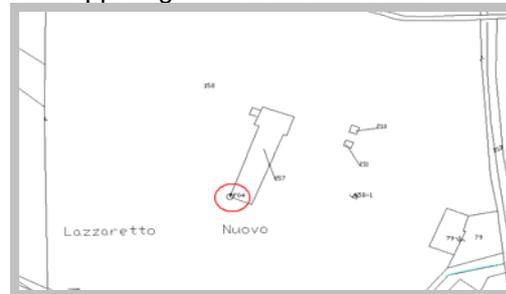
note R. Gavaruzzi

idem valore AdT

da mappa impianto



da mappa digitalizzata AdT - ed. 1997



PF06/0410/A944

descrizione e note
monografia su web AdT
attendibilità AdT

spigolo Sud fabbricato
disponibile – istituito 06-07-2011

52 = PF in mappa d’impianto SENZA misure
sovrabbondanti

codifica mia (R. Gavaruzzi)

idem valore AdT + sviluppo = in sviluppo B (ovvero
disegno separato dal perimetro del foglio)

da mappa impianto



da mappa digitalizzata AdT - 1997



PF070410/A944T

descrizione e note
monografia su web AdT
attendibilità AdT

spigolo Sud fabbricato
disponibile – istituito 22-01-2010

60 = PF in aggiornamento CON misure sovrabbondanti

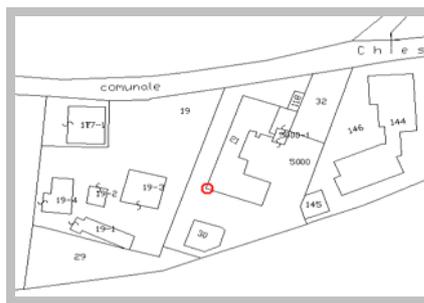
codifica mia (R. Gavaruzzi)

no valore AdT: 62 + sviluppo = probabile errore in
monografia AdT in quanto già presente in mappa
d’impianto e in sviluppo A (ovvero disegno separato)

da mappa impianto



da mappa digitalizzata AdT - 1997



PF08/0410/A944

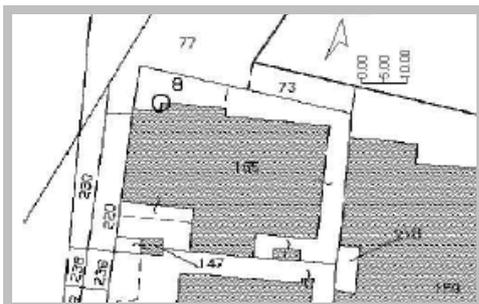
descrizione e note
monografia su web AdT
attendibilità AdT

spigolo NW fabbricato
disponibile – istituito 30-11-2010
52 = PF in mappa d'impianto SENZA misure
sovrabbondanti

codifica mia (R. Gavaruzzi)

no valore AdT: 50 = probabile errore in monografia AdT in
quanto NON presente in mappa d'impianto; quindi codifica
di PF in aggiornamento e SENZA misure sovrabbondanti

da mappa in monografia AdT



da foto in monografia AdT



PF09/0410/A944

descrizione e note
monografia su web AdT
attendibilità AdT

spigolo NW fabbricato
disponibile – istituito 06-07-2011
52 = PF in mappa d'impianto SENZA misure
sovrabbondanti

codifica mia (R. Gavaruzzi)

idem valore AdT

da mappa impianto



da mappa digitalizzata AdT - 1997



PF10/0410/A944

descrizione e note
monografia su web AdT
attendibilità AdT

spigolo Nord fabbricato
disponibile – istituito 29-12-2010
12 = PF aggiornamento CON misure sovrabbondanti e
CON collaudo AdT

codifica mia (R. Gavaruzzi)

idem valore AdT

Verificato: effettivamente in mappa
d'impianto il PF non è presente

PF 03/0400/A944

descrizione e note
monografia su web AdT
attendibilità AdT

spigolo SW fabbricato
disponibile – istituito 21-12-2010
60 = PF di aggiornamento CON misure sovrabbondanti

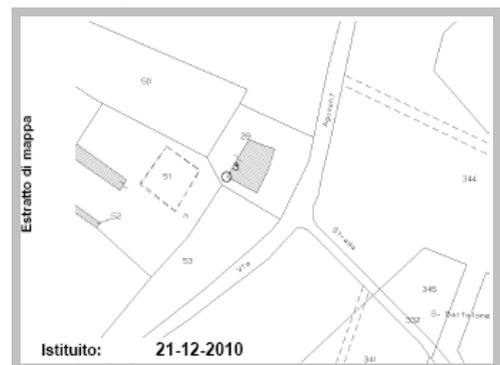
codifica mia (R. Gavaruzzi)

no valore AdT: 62 = probabile errore in monografia AdT in
quanto già presente in mappa d'impianto

da mappa impianto



da monografia AdT



PF 07/0400/A944

descrizione e note
monografia su web AdT
attendibilità AdT

spigolo SE fabbricato
disponibile – istituito 21-12-2010
52 = PF di impianto SENZA misure sovrabbondanti

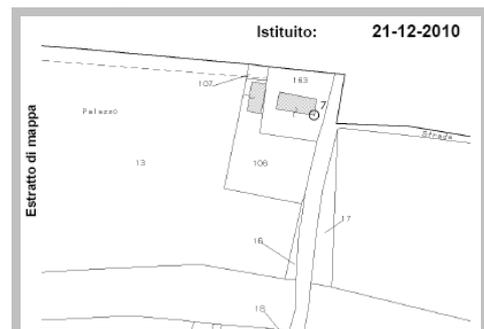
codifica mia (R. Gavaruzzi)

idem valore AdT

da mappa impianto



da monografia AdT



PF08/0400/A944

descrizione e note
monografia su web AdT
attendibilità AdT

spigolo SE fabbricato
disponibile – istituito 22-01-2010
54 = traPF di impianto SENZA misure miste

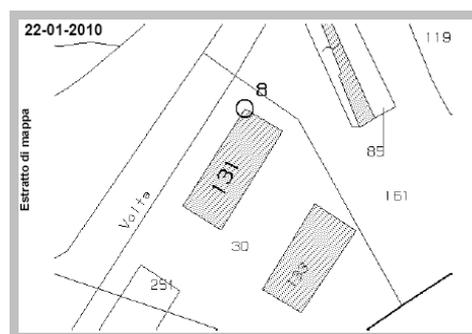
codifica mia (R. Gavaruzzi)

idem valore AdT

da mappa impianto



da monografia AdT



Considerazioni:

- solo due dei sei PF “attivi” nel foglio 41 sono materializzati da vertici di fabbricato presenti nella mappa d’impianto 1:2.000 - PF04/0410/A944 e PF09/0410/A944; vengono quindi valutati preventivamente come ottime materializzazioni per la nuova georeferenziazione del foglio di mappa;
- altri due dei sei PF “attivi” nel foglio 41 sono materializzati da vertici di fabbricato presenti nella mappa d’impianto nelle parti sviluppo A e B 1:1.000 - PF06/0410/A944 e PF07/0410/A944; vengono quindi valutati preventivamente come NON ottime materializzazioni per la nuova georeferenziazione del foglio di mappa;
- gli ultimi due dei sei PF “attivi” nel foglio 41 sono materializzati da vertici di fabbricato introdotti in attività di aggiornamento della mappa - PF08/0410/A944 e PF10/0410/A944; vengono quindi valutati preventivamente come NON ottime materializzazioni per la nuova georeferenziazione del foglio di mappa;
- tutti i tre PF “attivi” analizzati nel foglio 40 sono materializzati da vertici di fabbricato presenti nella mappa d’impianto 1:2.000; vengono quindi valutati preventivamente come ottime materializzazioni per la nuova georeferenziazione del lato Ovest foglio di mappa 41.

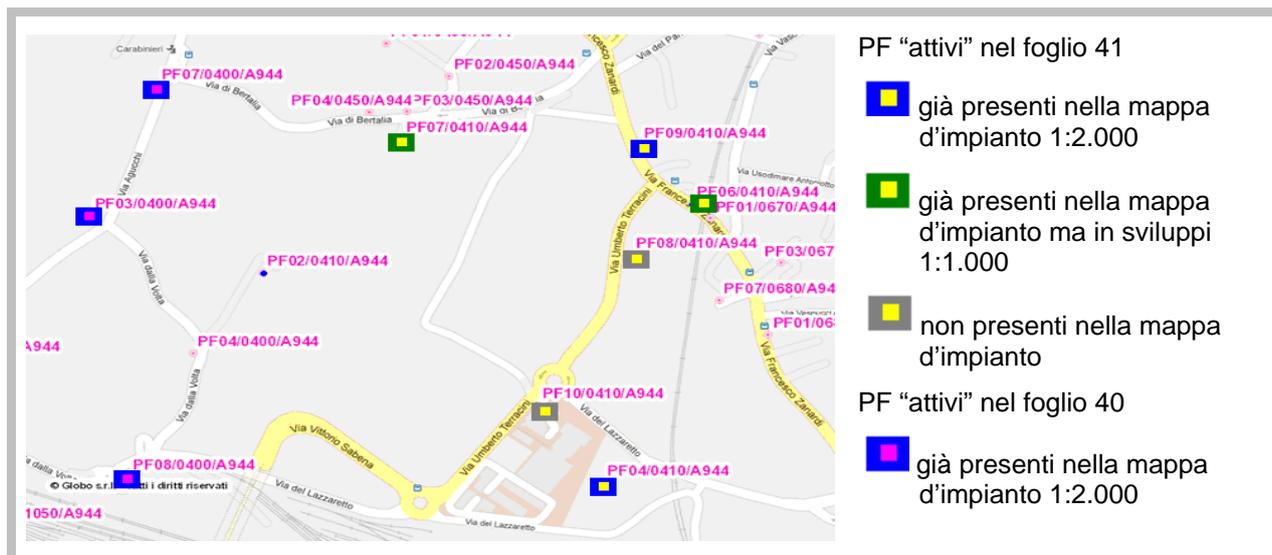


Figura 45 - Sintesi grafica dell'analisi delle materializzazioni dei PF



5.4 – Confronto tra distanze cartografiche e misurate fra Punti Fiduciali

Le distanze misurate fra Punti Fiduciali utilizzate sono quelle presenti nel repertorio dei libretti catastali Pregeo, non è quindi possibile fare una analisi con i vettori di posizione perché i dati d'archivio forniscono esclusivamente distanze tra i punti.

La fase di realizzazione del test è proseguita con il calcolo delle distanze cartografiche tra i nove Punti Fiduciali utilizzando le coordinate loro attribuite nelle monografie, nella mappa catastale numerizzata, nella carta tecnica comunale (CTC 1:2.000) per poi confrontarle con le distanze misurate presenti nel repertorio dei libretti Pregeo.

L'acquisizione delle coordinate delle monografie dei Punti Fiduciali è stata estremamente semplice in quanto sul sito web dell'Agenzia del Territorio (www.agenziaterritorio.it) insieme alle monografie in pdf non editabile sono pubblicate anche le tabelle TAF che contengono le stesse coordinate in forma editabile; solo per il PF10/0400/A944 è stata riscontrata una piccola discordanza nella monografia con coordinate arrotondate al metro; in tutti gli altri casi monografie e TAF forniscono coordinate con tre valori decimali (millimetro).

Le coordinate mappa dei Punti Fiduciali non sono reperibili sul web dell'Agenzia del Territorio; a titolo di studio, ne ho ottenuto copia dal settore di gestione delle attività SigmaTer della Regione Emilia-Romagna (infrastruttura tecnica di repository di copia di dati dell'Agenzia del Territorio finalizzata a favorire l'interscambio dei dati catastali verso settori di fruizione degli Enti Locali).

Successivamente è poi stata visualizzata la carta tecnica comunale (CTC 1:2.000) alla scala 1:500 e determinato le coordinate di ogni vertice di fabbricato definente i Punti Fiduciali; trattandosi di dati cartografici realizzati per la scala 1:2.000, è stato ritenuto significativo utilizzare queste coordinate con un solo valore decimale (al decimetro).

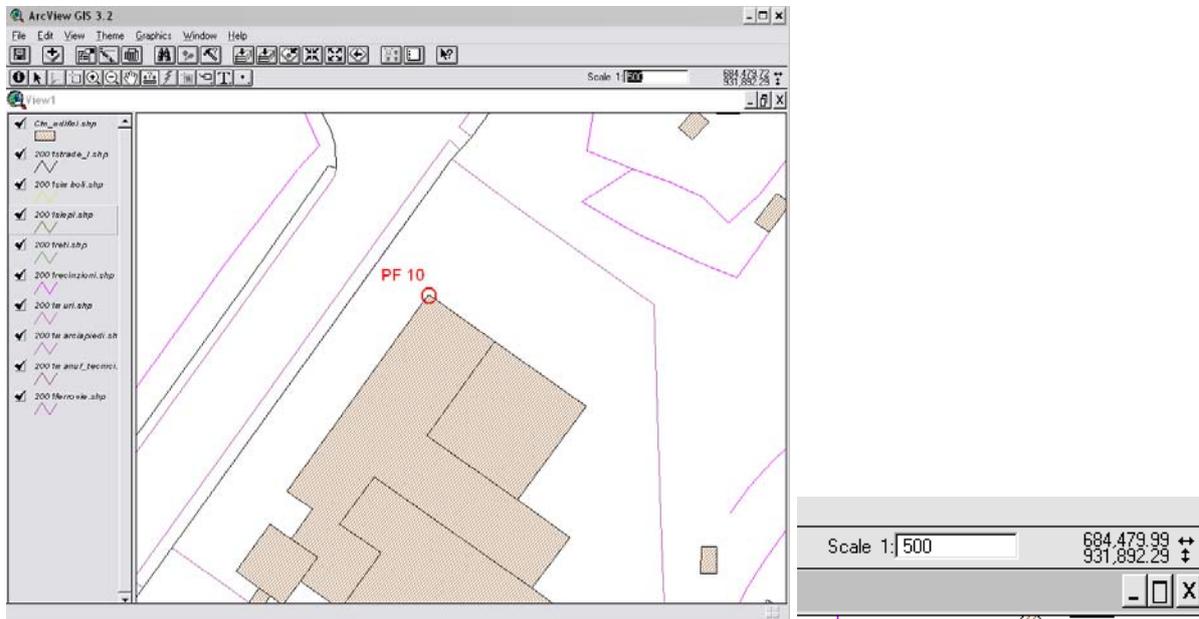


Figura 46 - Lettura sulla carta tecnica delle coordinate del PF10/0410/A944

Poi è stato consultato il repertorio dei libretti Pregeo (web AdT - tabella DIS) e selezionato le distanze misurate dai professionisti tra i 9 PF coinvolti nel test. Anche per le distanze vengono forniti tre valori decimali (millimetro); trattandosi di punti materializzati da vertici di fabbricato, ritengo che il punto fisico sia definibile con solo approssimazioni di qualche centimetro. Per questo ho ritenuto opportuno non considerare misurate quelle presentate con valori identici fino alla terza cifra decimale e le ho escluse nel calcolo della media delle distanze misurate.

In due dei sedici casi esaminati la tabella DIS presenta distanze tra Punti Fiduciali in un solo libretto PREGEO (quindi una sola misura); per gli altri 14 mediamente sono presenti 4-6 misure: 11 casi con valori di scostamento dalla media inferiori a 10 cm; 3 casi con valori di scostamento dalla media superiori a 10 cm (di cui tutti inferiori a 30 cm).

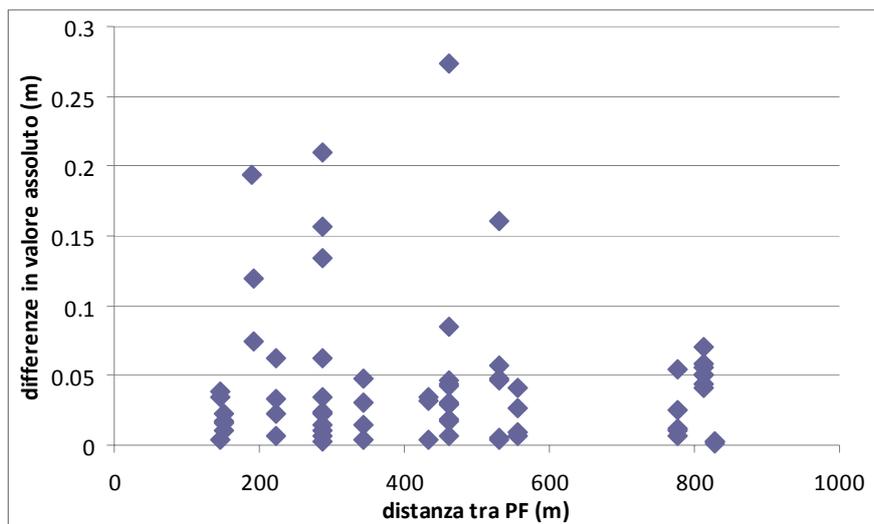


Figura 47 - grafico scostamenti in funzione della distanza

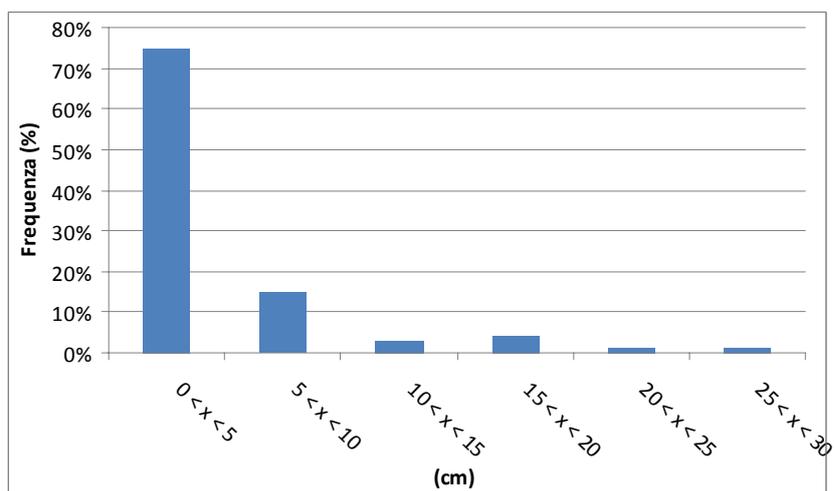


Figura 48 - grafico frequenza valori di scostamento

Seguono i dati relativi alle distanze tra i punti fiduciali presenti nei libretti Pregeo:

Tabella 23

Calcolo media distanze (DIS) presenti nei libretti PREGEO				
tra i PF	PF03/0400/A944		PF07/0400/A944	
Protocollo libretto PREGEO	<u>DIS tutte</u>	<u>DIS diverse</u>	media DIS diverse	scostam. (max = rosso)
	tot. 16 DIS	tot. 11 DIS	286,424	-0,156
170825/11	286,214	286,214		0,210
19913/96	286,361	286,361		0,063
1365/99	286,361			
8700/99	286,361			
152584/09	286,390	286,390		0,034
46604/97	286,400	286,400		0,024
46606/97	286,400			
193623/07	286,418	286,418		0,006
201231/10	286,422	286,422		0,002
10874/11	286,422			
100383/04	286,435	286,435		-0,011
68234/04	286,435			
82289/06	286,438	286,438		-0,014
291161/08	286,446	286,446		-0,022
162017/08	286,558	286,558		-0,134
236275/11	286,580	286,580		-0,156

Tabella 24

Calcolo media distanze (DIS) presenti nei libretti PREGEO				
tra i PF	PF03/0400/A944		PF08/0400/A944	
Protocollo libretto PREGEO	<u>DIS tutte</u>	<u>DIS diverse</u>	media DIS diverse	scostam. (max = rosso)
	tot. 6 DIS	tot. 6 DIS	530,150	0,160
170821/11	529,990	529,990		0,160
54374/04	530,154	530,154		-0,004
151059/08	530,155	530,155		-0,005
126417/02	530,196	530,196		-0,046
60155/02	530,198	530,198		-0,048
224642/02	530,207	530,207		-0,057

Tabella 25

Calcolo media distanze (DIS) presenti nei libretti PREGEO				
tra i PF	PF03/0400/A944		PF07/0410/A944	
Protocollo libretto PREGEO	DIS tutte	DIS diverse	media DIS diverse	scostam. (max = rosso)
	tot. 4 DIS	tot. 4 DIS	556,269	-0,041
10874/11	556,242	556,242		0,027
201231/10	556,260	556,260		0,009
152584/09	556,262	556,262		0,007
291161/08	556,310	556,310		-0,041

Tabella 26

Calcolo media distanze (DIS) presenti nei libretti PREGEO				
tra i PF	PF07/0400/A944		PF07/0410/A944	
Protocollo libretto PREGEO	DIS tutte	DIS diverse	media DIS diverse	scostam. (max = rosso)
	tot. 3 DIS	tot. 3 DIS	433,179	-0,035
10874/11	433,147	433,147		0,032
201231/10	433,175	433,175		0,004
291161/08	433,214	433,214		-0,035

Tabella 27

Calcolo media distanze (DIS) presenti nei libretti PREGEO				
tra i PF	PF08/0400/A944		PF04/0410/A944	
Protocollo libretto PREGEO	DIS tutte	DIS diverse	media DIS diverse	scostam. (max = rosso)
	tot. 7 DIS	tot. 7 DIS	813,872	-0,071
24702/10	813,821	813,821		0,051
296907/10	813,822	813,822		0,050
206628/06	813,828	813,828		0,044
193779/06	813,831	813,831		0,041
345892/08	813,928	813,928		-0,056
292813/08	813,930	813,930		-0,058
334920/09	813,943	813,943		-0,071

Tabella 28

Calcolo media distanze (DIS) presenti nei libretti PREGEO				
tra i PF	PF08/0400/A944		PF07/0410/A944	
Protocollo libretto PREGEO	DIS tutte	DIS diverse	media DIS diverse	scostam. (max = rosso)
		tot. 5 DIS	tot. 3 DIS	829,473
345892/08	829,471	829,471		0,002
334920/09	829,474	829,474		-0,001
15576/09	829,474			
291163/08	829,475	829,475		-0,002
292813/08	829,475			

Tabella 29

Calcolo media distanze (DIS) presenti nei libretti PREGEO				
tra i PF	PF04/0410/A944		PF06/0410/A944	
Protocollo libretto PREGEO	DIS tutte	DIS diverse	media DIS diverse	scostam. (max = rosso)
		tot. 1 DIS	tot. 1 DIS	583,898
131677/04	583,898	583,898	583,898	/

Tabella 30

Calcolo media distanze (DIS) presenti nei libretti PREGEO				
tra i PF	PF04/0410/A944		PF07/0410/A944	
Protocollo libretto PREGEO	DIS tutte	DIS diverse	media DIS diverse	scostam. (max = rosso)
		tot. 6 DIS	tot. 5 DIS	777,789
16309/08	777,735	777,735		0,054
375241/07	777,735			
292813/08	777,795	777,795		-0,006
291164/08	777,800	777,800		-0,011
334920/09	777,801	777,801		-0,012
345892/08	777,814	777,814		-0,025

Tabella 31

Calcolo media distanze (DIS) presenti nei libretti PREGEO				
tra i PF	PF04/0410/A944		PF08/0410/A944	
Protocollo libretto PREGEO	<u>DIS tutte</u>	<u>DIS diverse</u>	media DIS diverse	scostam. (max = rosso)
		tot. 14 DIS	tot. 9 DIS	462,452
235822/11	462,367	462,367		0,085
105613/07	462,405	462,405		0,047
258911/11	462,408	462,408		0,044
361892/10	462,410	462,410		0,042
303030/08	462,422	462,422		0,030
375241/07	462,433	462,433		0,019
16309/08	462,433			
214345/08	462,435	462,435		0,017
174996/09	462,459	462,459		-0,007
178027/09	462,459			
367/96	462,726	462,726		-0,274
368/96	462,726			
369/96	462,726			
370/96	462,726			

Tabella 32

Calcolo media distanze (DIS) presenti nei libretti PREGEO				
tra i PF	PF04/0410/A944		PF10/0410/A944	
Protocollo libretto PREGEO	<u>DIS tutte</u>	<u>DIS diverse</u>	media DIS diverse	scostam. (max = rosso)
		tot. 3 DIS	tot. 3 DIS	191,018
258911/11	190,824	190,824		0,194
235822/11	191,092	191,092		-0,074
361892/10	191,138	191,138		-0,120

Tabella 33

Calcolo media distanze (DIS) presenti nei libretti PREGEO				
tra i PF	PF06/0410/A944		PF08/0410/A944	
Protocollo libretto PREGEO	DIS tutte	DIS diverse	media DIS diverse	scostam. (max = rosso)
		tot. 5 DIS	tot.3 DIS	146,989
814/96	146,951	146,951		0,038
238366/11	146,993	146,993		-0,004
14777/08	147,024	147,024		-0,035
14801/08	147,024			
131677/04	147,051			

Tabella 34

Calcolo media distanze (DIS) presenti nei libretti PREGEO				
tra i PF	PF06/0410/A944		PF09/0410/A944	
Protocollo libretto PREGEO	DIS tutte	DIS diverse	media DIS diverse	scostam. (max = rosso)
		tot. 6 DIS	tot. 4 DIS	150,076
14777/08	150,053	150,053		0,023
14801/08	150,053			
6262/95	150,065	150,065		0,011
814/96	150,092	150,092		-0,016
99457/95	150,093	150,093		-0,017
238366/11	150,093			

Tabella 35

Calcolo media distanze (DIS) presenti nei libretti PREGEO				
tra i PF	PF07/0410/A944		PF08/0410/A944	
Protocollo libretto PREGEO	DIS tutte	DIS diverse	media DIS diverse	scostam. (max = rosso)
		tot. 3 DIS	tot. 2 DIS	461,357
16309/08	461,328	461,328		0,029
375241/07	461,328			
15576/09	461,386	461,386		-0,029

Tabella 36

Calcolo media distanze (DIS) presenti nei libretti PREGEO				
tra i PF	PF07/0410/A944		PF09/0410/A944	
Protocollo libretto PREGEO	DIS tutte	DIS diverse	media DIS diverse	scostam. (max = rosso)
	tot. 1 DIS	tot.1 DIS	409,821	/
21602/92	409,821	409,821	409,821	/

Tabella 37

Calcolo media distanze (DIS) presenti nei libretti PREGEO				
tra i PF	PF08/0410/A944		PF09/0410/A944	
Protocollo libretto PREGEO	DIS tutte	DIS diverse	media DIS diverse	scostam. (max = rosso)
	tot. 5 DIS	tot. 4 DIS	222,847	0,062
14777/08	222,785	222,785		0,062
14801/08	222,785			
121441/03	222,853	222,853		-0,006
238366/11	222,869	222,869		-0,022
814/96	222,880	222,880		-0,033

Tabella 38

Calcolo media distanze (DIS) presenti nei libretti PREGEO				
tra i PF	PF08/0410/A944		PF10/0410/A944	
Protocollo libretto PREGEO	DIS tutte	DIS diverse	media DIS diverse	scostam. (max = rosso)
	tot. 4 DIS	tot. 4 DIS	343,972	-0,048
361892/10	343,941	343,941		0,031
111076/11	343,957	343,957		0,015
235822/11	343,968	343,968		0,004
258911/11	344,020	344,020		-0,048

Segue una tabella generale di comparazione delle distanze disponibili tra i PF nell'area di studio; in essa vengono confrontate le distanze medie nei libretti Pregeo con le corrispondenti distanze calcolate con le coordinate nella mappa catastale, nelle monografie catastali e nella carta tecnica; poiché i dati cartografici corrispondono a valori nominali 1:2.000 ho evidenziato in rosso, considerandoli anomali, gli scostamenti superiori a 1,20 m (l'errore di graficismo per questa scala è 0,80 m sul singolo punto e 1,20 m nelle distanze tra punti vicini. Ho inserito nel paragrafo successivo la valutazione di questi valori anomali.

Tabella 39 - comparazione delle distanze tra i PF nell'area di studio

distanze tra Punti Fiduciali		da Libretti PREGEO			da Agenzia del Territorio	da Carta Tecnica	
primo PF	secondo PF	n. DIS div.	media DIS (m)	massimo scostam. (m)	da mappa catastale 1:2.000	da TAF = monografia catastale	CTC Com. Bologna 1:2.000
PF03/0400/A944	PF07/0400/A944	11	286,424	-0,156	286,9	284,958	286,1
		scostamenti media DIS >			-0,5	1,466	0,4
PF03/0400/A944	PF08/0400/A944	6	530,150	0,160	530,4	533,021	530,0
		scostamenti media DIS >			-0,2	-2,871	0,2
PF03/0400/A944	PF07/0410/A944	4	556,269	-0,042	555,5	556,261	554,9
		scostamenti media DIS >			0,8	0,008	1,4
PF07/0400/A944	PF07/0410/A944	3	433,179	-0,035	432,4	432,899	433,0
		scostamenti media DIS >			0,8	0,280	0,2
PF08/0400/A944	PF04/0410/A944	7	813,872	-0,071	815,0	813,943	814,3
		scostamenti media DIS >			-1,1	-0,071	-0,4
PF08/0400/A944	PF07/0410/A944	3	829,473	0,002	828,7	829,075	829,8
		scostamenti media DIS >			0,8	0,398	-0,4
PF04/0410/A944	PF06/0410/A944	1	583,898	/	583,3	584,364	583,3
		scostamenti media DIS >			0,6	-0,466	0,6
PF04/0410/A944	PF07/0410/A944	5	777,789	0,054	777,1	776,831	777,8
		scostamenti media DIS >			0,7	0,958	0,0
PF04/0410/A944	PF08/0410/A944	9	462,452	-0,274	463,2	463,474	461,1
		scostamenti media DIS >			-0,7	-1,022	1,4
PF04/0410/A944	PF10/0410/A944	3	191,018	0,194	191,6	191,428	191,1
		scostamenti media DIS >			-0,6	-0,410	-0,1
PF06/0410/A944	PF08/0410/A944	4	146,989	0,054	146,5	147,057	148,7
		scostamenti media DIS			0,5	-0,068	-1,9
PF06/0410/A944	PF09/0410/A944	4	150,076	0,023	152,3	150,053	148,9
		scostamenti media DIS >			-2,2	0,023	1,2
PF07/0410/A944	PF08/0410/A944	2	461,357	0,029	460,3	458,783	460,3
		scostamenti media DIS >			1,0	2,574	1,0
PF07/0410/A944	PF09/0410/A944	1	409,821	/	408,7	408,938	410,1
		scostamenti media DIS >			1,1	0,883	-0,2
PF08/0410/A944	PF09/0410/A944	4	222,847	0,062	223,2	223,080	223,7
		scostamenti media DIS >			-0,3	-0,233	-0,8
PF08/0410/A944	PF10/0410/A944	4	343,972	-0,048	345,7	344,506	342,5
		scostamenti media DIS >			-1,7	-0,534	1,5

Considerazioni:

L'ipotesi fatta è che la media delle distanze dichiarate dai professionisti nei libretti Pregeo fornisca distanze tra i Punti Fiduciali con accuratezze decimetriche mentre i dati cartografici accuratezze metriche; poiché i dati cartografici sono stati realizzati per la scala 1:2.000, vengono quindi segnalati in rosso e ritenuti anomali nella tabella 33 le differenze superiori a 120 cm.

Su 48 casi, 9 risultano con distanze anomale però solo nel caso della distanza tra PF08/0410/A944 e PF10/0410/A944 è stata riscontrata contemporaneamente anomalia sia per mappa catastale che per carta tecnica; negli altri 7 casi il valore è risultato anomalo per solo una delle componenti cartografiche. Per tipologia: 2 casi anomali per la mappa, 3 per le coordinate di monografia e 4 per la carta tecnica. Le differenze di distanza non evidenziano criticità cartografiche di scala.

La prima considerazione è che complessivamente i dati cartografici risultino discretamente affidabili salvo per uno dei due manufatti definenti la distanza PF08-PF10 del foglio 41.

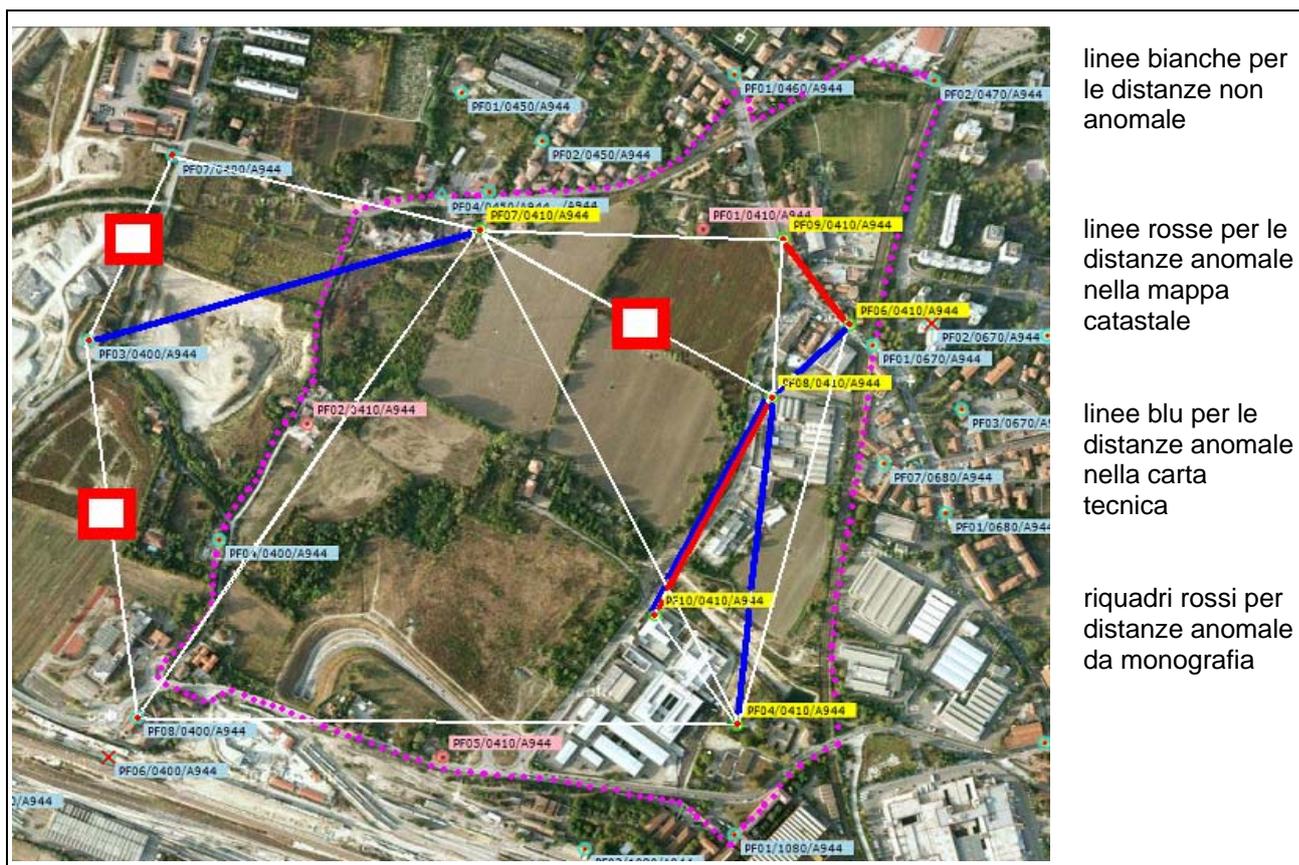


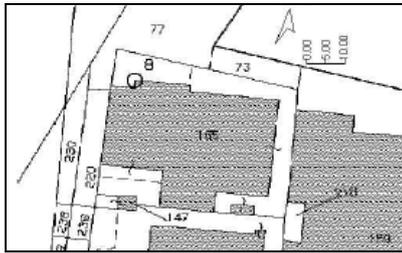
Figura 49 - Visualizzazione dei lati anomali

La seconda considerazione, come evidente nella figura 49, è che il PF08 del foglio 41 risulta contemporaneamente coinvolto anche in altri casi di anomalia.

Sono stati rianalizzati i dati che lo descrivono per cercare una spiegazione: si tratta dello spigolo NW fabbricato inserito in aggiornamento della mappa senza misure sovrabbondanti.

Nella sua monografia istituita 30-11-2010 troviamo:

la sua ubicazione in mappa odierna



e la sua evidenziazione in foto

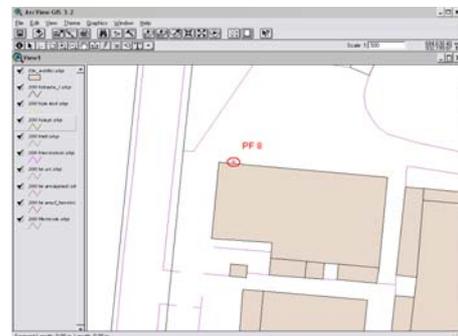


però queste informazioni comparate con

la sua ubicazione nella 1° versione numerizzata della mappa del 1997



e la sua incerta individuazione nella rappresentazione della carta tecnica.



fanno ritenere plausibili interpretazioni discordanti di identificazione del punto; anche visto dall'alto, come nell'immagine sottostante, il fabbricato che materializza il PF08 non risulta correttamente rappresentato né nella versione 1997 della mappa, né nella carta tecnica del 2001.



Fatte queste considerazioni, è stato escluso il PF08/0410/A944 nelle ulteriori attività di progettazione della ri-georeferenziazione del foglio 41 della mappa. Con questa esclusione, ritorna in gioco il PF10 del foglio 41 ma si tratta di un manufatto inserito in aggiornamento della mappa catastale, si valuta quindi di utilizzarlo come punto di “verifica” non sicuramente certo.

La terza considerazione riguarda la distanza anomala PF06-PF09 del foglio 41: entrambi i Punti Fiduciali presenti nella mappa d'impianto ma il primo come allegato nello sviluppo B 1:1.000; quindi si valuta di escludere dalle ulteriori attività anche il PF06/0410/A944.

La quarta considerazione riguarda la distanza anomala PF03-PF07 dei fogli 40 e 41: entrambi presenti nella mappa d'impianto ma il secondo come allegato nello sviluppo A 1:1.000; il secondo però presenta ulteriori cinque collegamenti che non hanno avuto segnalazione di anomalia; vista l'ubicazione degli altri PF rimasti, si è valutato di escludere il primo (PF03/0400/A944) e di mantenere il secondo (PF07/0410/A944) nelle successive fasi di georeferenziazione del foglio di mappa, ma non come punto di inquadramento, bensì di verifica.

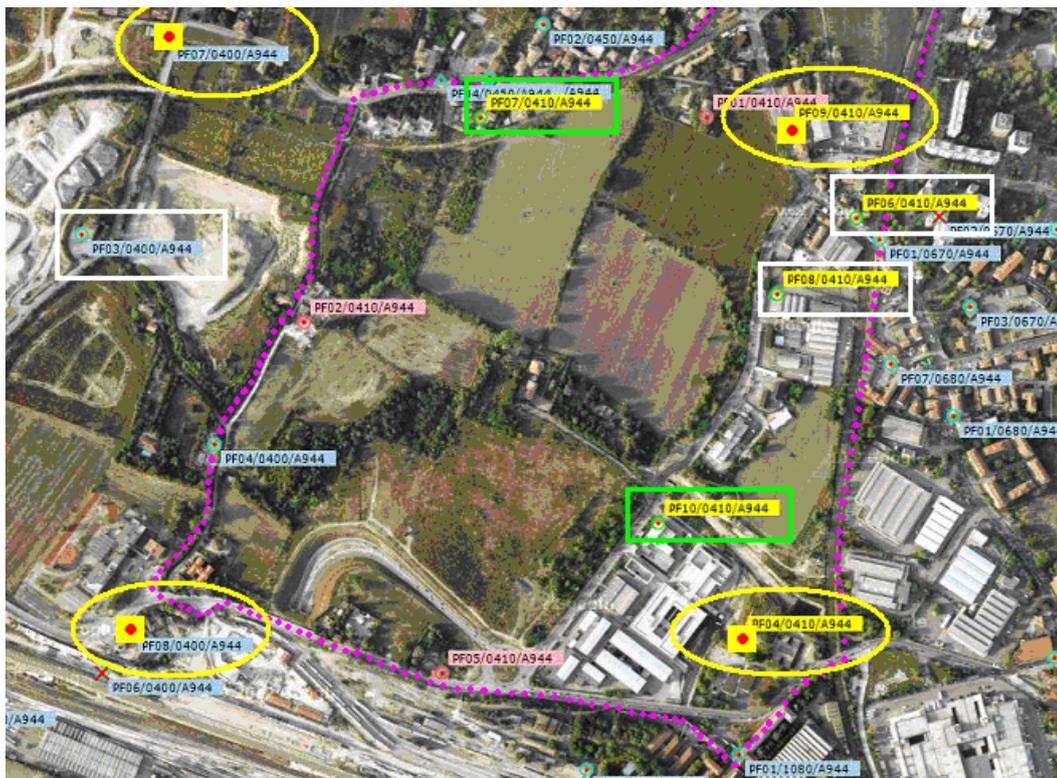


Figura 50 - Interpretazione delle anomalie per la selezione dei PF da utilizzare

- in ellisse gialla quattro PF selezionati in fase di progetto per la nuova georeferenziazione; sono PF07 e PF08 del foglio 40 più PF04 e PF09 del foglio 41; tutti senza segnalazione di distanze anomale e cartografati anche in mappa d'impianto;
- in riquadro verde due PF selezionati in fase di progetto per la verifica della nuova georeferenziazione; sono PF07 e PF10 del foglio 41; non sono punti sicuramente certi;
- in riquadro bianco tre PF esclusi in fase di progetto in quanto coinvolti in segnalazioni di anomalia; sono PF03 del foglio 40 più PF06 e PF08 del foglio 41.

Nella successiva fase di materializzazione di fuori centro abbiamo scelto di procedere anche per i tre PF esclusi per la nuova georeferenziazione del foglio 41 perché poi conoscerne le coordinate sarà utile in futuro se verranno realizzati durante nuovi aggiornamenti per verificare la qualità dei dati erogati dal servizio di posizionamento se il professionista opererà in modalità NRTK, oppure per inquadrare le misure se il professionista opererà in altra modalità.



5.5 - Progetto e realizzazione delle nuove misure

Nella realizzazione delle nuove misure NRTK delle coordinate dei fuori centro si è previsto di operare nel seguente modo:

- utilizzazione di ricevitori a doppia frequenza su asta e con bipede;
- redazione di libretto di campagna con: denominazione punto sul controller, data, altezza antenna, tempo da accensione ricevitore ed acquisizione satelliti, servizio di rete, algoritmo di correzione di rete, numero epoche acquisite, satelliti tracciati, numero satelliti tracciati, ora collegamento al server di rete, tempo per il fissaggio delle ambiguità, note;
- acquisizioni utilizzando due servizi di posizionamento: FoGER e ItaiPoS;
- intervallo di campionamento 1 secondo; angolo di elevazione minimo: 10°;
- acquisizioni di 30 secondi;
- ripetizione delle acquisizioni in giornate e orari diversi;
- acquisizione della certificazione del gestore servizio posizionamento FoGER associata alle acquisizioni (data, ora e località delle misure);
- analisi dei risultati e ripetizione delle acquisizioni con deviazione standard planimetrica superiore a 3 cm;
- intersezione dai fuori centro per archi e ripetuta in giornate diverse per il rilevamento dei Punti Fiduciali o misura di angoli e distanze con strumento integrato;

Nello schema sottostante l'ubicazione dei nove Punti Fiduciali da misurare:

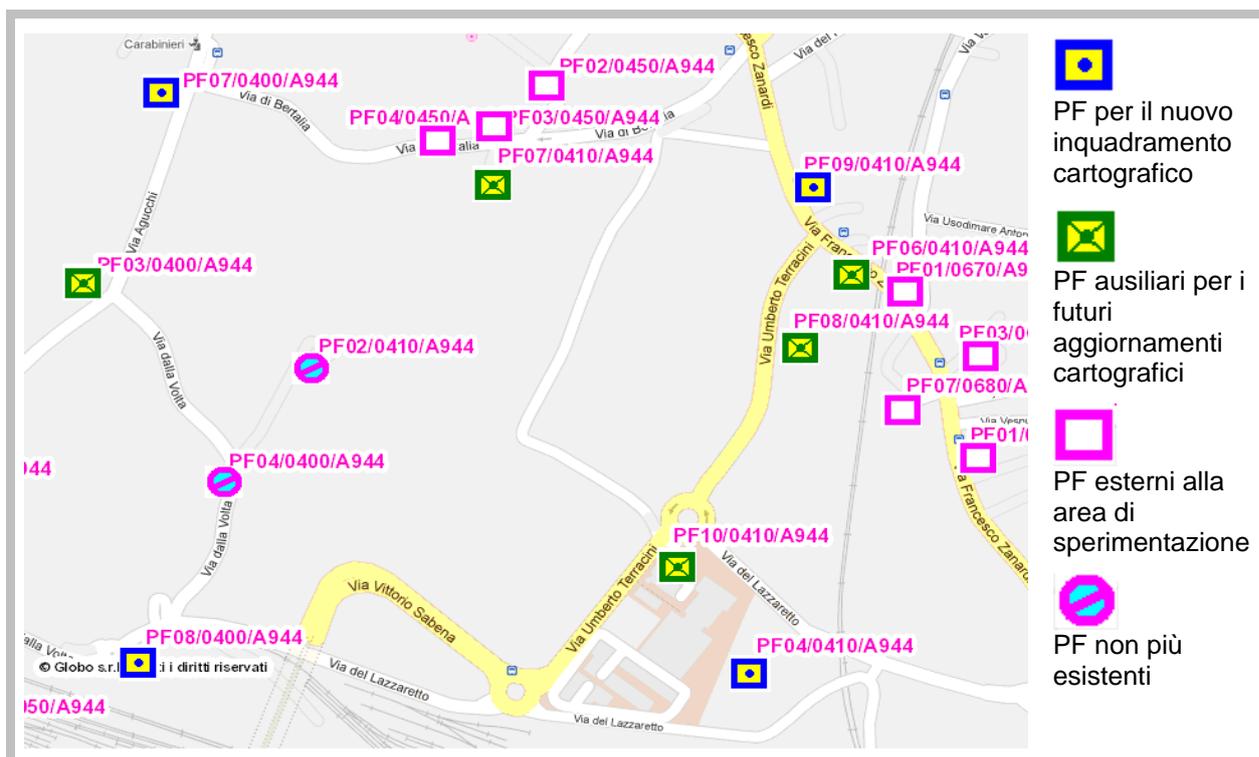


Figura 51 - Punti Fiduciali da misurare

E' seguita una attività di predisposizione di due fuori centro per ognuno dei nove Punti Fiduciali; ne seguono le foto che saranno poi utilizzate per le nuove monografie dei punti; per meglio identificarli sono denominati con il colore con cui sono stati verniciati una volta messi in opera.

Le misure sono state realizzate con due acquisizioni per ogni fuori centro e utilizzando in sequenza prima il servizio di posizionamento della Fondazione dei Geometri dell'Emilia Romagna (FoGER) e poi quello ItalPOS.

Foto e coordinate UTM ETRF2000 dei Punti Fiduciali e dei relativi fuori centro

[elaborazione schema planimetrico su ortofoto AGEA 2011 da web Regione Emilia-Romagna]

PF03/0400/A944

Nord 4932054.215 Est 683618.618

fuori centro rosso

Nord 4932024,301 Est 683619,483

fuori centro blu

Nord 4932043,802 Est 683600,137



PF07/0400/A944

Nord 4932321.413 Est 683725.028

fuori centro rosso

Nord 4932331,474 Est 683745,189

fuori centro blu

Nord 4932300,662 Est 683734,715



PF08/0400/A944

Nord 4931530.082 Est 683698.741

fuori centro rosso

Nord 4931535,445 Est 683692,686

fuori centro blu

Nord 4931527,815 Est 683687,829



PF04/0410/A944

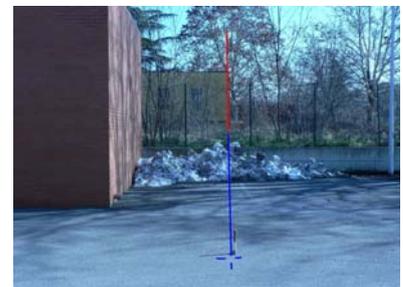
Nord 4931541.416 Est 684512.593

fuori centro rosso

Nord 4931500,578 Est 684443,783

fuori centro blu

Nord4931556,940 Est 684473,065



PF06/0410/A944

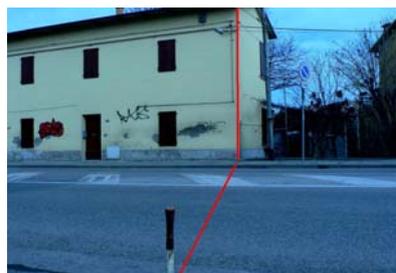
Nord 4932108.406 Est 684651.313

fuori centro rosso

Nord 4932094,765 Est684646,731

fuori centro blu

Nord 4932100,493 Est 684659,261



PF07/0410/A944

Nord 4932227.897 Est 684147.054

fuori centro rosso

Nord 4932261,393 Est684151,787

fuori centro blu

Nord 4932257,833 Est 684124,218



PF08/0410/A944

Nord 4932002.354 Est 684549.499

fuori centro rosso

Nord 4932007,288 Est684519,125

uori centro blu

Nord 4932041,441 Est 684535,542



PF09/0410/A944

Nord 4932225.042 Est 684556.922

fuori centro rosso

Nord 4932243,535 Est 684546,331

fuori centro blu

Nord 4932230,064 Est 684536,791



PF10/0410/A944

Nord 4931693.83 Est 684397.414

+ fuori centro rosso

Nord 4931702,780 Est 684375,133

+ fuori centro blu

Nord 4931713,317 Est 684409,575



Tabella 40 - Comparazione tra le quattro acquisizioni: due Servizi e due acquisizioni per servizio

Punto stazionato	Differenze tra 1° e 2° acquisizione Servizio FoGER (UTM - ETRF2000)			Differenze tra 1° e 2° acquisizione Servizio ItalPOS (UTM - ETRF2000)		
	Delta Nord	Delta Est	Delta Q. ell.	Delta Nord	Delta Est	Delta Q. ell.
FC rosso F40PF03	-0.002	0.001	0.005	0.000	0.004	0.008
FC blu F40PF03	0.000	0.003	-0.003	0.001	-0.001	0.009
FC rosso F40PF07	0.005	-0.002	-0.017	0.009	0.000	-0.032
FC blu F40PF07	-0.002	-0.005	0.010	-0.005	0.007	-0.005
FC rosso F40PF08	-0.007	-0.002	0.013	0.001	-0.010	-0.036
FC blu F40PF08	-0.015	0.006	0.015	0.006	-0.007	-0.014
FC rosso F41PF04	-0.007	0.006	0.017	0.014	-0.010	0.028
FC blu F41PF04	0.004	0.005	-0.021	-0.004	-0.002	-0.004
FC rosso F41PF06	0.000	-0.008	0.004	-0.020	-0.001	-0.021
FC blu F41PF06	0.003	0.006	-0.018	0.004	-0.006	0.016
FC rosso F41PF07	0.002	-0.005	0.004	-0.002	-0.006	-0.032
FC blu F41PF07	0.003	-0.012	-0.009	-0.008	-0.003	0.003
FC rosso F41PF09	0.007	0.003	-0.005	0.000	0.004	-0.013
FC blu F41PF09	-0.004	-0.003	-0.009	0.003	0.005	-0.002
FC rosso F41PF10	-0.010	0.004	-0.015	0.002	-0.005	0.013
FC blu F41PF10	0.005	0.000	-0.002	-0.003	0.000	0.017
delta max	0.007	0.006	0.017	0.014	0.007	0.028
dev. st.	0.006	0.005	0.012	0.008	0.005	0.019
media	-0.001	0.000	-0.002	0.000	-0.002	-0.004

Punto stazionato	Differenze tra Servizio FoGER e Servizio ItalPOS (media acquis.)		
	Delta Nord	Delta Est	Delta Q. ell.
FC rosso F40PF03	-0.022	-0.012	-0.019
FC blu F40PF03	-0.021	-0.013	0.025
FC rosso F40PF07	-0.041	-0.006	0.072
FC blu F40PF07	-0.009	-0.027	0.082
FC rosso F40PF08	-0.023	0.012	0.210
FC blu F40PF08	-0.036	-0.017	0.083
FC rosso F41PF04	-0.030	0.011	-0.008
FC blu F41PF04	-0.035	-0.005	0.097
FC rosso F41PF06	-0.019	-0.020	0.037
FC blu F41PF06	-0.012	-0.025	-0.058
FC rosso F41PF07	-0.024	-0.010	0.019
FC blu F41PF07	-0.032	0.011	-0.020
FC rosso F41PF09	-0.044	-0.002	0.046
FC blu F41PF09	-0.072	-0.004	0.041
FC rosso F41PF10	0.019	-0.005	0.040
FC blu F41PF10	-0.103	-0.019	0.014
delta max	0.019	0.012	0.210
dev. st.	0.027	0.012	0.062
media	-0.032	-0.008	0.041

Commento:

il confronto tra le due acquisizioni con lo stesso servizio di posizionamento è risultato molto buono, con variazioni massime inferiori a 2 cm in planimetria e a 3 cm in quota;

il confronto tra le acquisizioni con i due servizi è risultato ancora molto buono in planimetria con variazioni massime inferiori a 2 cm mentre per l'altimetria sono risultati casi con variazioni superiori al previsto (fino a 21 cm); comunque, ai fini dell'inquadrimento cartografico, queste variazioni altimetriche non sono rilevanti.

Tabella 41- Comparazione tra le distanze misurate in Pregeo e durante la tesi

distanze misurate tra Punti Fiduciali (m)				
primo PF	secondo PF	media da libretti Pregeo	media da misure per tesi	differenza Pregeo meno tesi
PF03/0400/A944	PF08/0400/A944	530.15	530.22	-0.07
PF03/0400/A944	PF07/0410/A944	556.27	556.25	0.02
PF08/0400/A944	PF04/0410/A944	813.87	813.93	-0.06
PF08/0400/A944	PF07/0410/A944	829.47	829.42	0.06
PF04/0410/A944	PF06/0410/A944	583.90	583.71	0.19
PF04/0410/A944	PF07/0410/A944	777.79	777.74	0.05
PF04/0410/A944	PF08/0410/A944	462.45	462.41	0.04
PF04/0410/A944	PF10/0410/A944	191.02	191.04	-0.02
PF06/0410/A944	PF08/0410/A944	146.99	147.01	-0.03
PF06/0410/A944	PF09/0410/A944	150.08	150.05	0.03
PF07/0410/A944	PF08/0410/A944	461.36	461.34	0.02
PF07/0410/A944	PF09/0410/A944	409.82	409.88	-0.06
PF08/0410/A944	PF09/0410/A944	222.85	222.81	0.03
PF08/0410/A944	PF10/0410/A944	343.97	343.97	0.00

Commento:

il confronto tra la media delle distanze misurate presenti nei libretti Pregeo con la media di quelle misurate durante le attività della presente tesi presentano differenze planimetriche massime inferiori a 20 cm; questo risultato concorda con il test di cui alla precedente tabella 16 del paragrafo 4.1 e, per il caso esaminato, conferma la buona qualità di distanze realizzate da professionisti nell'ambito della redazione di libretti Pregeo.

Capitolo 6 - Conclusioni e proposte



6.1 - Conclusioni

Le indagini eseguite sullo stato della infrastruttura Geodetica Nazionale (rete statica IGM95 e rete Dinamica Nazionale), sulla diffusione dei servizi di posizionamento NRTK e la verifica sul campo in molteplici rilievi eseguiti specificatamente della precisione e sostanziale affidabilità (non esente da ombre) dei rilievi NRTK, conferma la possibilità del loro uso preponderante in ambito dell'aggiornamento delle cartografie tecniche e catastali. In particolare di poter sfruttare una possibile ristrutturazione dei dati cartografici in più livelli di accuratezza planimetrica corrispondenti ai dati d'impianto cartografico, ai dati di aggiornamento già realizzati, ai dati di aggiornamento realizzati dopo il nuovo inquadramento in ETRF2000 dato dalla misurazione diretta delle coordinate di tutti i Punti Fiduciali presenti nell'area di intervento cartografico. Questo consentirà di mantenere la qualità geometrica originaria dei prossimi dati di aggiornamento paragonabile alla scala 1:200. Quindi permetterà di sviluppare, in tale ambito di qualità, procedure per la georeferenziazione assoluta dei progetti edilizi e dei dati Pregeo e DOCFA relativi alla realizzazione edilizia. Ovvero sarà possibile modernizzare quanto previsto in ambito MUDE (modello unico digitale edilizio) per confrontare con strumenti GIS la progettazione e la realizzazione dei nuovi fabbricati.

In questo contesto è importante che tutti gli Enti pubblichino i loro dati cartografici in ETRF2000 in ottemperanza a quanto previsto dal decreto sul nuovo Sistema Geodetico Nazionale descritto nel capitolo 3.

La sperimentazione conferma le aspettative progettuali e, anche se abbiamo lavorato in una area urbanisticamente in forte modificazione, sono stati rintracciati Punti Fiduciali appartenenti all'impianto cartografico con distanze cartografiche tra di loro congruenti con la scala di rappresentazione. Questi punti sono stati misurati in modalità NRTK ottenendone le coordinate note direttamente nel Sistema di Riferimento ETRF2000.

Inoltre le distanze calcolate con le nuove coordinate [precedente tabella 41] sono risultate congruenti con le distanze già realizzate dai professionisti ed inserite nel repertorio dei libretti Pregeo.

Abbiamo quindi ottenuto una densificazione di punti noti su cui adattare localmente carte tecniche (relativi database geotopografici) e le mappe catastali; conseguentemente sarà possibile introdurre i prossimi aggiornamenti cartografici in coordinate assolute ETRF2000 senza modificarne le coordinate originarie; quindi sarà possibile considerare i nuovi aggiornamenti con l'accuratezza posizionale data dal metodo di rilevamento e qualificarli nel DB nel livello dei dati cartografici in scala 1:200.

Infine, poiché i Punti Fiduciali erano individuati da spigoli di fabbricato e le misure sono state realizzate utilizzando fuori centro materializzati, vengono forniti molti punti stazionabili di coordinate note che, nel rilevamento di prossimi aggiornamenti, potrebbero essere utilizzati al posto dei Punti Fiduciali originari in quanto più veloce ed accurata la loro occupazione.

Risulta quindi del tutto fattibile, anche dal punto di vista operativo, passare a rilevamenti catastali in coordinate assolute (ETRS89, frame ETRF2000) con Punti Fiduciali rilevati direttamente nel frame nazionale tramite i servizi di posizionamento qualificati.

Il processo potrebbe concludersi con la realizzazione da parte dell'Agenzia del Territorio della fornitura degli estratti di mappa in coordinate ETRF2000.

Su questo aspetto, nell'ultima parte del capitolo 4, sono state indicate due proposte per il rilevamento di aggiornamenti cartografici in ETRF2000: la prima per rilevamenti con anche modalità NRTK, la seconda per rilevamenti senza tale modalità.

A questo punto diventa importante pensare al finanziamento di queste attività in una logica di costi/benefici sapendo che la scelta operativa di misurazione di tutti i Punti Fiduciali, nonostante il rilevamento in modalità NRTK risulti molto più "snello" rispetto alle tecniche precedenti, implica la disponibilità di ingenti risorse.

Probabilmente gli uffici tecnici comunali, nell'ambito di un miglioramento delle prestazioni cartografiche in ambito MUDE finalizzata ad automatizzare e migliorare, con una rappresentazione in coordinate assolute ed alla scala 1:200, il processo di confronto tra progetti edilizi e loro realizzazione. Per contenere i costi, la nuova misurazione delle coordinate dei Punti Fiduciali potrebbe essere programmata per le sole zone di espansione urbana.

Quindi lo sviluppo delle attività indicate nella ricerca richiede di poter fornire ai soggetti comunali interessati una attività tecnica che possa essere certificata in modo poi da poterne ottenere il riconoscimento anche da parte degli altri tecnici della Pubblica Amministrazione.

Per questo motivo vengono di seguito allegare due proposte di collaborazione: la prima relativa ad una proposta di collaborazione tra ANCI (Associazione Nazionale Comuni Italiani) e Università finalizzata alla programmazione ed al coordinamento delle attività di miglioramento cartografico nelle zone di forte trasformazione urbana; la seconda tra ANCI e Agenzia del

Territorio finalizzata alla adozione, per le aree d'intervento realizzate, delle nuove "coordinate definitive" dei Punti Fiduciali.



6.2 Proposta per una collaborazione tra ANCI e Università

Finalità:

il presente schema di accordo di collaborazione tra ANCI e Università di Bologna è finalizzato alla programmazione ed al coordinamento delle attività di miglioramento cartografico nelle zone di forte trasformazione urbana.

Competenze:

in base al presente accordo, l'Università:

- a) fornirà assistenza tecnica nelle attività progettazione dei miglioramenti cartografici nelle aree indicate da ciascun Comune interessato;
- b) realizzerà progetti per la misurazione NRTK dei Punti Fiduciali compresi nelle aree indicate da ciascun Comune interessato;
- c) fornirà, a ciascun Comune interessato, preventivi a costi convenzionati e per attività conto terzi di misurazione NRTK dei Punti Fiduciali nei fogli di mappa richiesti;
- d) fornirà assistenza tecnica nelle attività di presentazione all'Agenzia del Territorio dei risultati delle misurazioni NRTK realizzate e delle nuove monografie dei Punti Fiduciali e dei relativi fuori centro;
- e) fornirà assistenza nelle attività di introduzione della cartografia tecnica e dei relativi DB Topografici conseguente ai miglioramenti derivanti dalle nuove coordinate dei Punti Fiduciali misurati;

in base al presente accordo, l'ANCI:

- f) fornirà informazioni sul progetto di miglioramento cartografico ai Comuni interessati;
- g) fornirà cooperazione con i Comuni nelle attività di presentazione all'Agenzia del Territorio delle nuove monografie dei Punti Fiduciali finalizzata alla loro adozione ufficiale.



6.3 Proposta per una collaborazione tra ANCI e AdT

Finalità:

il presente schema di accordo di collaborazione tra ANCI e Agenzia del Territorio è finalizzato alla utilizzazione di nuove coordinate per i Punti Fiduciali ricompresi nelle attività di nuova misurazione da parte dell'Università di Bologna.

Competenze:

l'ANCI, in base al presente accordo, fornirà all'Agenzia del Territorio:

- a) copia dei risultati delle misurazioni NRTK realizzate;
- b) copia delle nuove monografie dei Punti Fiduciali e dei relativi fuori centro;
- c) richiesta di adozione nelle successive attività Pregeo dei punti stazionabili fuori centro al posto dei punti materializzati da spigoli di fabbricato;

l' Agenzia del Territorio, in base al presente accordo, si impegna a:

- d) prendere visione dei risultati delle misurazioni NRTK realizzate ed a utilizzare le nuove coordinate dei Punti Fiduciali misurati;
- e) utilizzare, adottandole in sostituzione delle proprie, le nuove monografie dei Punti Fiduciali e dei relativi fuori centro;
- f) accogliere la proposta ANCI di adozione nelle successive attività Pregeo dei punti stazionabili fuori centro al posto dei punti materializzati da spigoli di fabbricato.



Bibliografia e siti web

autori	titolo	pubblicazione
Artioli G.P., Ciardi G., Cracchi Bianchi N., Cristaudo P., Lovisari G., Tambini U., 2003	Il progetto SIGMA TER - Servizi Integrati catastali e Geografici per il Monitoraggio Amministrativo del TERritorio.	Atti della VII Conferenza Nazionale ASITA, Verona 2003.
Artioli G.P., Gavaruzzi R., Liguori F., Olivucci S., 2007	Esperienze in Emilia-Romagna di realizzazione del Database Topografico da riconversione di dati topografici presenti nei SIT di alcuni Comuni.	Atti del Convegno Nazionale SIFET 2007, Arezzo
Artioli G.P., Gavaruzzi R., Liguori F., Olivucci S., 2007	Dai dati del SIT comunale al Database Topografico: esperienze in Emilia-Romagna.	Atti della XI Conferenza Nazionale ASITA, Torino 2007.
Artioli G.P. 2007	Il sistema SIGMA TER per l'interscambio dei dati con l'Agenzia del Territorio, anche a supporto del decentramento catastale	www.sigmater.it/
Artioli G.P., Benati F., Gavaruzzi R., Guareschi E., Morani M., Piccinini L., 2011	Geo-Progetto: studio di procedure geomantiche per la definizione di un Modello Unico Digitale Cartografico (MUDIC), integrato nel Modello Unico Digitale per l'Edilizia (MUDE) e finalizzato all'aggiornamento cartografico.	Atti della XV Conferenza Nazionale ASITA, Colorno (PR) 2011.
Banni A., Sanna G., Vacca G., Vivinet A., Valdilonga C., 2008.	La rete NRTK SARNET della Sardegna.	Bollettino della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia, 3/2008.
Barbarella M., Dubbini M., Gandolfi S., Gordini C., Lenzi V., Mancini F., Zanni M., 2002.	Rilievi di punti fiduciali catastali con tecnica RTK.	Atti della VII Conferenza Nazionale ASITA, Perugia 2002.
Barbarella M., Gandolfi S., Gordini C., Vittuari L., 2003.	Reti di stazioni permanenti GPS per il rilievo in tempo reale - prime sperimentazioni.	Atti della VII Conferenza Nazionale ASITA, Verona 2003.
Barbarella M., Gavaruzzi R., Ronci E., 2003.	Reti di raffittimento GPS 7 e loro inquadramento.	Atti della VII Conferenza Nazionale ASITA, Verona 2003.
Barbarella M., Gandolfi S., Ronci E., 2006.	The use of a GNSS test network for real time application in Italy: first results based on regional field test.	Atti ION, 2006.

Barbarella M., Gandolfi S., Ronci E., 2007.	Precisione e accuratezza raggiunta in rilievi NRTK ripetuti.	Bollettino della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia , 1/2007.
Barbarella M., Gandolfi S., Zanutta A., Cenni N., 2007.	Tecniche per l'inquadramento di reti di stazioni permanenti regionali per il posizionamento in tempo reale.	Atti del Convegno Nazionale SIFET 2007, Arezzo
Barbarella M., Ronci E., 2007.	Giunzione di reti provinciali di raffittimento GPS/7 in Emilia Romagna.	Atti del Convegno Nazionale SIFET 2007, Arezzo
Barbarella M., 2007.	Sistemi GNSS per il monitoraggio.	Bollettino della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia , 4/2007.
Barbarella M. (coord.) 2008.	Reti di stazioni permanenti GPS per il rilievo in tempo reale - i risultati del Progetto di Rilevante Interesse Nazionale cofinanziato nel 2005.	Bollettino della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia , 2/2008 e 3/2008.
Barbarella M., Radicioni F, Sansò F. (editori) 2009.	Lo sviluppo delle tecnologie per le reti geodetiche. Ricerca finalizzata commissionata dal CISIS (Centro Interregionale per i Sistemi informatici, geografici e statistici).	Barbarella M., Radicioni F, Sansò F. editori, Perugia, 2009.
Barbarella M., Gandolfi S., Ricucci L., 2010.	Esperienze di calcolo della Rete Dinamica Nazionale.	Bollettino della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia , 2/2010.
Barbarella M., Caporali A, Longhi D., Sansò F., 2011.	Il sistema di riferimento geodetico italiano: un esempio di collaborazione tra CISIS, Università, IGM.	Atti della XV Conferenza Nazionale ASITA, Colorno (PR) 2011.
Barrile V., Cina A., Gaetani M.E., Pesenti M., Piras M., Prasanna N., Tornatore V., 2008.	Esperienza congiunta di Network RTK in Lombardia e Piemonte: test svolti e risultati.	Bollettino della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia 3/2008.
Basso M., Battaino S., Beinat A., Bertos S., Crosilla F., Furlan M., Ghidini M., Picech G., Piuzzo R., Sossai E., Tommasoni L., 2009a.	Il rilievo con strumentazione GPS e la ricomposizione della rete dei Punti Fiduciali della Regione Friuli Venezia Giulia.	Atti della XIII Conferenza Nazionale ASITA, Bari 2009.
Basso M., Battaino S., Beinat A., Bertos S., Crosilla F., Furlan M., Ghidini M., Picech G., Piuzzo R., Sossai E., Tommasoni L., 2009b.	La georeferenziazione delle mappe catastali della Regione Friuli Venezia Giulia nel sistema cartografico regionale.	Atti della XIII Conferenza Nazionale ASITA, Bari 2009.
Beinat A., Crosilla F., 2002.	Una procedura per la ricomposizione conforme della cartografia catastale digitale.	Bollettino della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia 1/2002.

Beinat A., Crosilla F., 2002.	Una proposta innovativa per la ricomposizione cartografica del catasto.	Atti della VII Conferenza Nazionale ASITA, Perugia 2002.
Beinat A., Clerici A., Crosilla F., 2002.	Prime sperimentazioni di una proposta innovativa per la ricomposizione cartografica del catasto.	Atti della VII Conferenza Nazionale ASITA, Perugia 2002.
Beinat A., Crosilla F., 2003.	Una procedura per la ricomposizione conforme della cartografia catastale digitale.	Bollettino della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia 1/2003.
Beinat A., Crosilla F., Soassai E., 2003.	Ricerca automatica di corrispondenza fra entità geometriche di una cartografia catastale.	Atti della VII Conferenza Nazionale ASITA, Verona 2003.
Beinat A., Crosilla F., Soassai E., 2003.	Riconoscimento automatico di entità geometriche non strutturate di una cartografia catastale.	Bollettino della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia 4/2003.
Beinat A., Crosilla F., Furlan M., Soassai E., 2004.	Ricomposizione procustiana della rete fiduciaria catastale mediante dati dell'Archivio Pregeo: l'esperienza di Gorizia.	Atti della VIII Conferenza Nazionale ASITA, Roma 2004.
Beinat A., Crosilla F., Soassai E., 2004.	Analisi della copertura e prime sperimentazioni di concatenamento a scala regionale dei poligoni fiduciali catastali in Friuli Venezia Giulia.	Atti della VIII Conferenza Nazionale ASITA, Roma 2004.
Beinat A., Crosilla F., Furlan M., Soassai E., 2005.	Un metodo particellare per l'aggiornamento progressivo della cartografia catastale	Atti della VIII Conferenza Nazionale ASITA, Catania 2005.
Beinat A., Crosilla F., Furlan M., Soassai E., 2005.	Ricomposizione particellare conforme della cartografia catastale numerica.	Atti del Convegno Nazionale SIFET 2005, Mondello (Palermo)
Beinat A., Crosilla F., Soassai E., Basso M., Battaino S., Bertos S., Furlan M., Piuazzo R., Ghidini M., Tommasoni L., 2010.	L'aggiornamento e la ricomposizione della carta catastale per i SIT della Regione e degli Enti Locali del Friuli Venezia Giulia: metodologie e risultati.	Bollettino della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia 1/2010.
Beinat A., Antolini F., 2012.	Verifiche combinate delle prestazioni dei Servizi NRTK tra Veneto e Friuli: metodologia e risultati.	Bollettino della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia, 2/2012.
Belluomini P., Biagi L., Grimaldi L., Laffi R., Novembre C., Sansò F., Scaratti M., 2006.	GPSLOMBARDIA: rete GNSS per un servizio di posizionamento.	Atti X Conferenza Nazionale ASITA, Bolzano 2006
Bernabino F., Caione S., Di Iasio A., Pirrello G., 2005.	L'integrazione tra la cartografia catastale e la carta tecnica della Città di Torino.	Atti della IX Conferenza Nazionale ASITA, Catania 2005.

Biagi L., Caldera S., Sansò F., Visconti M.G., 2006	Una prima stima delle relazioni per l'Italia fra le realizzazioni dei sistemi di riferimento globale e europeo.	Atti X Conferenza Nazionale ASITA, Bolzano 2006
Biagi L., Caldera S., Crespi M., Manzino A.M., Mazzoni A., Roggero M., Sansò F., 2007.	una rete GNSS di ordine zero per i servizi di posizionamento in Italia: alcune ipotesi e test.	Atti della XI Conferenza Nazionale ASITA, Torino 2007.
Biagi L., Sansò F., editori 2007.	Un libro bianco sui servizi di posizionamento satellitare per l'e-government.	Geomatics Workbooks, vol. 7, 2007.
Biagi L., Caldera S., Mazzoni A., 2009.	Compensazione della Rete Dinamica Nazionale dell'IGM: procedure applicate e risultati ottenuti dal gruppo G3.	Bollettino della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia, 3/2009.
Biagi L., 2009	I fondamentali del GPS.	Geomatics Workbooks, vol. 8, 2009.
Biagi L., Mozzon M., Perego D., Visconti M.G., 2011	Un algoritmo di controllo di qualità per i prodotti di rete GNSS in tempo reale.	Atti del Convegno Nazionale SIFET 2011, Cagliari
Betti B., Biagi L., Passoni D., Tornatore V., Cina A., Pesenti M., Piras M., Barrile V., Meduri G., 2007.	Interoperabilità e integrazione tra le reti NRTK interagenti e inserimento nei sistemi geodetici e cartografici ufficiali.	Atti della XI Conferenza Nazionale ASITA, Torino 2007.
Borrelli S., Caracciolo T., Dongiovanni N., Marra V., Pandiscia G.V., Pedicini N., Pellicanò A., Pinto L., Scarnati G., Surace L., 2010	Strutturazione e implementazione dei dati DBT 5K secondo le più recenti specifiche CNIPA.	Atti della XIV Conferenza Nazionale ASITA, Brescia 2010.
Boschini E., Marini C., 2010	Collegamento delle planimetrie catastali all'immobile.	Atti della XIV Conferenza Nazionale ASITA, Brescia 2010.
Brioli R.M., Belvederi G., Gavaruzzi R., Guandalini B., 2008.	Analisi automatica di dati cartografici catastali ai fini della individuazione di discontinuità areali e della loro genesi.	Atti della XIII Conferenza Nazionale ASITA, Aquila 2008.
Brioli R.M., Brighetti S., Cremonini I., Minghetti A., 2002.	Rete geodetica di inquadramento e raffittimento del Comune di Bologna.	Atti della VII Conferenza Nazionale ASITA, Perugia 2002.
Brovelli M.A., Zamboni G., 2003.	Integrazioni di basi cartografiche su grandi aree.	Bollettino della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia 4/2003.
Buffoni D., Nardelli C., Vitti A., 2006.	La rete GNSS della Provincia Autonoma di Trento: dalla realizzazione al servizio,	Atti X Conferenza Nazionale ASITA, Bolzano 2006

Calcagno C., Cosso T., Dabove P., Federici B., Ernile F., Lagorio A., Sguerso D., 2010.	Il servizio di posizionamento GNSS della Regione Liguria: prime analisi.	Atti della XIV Conferenza Nazionale ASITA, Brescia 2010.
Cannafoglia C., De Luca A., Molinari F., Novelli G.F., 1998	Catasto e pubblicità immobiliare: aspetti tecnici, giuridici e informatici dei sistemi di inventariazione e di conservazione dei registri immobiliari in Italia.	Maggioli Editore, 1998
Caporali A., Turturici F., Maseroli R., Farolfi G., 2009.	Preliminary results of the computation of the new Italia Permanent Network RDN of GPS stations.	Bollettino di Geodesia e Scienze affini, Anno LXVIII, 2009, n. 2.
Carrion D., Maffeis A., Migliaccio F., Pinto L., 2007	Aspetti tecnici della progettazione di un Database Topografico multirisoluzione.	Atti del Convegno Nazionale SIFET 2007, Arezzo
Casella V., Franzini M., Padova B., Cattaneo F., 2009.	Verifica di accuratezza e affidabilità delle misure NRTK: esperienze in Provincia di Pavia.	Atti della XIII Conferenza Nazionale ASITA, Bari 2009.
Casella V., Franzini M., Padova B., Mazza L., 2010	La nuova infrastruttura GNSS a supporto dell'attività del Catasto della Repubblica di San Marino.	Atti della XIV Conferenza Nazionale ASITA, Brescia 2010.
Cazzaniga N.E., Pinto L., Gelmini M., Lanzi C., Vassena G., (2003)	Studio sperimentale di raffittimento catastale in modalità GPS-RTK in ambiente VRS.	Atti della VII Conferenza Nazionale ASITA, Verona 2003.
Cerrato A., Civano G., Cosso T., De Felici A., Donatelli D., Federici B., Gualtieri I., Maseroli R., Sguerso D., 2010.	Collaudo del servizio di posizionamento GNSS della Regione Liguria.	Atti della XIV Conferenza Nazionale ASITA, Brescia 2010.
Ciardi G., Olivucci S., 2010	GeoPortale Emilia-Romagna: un'esperienza di IDT regionale.	Atti della XIV Conferenza Nazionale ASITA, Brescia 2010.
Cina A., Manzano A.M., Roggero M., 2007.	Verifiche in continuo del posizionamento NRTK in una rete GNSS.	Atti del Convegno Nazionale SIFET 2007, Arezzo
Cina A., 2008	La carta catastale in un sistema globale.	Rivista dell'Agenzia del Territorio, 2008 vol. 1
Cina A., Manzano A.M., Ferrante F.C., 2010.	Metodologie geodetiche e cartografiche per la ricomposizione della mappa catastale nel sistema UTM-ETRF2000.	Bollettino della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia , 1/2010.
Cina A., Deagostino M., Manzano A.M., Piras M., 2010.	Valorizzazione metrica della mappa d'impianto catastale.	Bollettino della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia , 1/2010.

Cina A., Bendea J.H., Porporato C., 2011.	L'orientamento fra DATUM per la procedure geodetica di trasformazione dei sistemi catastali nel sistema WGS84.	Atti del Convegno Nazionale SIFET 2011, Cagliari
Cina A., Dabove P., De Agostino M., Manzano A.M., Piras M., Porporato C., Garretti L., Siletto G., Caligaris A., Chiapale L., Pipino M., 2011.	La rete GNSS della Regione Piemonte: analisi sulle applicazioni e sulle precisioni raggiungibili.	Atti del Convegno Nazionale SIFET 2011, Cagliari
Cina A., Ferrante F.C., Piras M., Porporato C., 2012.	La trasformazione dal DATUM catastale ai DATUM Roma 1940 e ETRF2000.	La rivista dell'Agenzia del Territorio, 1/2012
Cina A., Caione S., Chiaffrino A., Ferrante F.C., Garretti L., Manzano A.M., Pipino M., Piras M., Porporato C., Siletto G.B., 2012.	La trasformazione delle mappe catastali in Regione Piemonte nel sistema WGS84.	Bollettino della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia , C
Costa A., 1989	Il catasto numerico a gestione elettronica: manuale di celerimensura moderna aggiornato alla circolare 2/1988 dell'Agenzia del Territorio.	La Nuova Italia Scientifica, 1989
Crespi M., Malena G.M., Reina G., 2003	Rilevamenti GPS-RTK e reti di stazioni permanenti: situazione attuale e possibili applicazioni.	Atti della VII Conferenza Nazionale ASITA, Verona 2003.
Crespi M., 2004	Inquadramento di mappe catastali nel sistema cartografico UTM-WGS84-ETRF89 mediante rilievi GPS-RTK rispetto a stazioni permanenti.	Atti della VIII Conferenza Nazionale ASITA, Roma 2004.
Crespi M., Reina G., 2004	Applicazioni non catastali dei punti fiduciali: proposta di una metodologia per l'inquadramento della maglia dei punti fiduciali nel sistema cartografico UTM-WGS84-ETRF89.	Bollettino della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia , 3/2004
Crosilla F., 2009.	I catasti in Europa: verso una infrastruttura europea del dato spaziale per il mercato informativo dei beni immobili.	Bollettino della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia , 4/2009.
Dardanelli G., Franco V., Chiappone A., 2009.	Determinazione della precisione e della ripetibilità in rilievi NRTK.	Atti della XIII Conferenza Nazionale ASITA, Bari 2009.
De Agostino M., Manzano A.M., Roggero M., 2007.	Validazione dei servizi della rete GNSS della Regione Piemonte.	Bollettino della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia , 1/2011.
De Agostino M., Manzano A.M., Roggero M., 2007.	Repertorio delle stazioni GNSS in Italia, controllo di qualità e monitoraggio dei dati.	Atti del Convegno Nazionale SIFET 2007, Arezzo

Dequal S., Furani G, 1999	Capitolato cartografia numerica e catastale integrata 1:2.000 e 1:5.000 - Comune di Forlì.	Regione Emilia-Romagna e Comune di Forlì, 1999
Di Filippo S., Ferrante F.C., Garnero G., Gnesivo P.R., Rao S., 2005.	Unificazione dei sistemi d'asse catastali di piccola estensione. La produzione pilota del Piemonte orientale.	Atti della VIII Conferenza Nazionale ASITA, Catania 2005.
Di Girolamo A., Di Sclafani N., Paolo Russo P., 2006	Il servizio di posizionamento in tempo reale della Provincia Autonoma di Bolzano ed il sistema di riferimento.	Atti X Conferenza Nazionale ASITA, Bolzano 2006
Donatelli D., Maseroli R., Pierozzi M., 2002	La trasformazione tra i sistemi di riferimento utilizzati in Italia.	Bollettino di Geodesia e Scienze affini, Anno LXI, 2002, n. 4.
Falchi U., 2010.	Progetto SIFS: una esperienza di gestione dell'anagrafe immobiliare della Regione Sardegna a sostegno dei Comuni per lo svolgimento delle funzioni catastali e per migliorare la gestione delle imposte locali.	Bollettino della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia , 1/2010.
Fastellini G., Radicioni F., Stoppini A., 2007	Test di accuratezza e ripetibilità di posizionamenti NRTK su sessioni di lunga durata.	Atti della XII Conferenza Nazionale ASITA, Torino 2007.
Fastellini G., Radicioni F., Stoppini A., 2010	Rilievi catastali di aggiornamento con l'impiego dei servizi di posizionamento offerti dalle reti GNSS.	Bollettino della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia, 2/2010.
Ferrante F.C., Di Filippo S., Gnesivo P.R., 2003.	L'evoluzione del nuovo sistema cartografico del catasto.	Atti della VII Conferenza Nazionale ASITA, Verona 2003.
Ferrante F.C., Di Filippo S., Gnesivo P.R., Tuffilaro D., 2005.	Consolidamento delle coordinate dei punti fiduciali su aree di vasta estensione.	Atti della IX Conferenza Nazionale ASITA, Catania 2005.
Ferrante F.C., Garnero G., 2010.	La valorizzazione delle mappe originali d'impianto del catasto per la ricostruzione delle congruenze topologiche tra fogli adiacenti.	Bollettino della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia, 1/2010.
Ferrante F.C., 2012.	Agenzia del Territorio e Regioni: le sinergie per lo sviluppo dell'informazione geografica.	16° Conferenza Nazionale ASITA -sessione CISIS, 2012 Vicenza
Forlani F., Varini A., 2003	Progetto di una rete GPS nel Comune di Parma.	Comune di Parma, 2003
Gandolfi S., 2003	Metodologie integrate GPS-RTK e/o Classiche: rilievi di punti fiduciali catastali.	Bollettino della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia, 4/2003.

Gandolfi S., Gusella L., Milano M.G., 2005	Precise point positioning: studio sulle accuratezze e precisioni ottenibili	Bollettino di Geodesia e Scienze affini, Anno LXIV, 2005, n. 4.
Gandolfi S., 2008	Strutture per la definizione di sistemi di riferimento per il posizionamento di precisione GNSS.	Bollettino della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia , 3/2008.
Gavaruzzi R., Vianello G., 1982.	Regione Emilia-Romagna Atlante foto cartografico della costa.	Collana di orientamenti geomorfologici e agronomico forestali - Pitagora Editrice, 1982.
Gavaruzzi R., Mazzotta D., 2005.	Trasformazioni di coordinate catastali in coordinate WGS84 nel contesto del Progetto Sigmater.	Atti della IX Conferenza Nazionale ASITA, Catania 2005.
Gavaruzzi R., 2009.	I contributi delle Reti GPS e GNSS delle Regioni e Province autonome per la realizzazione della Rete Dinamica Nazionale	XIII Conferenza Nazionale ASITA, workshop CISIS, www.centrointerregionale-gis.it/News/ASITA2009
Gavaruzzi R., Maseroli R., 2009.	Sistema di riferimento geodetico nazionale: proposta, del Comitato sui dati territoriali per l'amministrazione digitale, di decreto sul moderno sistema satellitare.	XIII Conferenza Nazionale ASITA, workshop CISIS, www.centrointerregionale-gis.it/News/ASITA2009
Guzzetti F., Capelli D., Trebeschi A., 2010.	Integrazione tra Database Topografico e Mappa Catastale: progetto sperimentale in Provincia di Brescia	Atti della XIV Conferenza Nazionale ASITA, Brescia 2010.
Maggio F., 2012	The Italian Cadastre and the Real Estate Taxation	Working Week FIG, Roma 2012
Maseroli R., Donatelli D., Bartolini S., Pierozzi M., 2004	Inserimento della rete IGM95 nella realizzazione ETRF2000.	Bollettino della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia , 3/2004
Maseroli R., Farolfi G., Donatelli D., Cauli F., Baroni L., 2009	La Rete Dinamica Nazionale ed il nuovo Sistema di riferimento ETRF2000.	Bollettino di Geodesia e Scienze affini, Anno LXVIII, 2009, n. 3.
Piccinini L., Guidetti D., Gavaruzzi R., Perfetti N., Scarpino S., Fornaro P.; 2010	Un report di qualità per l'aggiornamento cartografico NRTK: una sperimentazione della Fondazione dei Geometri dell'Emilia Romagna con l'Agenzia del Territorio.	Atti della XIV Conferenza Nazionale ASITA, Brescia 2010.
Radicioni F., Stoppini A., 1999.	Utilizzo di metodologie geodetiche per il coordinamento della cartografia catastale con le carte tecniche regionali.	Bollettino della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia , 4/1999.
Reina G., Crespi M., 2005.	Reti di stazioni permanenti GNSS a supporto dell'aggiornamento di un DB cartografico: il caso della cartografia catastale.	Atti della IX Conferenza Nazionale ASITA, Catania 2005.

Schennach G., 2012 (Austrian delegate to FIG Commission 7)	Land Management in a Cadastre 2.0 Surrounding	Atti FIG Working Week, Roma 2012
Selvaggi G., 2006.	La "Rete Integrata Nazionale GPS" (RING) dell'INGV: una infrastruttura aperta per la ricerca scientifica.	Atti X Conferenza Nazionale ASITA, Bolzano 2006
Sossai E., 2005	La ricomposizione di una rete fiduciale catastale di ampie dimensioni: l'esempio di Tarcento (UD).	Atti della IX Conferenza Nazionale ASITA, Catania 2005.
Sossai E., 2006	Ricomposizione cartografica mediante di integrazione di rilievi Pregeo e di cartografia numerica esistente.	Atti X Conferenza Nazionale ASITA, Bolzano 2006
Surace L. (1995)	La nuova rete geodetica nazionale IGM95: risultati e prospettive di utilizzazione.	Bollettino di Geodesia e Scienze affini, Anno LIV, 1995, n. 2.
Trebeschi A., Gaudiosi T., Taboni D., 2010.	Produzione DB Topografico: l'attività del Servizio Cartografia e Gis della Provincia di Brescia.	Atti della XIV Conferenza Nazionale ASITA, Brescia 2010.
Vitikainen A., Hiironen J., 2012	Development Scenarios of the 3d Cadastral System in Finland.	Atti FIG Working Week, Roma 2012
Agenzia del Territorio 1987	circ_2_1987.pdf	www.agenziaterritorio.it
Agenzia del Territorio 1988	circolare 2 1988.doc	www.agenziaterritorio.it
Agenzia del Territorio 2012	Pregeo 10.5 - 28.06.2012	www.agenziaterritorio.it
Agenzia del Territorio 2012	Comunicato 30/11/2012 - Fabbricati non dichiarati in Catasto	www.agenziaterritorio.it
Intesa GIS [1996]	Protocollo d'intesa Stato-Regioni ed Enti Locali per la realizzazione dei Sistemi Informativi Geografici di interesse generale	www.centrointerregionale-gis.it/script/scrp.asp?Pagecode=002
Intesa GIS - GL reti geodetiche	Raffittimento della Rete Fondamentale IGM95 - Specifiche tecniche	www.centrointerregionale-gis.it/script/documenti.asp

ISO per Catasto 2012-13	ISO 19152 LADM abstract.doc	www.agenziaterritorio.it
Permanent Committee on Cadastre in the European Union	Land Administration Domain Model (LADM)	www.eurocadastre.org
Direttiva INSPIRE su GUCE 2007 .pdf	DIRETTIVA 2007/2/CE che istituisce un'Infrastruttura per l'informazione territoriale nella Comunità europea (Inspire)	Gazzetta ufficiale dell'Unione europea. 25.4.2007
INSPIRE Thematic Working Group Cadastral Parcels, 2009	Data Specification for the spatial data theme Cadastral Parcels	D2.8.I.6 INSPIRE, 2009
Regione Piemonte MUDE (2010)	Cos'è il MUDE Modello Unico Digitale dell'Edilizia	www.mude.piemonte.it/cms/
Regione Lombardia , 2010	“Quadro di riferimento per l'aggiornamento del Database topografico e l'interscambio con le banche dati catastali” approvato con d.g.r. 338 del 28 luglio 2010.	www.regione.lombardia.it
Regione Lombardia , 2011	Aggiornamento del Database Topografico: FLU.T.E (Flusso Topografico Edifici) - 12/12/2011	www.regione.lombardia.it
Regione Lombardia , 2011	Aggiornamento del Database Topografico: FLU.T.E (Flusso Topografico Edifici) - 12/12/2011	www.regione.lombardia.it
Accordo di programma approvato dalla Conferenza Stato Regioni il 26/091996	Intesa GIS - Accordo di programma sul Sistema Cartografico di Riferimento	www.centrointerregionale-gis.it/script/scrp.asp?Pagecode=010

Siti web



Agenzia del Territorio (dal 1° dicembre 2012 incorporata nell'Agenzia delle Entrate - i due siti internet saranno integrati gradualmente in un unico sito) www.agenziaterritorio.it

Centro Interregionale per le informazioni territoriali - dal 1979 organismo tecnico di coordinamento (confluito nel 2006 nel CISIS) www.centrointerregionale.it

CISIS - Centro Interregionale per i Sistemi informatici, geografici e statistici www.cisis.it

Comitato Regionale Toscano Geometri - Rete GPS www.retegnsstoscana.com

Comune di Bologna - SIT e cartografia www.comune.bologna.it/sit

ELICAT-ELIFIS-FEDFIS: www.eli.catasto-fiscalita.anci.it

FIG (International Federation de Geometres) <http://www.fig.net>

Fiduciali.it - sito di visualizzazione con mappe dei Punti Fiduciali www.fiduciali.it

INSPIRE <http://inspire.jrc.ec.europa.eu>

Istituto Geografico Militare <http://www.igmi.org>

MUDE - Regione Piemonte www.mude.piemonte.it/cms/

Permanent Committee on Cadastre in the European Union www.eurocadastre.org

Regione Abruzzo - GIS e cartografia www.regione.abruzzo.it/xcartografia

Regione Emilia-Romagna - GIS e cartografia <http://geoportale.regione.emilia-romagna.it/>

Regione Lombardia - GIS e cartografia www.cartografia.regione.lombardia.it

Repertorio Nazionale Dati Territoriali www.rndt.gov.it/RNDT

SigmaTer www.sigmater.it

VisualTAF - sito di visualizzazione con mappe dei Punti Fiduciali www.visualtaf.it

Servizi di posizionamento a carattere nazionale:

Rete ItalPoS <http://smartnet.leica-geosystems.it>

Rete NetGEO www.netgeo.it

Servizi di posizionamento a carattere regionale:

Provincia di Bolzano - STPOS - www.stpos.it

Provincia di Trento - TPOS - <http://www.catasto.provincia.tn.it/TPOS>

Regione Abruzzo - Web Stazioni Permanenti <http://gpsnet.regione.abruzzo.it/>

Regione Campania - Rete Regionale <http://gps.sit.regione.campania.it>

Regione Friuli Venezia Giulia - Rete A. Marussi <http://www.regione.fvg.it>

Regione Liguria - Rete Regionale GNSS <http://www.gnssliguria.it/>

Regione Lombardia - GPS Lombardia <http://www.gpslombardia.it/i>

Regione Piemonte - Piemonte GNSS <http://gnss.regione.piemonte.it>

Regione Puglia - http://www.sit.puglia.it/portal/sit_cittadino/Documenti/GNSS

Regione Umbria - GPSUMBRIA <http://www.umbriageo.regione.umbria.it>

Regione Veneto - Rete GPS Veneto <http://147.162.229.63/Web/index.php>

Rete Comitato Regionale Toscano Geometri www.retegnsstoscana.com

Rete Fondazione Geometri Emilia Romagna www.gpsemiliaromagna.it

Rete SARNET <http://www.sarnet.it>