

# LA RETE DI STAZIONI PERMANENTI GPS/GNSS DELLA REGIONE UMBRIA: VERSO UN SERVIZIO REGIONALE DI POSIZIONAMENTO

Ambra CIARAPICA\*, Gabriele FERRANTI\*  
Fabio RADICIONI\*\*, Aurelio STOPPINI\*\*

\* Regione dell'Umbria, Direzione Politiche Territoriali Ambiente e Infrastrutture,  
Servizio Informativo Territoriale, Via M. Angeloni - 06124 Perugia  
Tel. 075/5045909 – E-mail [geografia@regione.umbria.it](mailto:geografia@regione.umbria.it)

\*\*Università degli Studi di Perugia, D.I.C.A., Via G. Duranti 93 - 06125 Perugia  
Tel. 075/5853765 – Fax 075/5853756 – E-mail [topos@unipg.it](mailto:topos@unipg.it)

## Riassunto

La Regione Umbria ha recentemente realizzato una rete di stazioni permanenti GPS/GNSS, che comprende dieci stazioni a copertura dell'intero territorio regionale, con interdistanza media di circa 40 km. Tale rete è in grado attualmente di fornire un servizio di posizionamento in post-processamento con accuratezza di ordine centimetrico. È stata inoltre avviata un'attività di sperimentazione di servizi di posizionamento in tempo reale. L'articolo descrive i criteri di progetto della rete, l'architettura di funzionamento nelle diverse modalità, alcuni dettagli esecutivi delle singole installazioni e del centro di controllo, e le infrastrutture utilizzate per le comunicazioni.

## Abstract

*Umbria Region recently realized a network of GPS/GNSS permanent stations, composed of ten stations covering the whole region, with an average distance from one to each other of about 40 km. Such network is presently able to supply a post-processing positioning service with a centimeter accuracy. Beside that, an experimental activity on real-time positioning services has been started on the network. This paper describes the design criteria, the network architecture in different operating modes, some executive details of the stations and the control center, and the communication infrastructures.*

## 1. Introduzione

La Regione Umbria, nell'ambito delle proprie attività istituzionali nel settore cartografico e geodetico, sta procedendo a una profonda revisione e razionalizzazione delle reti di inquadramento plano-altimetriche a copertura del territorio regionale.

Con tale finalità sono stati redatti due progetti, attualmente in fase di avanzata esecuzione:

- Raffittimento della rete IGM 95, con realizzazione di un nuovo vertice regionale plano-altimetrico per ogni sezione 1:10.000 della Carta Tecnica Regionale (266 nuovi vertici complessivamente) e integrazione delle linee di livellazione geometrica IGM (Ciarapica et al., 2004);
- Realizzazione di una rete di stazioni permanenti GPS/GNSS, oggetto del presente articolo.

I due progetti, pur redatti in fasi distinte, sono coordinati e si integrano perfettamente, risultando di fatto complementari l'uno all'altro. La rete di stazioni permanenti fornisce l'inquadramento di "ordine zero" nei sistemi internazionali ITRF-ETRF e consente di verificare e mantenere nel tempo la

stabilità del datum. La rete di raffittimento, collegata alle stazioni permanenti, permette di inquadrare la rete GPS/GNSS nella realizzazione nazionale del datum WGS84 congruente con la rete IGM 95, requisito indispensabile per la maggior parte delle applicazioni a carattere tecnico.

A regime, gli utenti si troveranno così a poter disporre sia di un elevato numero di vertici geodetici "passivi" (cioè tradizionali, da stazionare con strumentazione GPS/GNSS o di altro tipo), sia di una rete di vertici "attivi" (le stazioni permanenti), tutti uniformemente distribuiti nel territorio regionale e inquadrati in un datum piano-altimetrico unico e stabile, con la possibilità di utilizzare a piacimento gli uni e/o gli altri a seconda delle strumentazioni di misura disponibili e delle modalità ed organizzazione del proprio lavoro di rilievo.

## **2. Struttura e organizzazione generale della rete**

La rete GPS/GNSS della Regione Umbria comprende in tutto dieci stazioni, ben distribuite a copertura di tutto il territorio regionale (fig. 1).

Delle dieci stazioni, cinque (Città di Castello, Città della Pieve, Todi, Foligno e Norcia) sono state realizzate ex-novo, mentre le altre cinque (Perugia UNPG e UPG2, Orvieto, Terni e Gualdo Tadino) sono stazioni già esistenti, operate e gestite dall'Università di Perugia (nel caso di Gualdo Tadino, in convenzione con un Istituto scolastico). La presenza di una doppia stazione a Perugia è dovuta al fatto che la stazione UNPG (solo GPS), operante dal 1997 e facente parte delle reti ASI-EUREF-IGS, è stata inserita allo scopo di realizzare l'inquadramento della rete nel datum ITRF-IGb, mentre la seconda stazione UPG2 ha caratteristiche omogenee con le altre incluse nella rete e permette di espletare unitamente ad esse tutti i servizi di posizionamento previsti.

Le dieci stazioni sono gestite e coordinate da un centro di controllo situato a Perugia, attualmente situato (in fase sperimentale) presso l'Università. Nel centro di controllo vengono raccolti, elaborati e archiviati i dati acquisiti da tutte le stazioni della rete, che vengono poi distribuiti all'utenza mediante un server web.

E' attualmente attivo il servizio di fornitura dei dati in formato RINEX a campionamenti di 30, 5 e 1 secondo per post-processamento. La fornitura viene effettuata mediante download dei files da sito web (indirizzo provvisorio <http://www.gpsumbria.tk/>).

E' stata inoltre avviata una fase di sperimentazione di servizi di posizionamento in tempo reale che sfruttano l'architettura di rete (VRS, FKP).

## **3. Caratteristiche delle stazioni**

### **3.1. Ricevitori e antenne**

Nelle cinque stazioni di nuova realizzazione sono stati installati ricevitori geodetici GPS/GLONASS Topcon Odyssey-RS aventi le seguenti caratteristiche principali:

- 20 canali GPS/GLONASS doppia frequenza L1 + L2
- scheda Ethernet integrata
- 3 porte seriali RS232 + 1 USB ad alta velocità
- input frequenza esterna da orologio atomico
- output dati in tempo reale: RTCM SC104 versione 2.2
- output ASCII: NMEA 0183 versione 2.2
- frequenza dati in output: fino a 1 Hz
- memoria interna 512 Mb
- sistema di aggiornamento e rotazione automatica dei dati in memoria interna (memorizzazione dei soli dati più recenti - ad es. gli ultimi 7 giorni con cancellazione automatica dell'ottavo)
- sistemi di riduzione del multipath e di eliminazione delle interferenze in banda
- temperatura di esercizio da -40°C a +50°C

# RETE DI POSIZIONAMENTO STAZIONI PERMANENTI GPS/GNNS DELL' UMBRIA

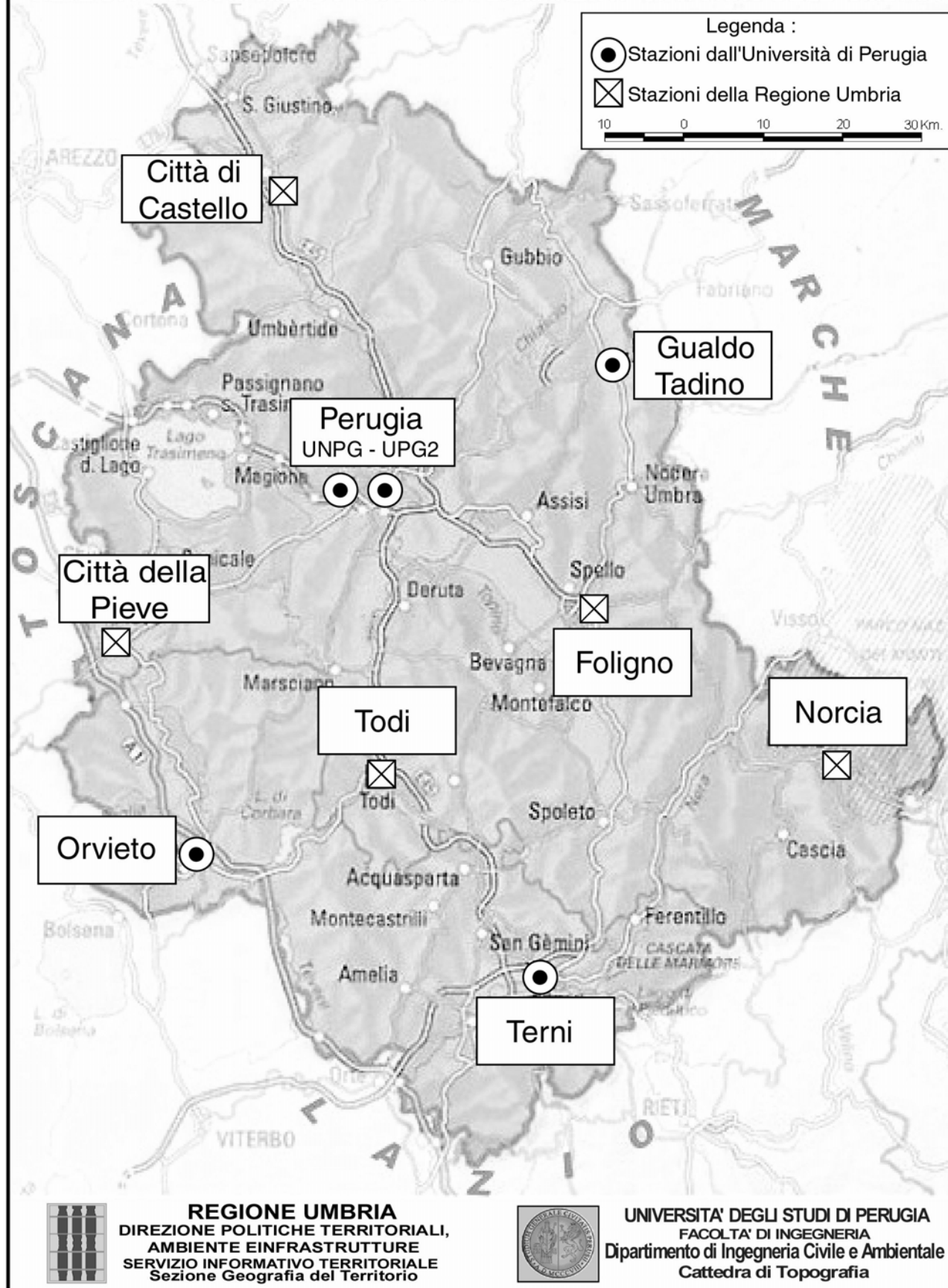


Fig. 1 – La rete di stazioni permanenti GPS/GNSS della Regione Umbria

Le antenne sono del tipo Topcon CR-3 (choke-ring di diametro 32 cm), calibrate singolarmente. Nelle stazioni preesistenti (rete Università di Perugia) sono presenti ricevitori geodetici GPS/GLONASS a doppia frequenza Topcon Legacy GGD-E, di caratteristiche analoghe a quelli di nuova installazione ma privi di scheda di rete. Per l'utilizzo in tempo reale gli stessi verranno pertanto dotati di dispositivi com-server.

### 3.2. Server locali

In ogni stazione è presente un PC server locale nel quale avviene un primo salvataggio dei dati acquisiti, che vengono poi inviati ogni ora al centro di controllo. Il server è dotato di doppio disco rigido con sistema di mirroring Raid 0-1-10 ed è posto sotto gruppo di continuità da 1,5 kVA

### 3.3. Altra strumentazione installata

A ogni ricevitore di nuova installazione è stato collegato un orologio esterno al rubidio con frequenza di uscita 10 MHz. Un analogo oscillatore è presente nella stazione UNPG.

Nei cinque siti di nuova realizzazione sono state installate stazioni meteo Vaisala (p, T, u) interfacciate ai ricevitori GNSS. Tutta la strumentazione di ogni sito (ricevitore, server locale, orologio atomico, gruppo di continuità) è stata installata all'interno di un rack metallico dotato di ventilazione forzata a comando termostatico.

### 3.4. Ubicazione e materializzazione

Le stazioni sono state realizzate all'interno di edifici pubblici di proprietà comunale, per poter utilizzare ai fini della rete stessa la connessione alla rete informatica regionale Com.Net che collega gli uffici regionali a quelli dei principali comuni dell'Umbria ed assicura una comunicazione a larga banda ed alta velocità, esente da intasamenti dovuti a utenze esterne.

La materializzazione è stata realizzata con pilastri portantenna di acciaio inox collegati a strutture portanti di accertata stabilità.



*Fig. 2 – Stazione di Città della Pieve: antenna GNSS e stazione meteo su portantenna in acciaio inox; il portantenna è ancorato alla sottostante muratura portante di grosso spessore*

#### 4. Architettura funzionale della rete

Come accennato, la rete è stata progettata per fornire un servizio di posizionamento in post-processamento, prevedendo però caratteristiche tali da rendere possibile l'attivazione di servizi in tempo reale, attualmente in fase sperimentale.

I ricevitori GPS/GNSS delle singole stazioni permanenti acquisiscono i dati con continuità ad intervallo di campionamento 1 s e li memorizzano sia nella memoria interna che nel server locale, dotato di opportuno software di controllo e interfaccia. Con cadenza stabilita (attualmente oraria) il software procede all'invio via ftp al centro di controllo della rete (ubicato a Perugia) dei files in formato binario compresso zip e degli eventuali messaggi d'errore.

I ricevitori sono inoltre collegati alla rete informatica anche direttamente, mediante schede ethernet integrate nei ricevitori stessi o dispositivi com.net, per permettere il controllo remoto dei ricevitori e per il funzionamento in tempo reale.

Nel centro di controllo di Perugia sono presenti due unità hardware con funzioni diverse:

- server di gestione e archiviazione con sistema di memoria di massa NAS (controller Raid e dischi sostituibili a caldo, capacità complessiva 1 Tb) per l'elaborazione ed archiviazione dei dati;
- server LINUX per la distribuzione dei dati all'utenza.

Il server di gestione riceve i files raw binari compressi inviati dalle diverse stazioni, provvede a decomprimerli, a generare da essi i files RINEX (compressi Hatanaka) con intervalli di campionamento 1 s, 5 s e 30 s, e ad archiviare tali files nel sistema NAS.

Mediante software SQL tali dati sono resi accessibili al server di distribuzione, dove risiede fisicamente il sito web a cui si collegano gli utenti per scaricare i dati, protetto da firewall.

Il software del server di gestione consente il controllo remoto di tutte le stazioni permanenti ad esso collegate, con accesso sia ai server locali sia direttamente ai ricevitori.

Nella modalità tempo reale i ricevitori GPS/GNSS inviano le correzioni RTCM complete (codice e fase) direttamente e con continuità al centro di controllo della rete, mediante la connessione diretta alla rete (schede ethernet incorporate o com-server).

Nel centro di controllo, i dati di cui sopra pervengono a un terzo server dedicato alla gestione delle applicazioni RT, nel quale è installato il software per la generazione delle correzioni in tempo reale (VRS o FKP) da inviare ai singoli utenti.

The screenshot shows the website interface for 'Regione Umbra'. The main content area is titled 'Stazione Permanente: UPG2' and 'Tipo Campionamento: 5 s'. Below this, it shows 'Dati Gps del 12-09-2005'. A calendar for September 2005 is displayed, with the 12th highlighted. To the right of the calendar is a table listing data files for the date 12-09-2005. The table has three columns: file number, filename, and size in bytes. The files are listed as follows:

File	Filename	Size (bytes)
1	UPG2255a.05d.2	141941 bytes
2	UPG2255a.05G.2	1908 bytes
3	UPG2255a.05N.2	4417 bytes
4	UPG2255a.05S.2	5579 bytes
5	UPG2255b.05d.2	145871 bytes
6	UPG2255b.05G.2	1787 bytes
7	UPG2255b.05N.2	3266 bytes
8	UPG2255b.05S.2	5668 bytes
9	UPG2255c.05d.2	159680 bytes
10	UPG2255c.05G.2	2099 bytes
11	UPG2255c.05N.2	5185 bytes
12	UPG2255c.05S.2	5787 bytes
13	UPG2255d.05d.2	153682 bytes
14	UPG2255d.05G.2	2192 bytes
15	UPG2255d.05N.2	2863 bytes
16	UPG2255d.05S.2	5613 bytes
17	UPG2255e.05d.2	156761 bytes
18	UPG2255e.05G.2	2212 bytes

The left sidebar contains a 'MENU' section with links to 'Stazioni' (listing various locations like Città della Pieve, Città di Castello, Foligno, Gualdo T., Norda, Orvieto, Perugia) and 'Monografia' (listing data types: Dati 1 Secondo, Dati 5 Secondo, Dati 30 Secondo). There is also an 'INTRO' section with a link to 'Come è nata la rete permanente GPS/GNSS?' and a 'CERCA' section for searching specific data.

Fig. 3 – Schermata del sito di distribuzione dei dati per post-processamento

## 5. Fornitura dei dati all'utenza

L'accesso ai dati per post-processamento avviene mediante il sito web <http://www.gpsumbria.tk/> (domain name provvisorio). Dalla home page l'utente seleziona innanzitutto il sito, quindi l'intervallo di campionamento, e accede così a una pagina (fig. 3) da cui è possibile scaricare direttamente i files in formato RINEX compresso Hatanaka.

Attualmente vengono distribuiti files a cadenza oraria, che risultano disponibili normalmente poche decine di minuti al massimo dopo l'ora a cui si riferiscono, permettendo così agli utenti un'elaborazione degli stessi quasi immediatamente successiva alle operazioni di rilievo.

Il sito fornisce anche le monografie con le caratteristiche dei siti e le coordinate delle stazioni nei principali datum geodetici, in particolare nel datum ETRS89-IGM95 di maggior interesse per l'utenza tecnica. Le coordinate definitive in tale datum verranno calcolate e distribuite quando saranno ultimati i lavori della nuova rete regionale di raffittimento, in modo da risultare congruenti con quelle riportate nelle monografie dei vertici di tale rete.

## 6. Conclusioni

La rete di stazioni permanenti GPS/GNSS realizzata dalla Regione Umbria in collaborazione con l'Università di Perugia, comprendente dieci stazioni a copertura di tutto il territorio regionale, è attualmente operante per servizi di posizionamento in post-processamento. Le caratteristiche della rete, presentate in questo lavoro, mirano a garantire al massimo l'integrità dei dati mediante sistemi di archiviazione ridondanti (nel ricevitore, nei server locali e nel centro di controllo).

La rete è stata progettata anche in vista dell'attivazione di servizi RT multistazione, che sono attualmente in fase di sperimentazione.

## 7. Bibliografia

F.Radicioni, A.Stoppini (1997): Georeferenziazione delle informazioni territoriali ed evoluzione delle reti geodetiche. Atti I Conferenza Nazionale delle Associazioni Scientifiche per le Informazioni Territoriali e Ambientali (ASITA), Parma, settembre-ottobre 1997.

F. Radicioni, A.Stoppini (1998): Operazioni geodetiche su scala regionale: situazione attuale e prospettive future. Atti II Conferenza Nazionale delle Associazioni Scientifiche per le Informazioni Territoriali e Ambientali (ASITA), Bolzano, novembre 1998.

Sansò F., De Lacy M.C. (2001) : Uno studio sulle diverse applicazioni del GPS e sul futuro sviluppo della rete di stazioni permanenti GPS sul territorio italiano orientato alla creazione di un servizio Geodetico Nazionale. Relazione interna International Geoid Service.

Sito web <http://geomatica.ing.unico.it>.

A. Ciarapica, G. Ferranti, F. Radicioni, A. Stoppini (2004): La rete geodetica di inquadramento della Regione Umbria. Atti della 8<sup>a</sup> Conferenza Nazionale delle Associazioni Scientifiche per le Informazioni Territoriali e Ambientali (ASITA), Roma, dicembre 2004.

## Nota

Il presente lavoro è stato parzialmente realizzato nell'ambito delle attività di ricerca del progetto COFIN-PRIN2004 "I servizi di posizionamento satellitare per l'e-government", Coordinatore Nazionale Prof. Fernando Sansò.