

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/299522140>

Progetto GPS-RTK: una rete GPS per il posizionamento in tempo reale nel Friuli-Venezia Giulia Relazione scientifica del primo anno (Fase 1) Codice Progetto: 200501640001

Technical Report · November 2007

DOI: 10.13140/RG.2.1.1170.8569

CITATIONS

0

READS

485

4 authors:



David Zuliani

National Institute of Oceanography and Applied Geophysics - OGS

166 PUBLICATIONS 700 CITATIONS

SEE PROFILE



Enrico Priolo

National Institute of Oceanography and Applied Geophysics - OGS

246 PUBLICATIONS 2,611 CITATIONS

SEE PROFILE



Francesco Palmieri

Robert Jones and Agnes Hunt Orthopaedic and District Hospital NHS Trust

40 PUBLICATIONS 288 CITATIONS

SEE PROFILE



Paolo Fabris

National Institute of Oceanography and Applied Geophysics - OGS

79 PUBLICATIONS 309 CITATIONS

SEE PROFILE

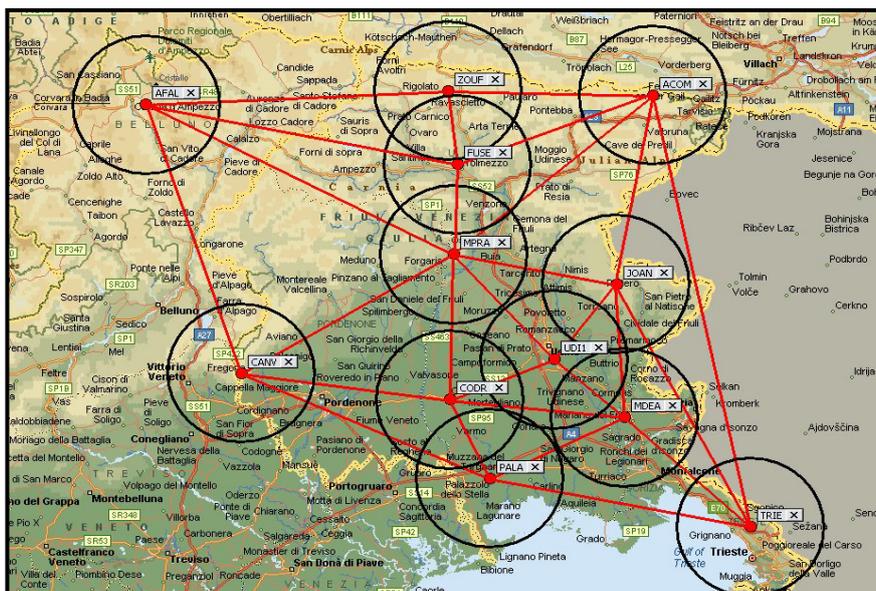


Progetto GPS-RTK: una rete GPS per il posizionamento in tempo reale nel Friuli-Venezia Giulia

Relazione scientifica del primo anno (Fase 1)

Codice Progetto: 200501640001

Contributi concessi ai sensi dell'art.11 della LR 11/2003 e dell'art. 7 del "Regolamento per la concessione di contributi per la realizzazione di progetti di ricerca scientifica e applicata e di iniziative di trasferimento e di diffusione dei risultati della ricerca" emanato con D.P.Reg. n. 0324/Pres. del 08/10/2004.



Responsabile del progetto: Dr. E. Priolo

Rapporto redatto da: D. Zuliani, E. Priolo, F. Palmieri e P. Fabris

Il Direttore del Dipartimento CRS: Dr. E. Priolo

Emico Priolo



Indice

Scheda introduttiva	p. 2
1. La rete GPS per il posizionamento in tempo reale	p. 5
2. Il sistema informatico per il posizionamento in tempo reale	p. 14
3. Il portale web per la distribuzione dei prodotti	p. 15
4. Le reti locali GPS per lo studio delle deformazioni crostali	p. 17
5. Primi test di funzionamento del servizio di correzione differenziale in tempo reale	p. 22
6. Risultati scientifici del primo anno di progetto	p. 24
7. Diffusione dei risultati	p. 26

ALLEGATI:

- Documenti relativi alle collaborazioni scientifiche
 - Prof. Michael Bevis, Ohio State University
 - Prof. Mark Murray, precedentemente Berkeley Seismological Laboratory, California University, attualmente New Mexico Institute of Mining and Technology
 - Prof. Riccardo Barzaghi, Politecnico di Milano
 - Prof. Bruno Della Vedova, Università di Trieste
 - Prof. Maurizio Battaglia, precedentemente Göttingen Universität, attualmente Università di Roma “La Sapienza”

- Pieghevole del congresso GPS-RTK, Udine, 3 ottobre 2007

Progetto GPS-RTK: una rete GPS per il posizionamento in tempo reale nel Friuli-Venezia Giulia

Codice Progetto: 200501640001

Scheda introduttiva

Soggetto proponente:

Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - OGS, Dipartimento Centro di Ricerche Sismologiche - CRS (Udine).

Responsabile del progetto:

Dott. Enrico Priolo

Personale OGS impiegato:

Ing. David Zuliani, Dr. Francesco Palmieri, sig. Paolo Fabris, sig. Paolo Bernardi, p.i. Giorgio Duri, p.i. Fausto Ponton, dr. Paolo Di Bartolomeo.

Collaboratori scientifici:

- Prof. Bruno Della Vedova, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale – Università degli Studi di Trieste;
- Prof. Riccardo Barzaghi, Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture Viarie e del Rilevamento - Politecnico di Milano;
- Prof. Mike Bevis, Civil & Environmental Engineering & Geodetic Science – Ohio State University (USA);
- Prof. Mark Murray, Berkeley Seismological Laboratory – University of California Berkeley (USA);
- Prof. Maurizio Battaglia, Department of Structural Geology & Geodynamics - Universität Göttingen (Germania).

Sommario:

Il “Progetto GPS-RTK: una rete per il posizionamento in tempo reale nel Friuli Venezia Giulia”, codice n° 200501640001, risultato finanziabile dalla Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, ai sensi dell’Art. 11 della L.R. 11/2003 e del D.P. Reg. n. 0324/Pres. del 8/10/2004, con un contributo pari a € 257.324,00, nota prot. N. 6800/313 dd 24.03.2006 della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, si articola in tre fasi (tre anni) e si prefigge il duplice obiettivo di 1) realizzare una infrastruttura, basata su una rete di stazioni permanenti GPS, per il posizionamento di alta precisione in tempo reale e 2) di svolgere una attività di ricerca volta a migliorare il modello geodinamico dell’area regionale.

A regime, l’infrastruttura sarà composta da una rete di stazioni GPS permanenti collocate nel Friuli-Venezia Giulia, un centro di analisi, controllo e distribuzione di dati, e un servizio di posizionamento di precisione in tempo reale tramite interrogazione di un server remoto.

Questa relazione tecnico-scientifica descrive gli obiettivi proposti e raggiunti riguardanti la prima fase del progetto che interessa il periodo 01.09.2006 – 31.08.2007, e relativa proroga concessa fino al 10/10/2007 con nota della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia n°12718/3.13 del 01/06/2007.

Come si evince dal seguito della relazione, è stato completato tutto il programma di attività previste e sono stati raggiunti tutti gli obiettivi prefissati che si possono riassumere nei seguenti punti:

- completamento della rete permanente GPS e dell'infrastruttura di trasmissione dati;
- realizzazione del sistema informatico per il servizio di correzione differenziale basato su stazione singola in tempo reale;
- realizzazione del portale web per la distribuzione dei dati GPS e la descrizione della rete e del sistema connesso;
- monumentazione di una rete per misure GPS periodiche ed effettuazione della prima campagna di misurazione;
- attività di ricerca scientifica in campo geodinamico;
- diffusione dei risultati del progetto attraverso un convegno.

Obiettivi proposti (Fase 1):

1. Acquisizione di 4 stazioni fisse complete (ricevitore, antenna, sistema di alimentazione/protezione e apparato di trasmissione dati);
2. scelta dei siti per le 4 stazioni permanenti aggiuntive, tali da garantire una copertura omogenea del territorio;
3. installazione, monumentazione e messa in opera delle 4 stazioni permanenti, e loro integrazione all'interno della rete *FReDNet*;
4. ottimizzazione del sistema di trasmissione già esistente con l'acquisizione e l'installazione di 2 nuovi dispositivi WiFi per le stazioni di MDEA e CANV;
5. acquisto e installazione del supporto informatico (PC e software "REAL-TIME GNSS", gratuito) che permetterà il collaudo del sistema di localizzazione precisa e la fornitura del servizio di restituzione della correzione differenziale via Internet (RTK standard);
6. acquisizione di 5 ricevitori GPS (antenna + ricevitore + gsm) da utilizzarsi per i rilievi su reti non permanenti nelle aree A e B;
7. georeferenziazione delle stazioni GPS permanenti nella "rete geodetica IGM95" mediante opportune campagne di misura;
8. scelta dei siti per le campagne GPS nelle aree A e B (Fig.17);

Obiettivi raggiunti (Fase 1)

1. Sono state acquistate 4 stazioni costituite da:
 - a. ricevitore Topcon GB-1000;
 - b. antenna GPS Ashtech tipo choke ring;
 - c. sistema di alimentazione/protezione e quadro elettrico;
 - d. apparato di trasmissione dati, modello WiLan.
2. Sono stati individuati i seguenti 4 siti per le 4 stazioni permanenti aggiuntive:
 - a. CODR, Codroipo (UD), presso la scuola media G. Bianchi;
 - b. JOAN, M.te Joanaz, Torreano di Cividale (UD);
 - c. FUSE, Fusea, Tolmezzo (UD);

d. PAZO, Palazzolo dello Stella (UD), presso Casali Isola Augusta.

Per ognuno di questi siti sono stati acquisiti tutti i permessi comunali e regionali per le relative installazioni;

3. Sono state installate e messe in opera le stazioni di CODR, JOAN, FUSE. Tali siti sono ora integrati all'interno della preesistente rete *FReDNet* (Fig.1). La stazione GPS di PAZO è stata monumentata secondo i criteri adottati dalla Ohio State University per siti su terreni alluvionali. E' in corso di ultimazione la realizzazione dell'infrastruttura di comunicazione radio.
4. Sono stati acquistati 2 nuovi dispositivi WiFi per le stazioni di MDEA e CANV; il sito di MDEA è stato messo in linea con il nuovo apparato per la trasmissione dati, il sito di CANV è in corso d'opera.
5. E' stato acquistato e installato il supporto informatico (PC e software "REAL-TIME GNNS", versione a pagamento). E' stato messo in linea il servizio RTK standard di restituzione della correzione differenziale via Internet;
6. Sono stati acquistati 5 ricevitori GPS Topcon completi di antenna geodetica, ricevitore GPS GB-1000, treppiede, basamento con piombo ottico, e modem *gsm wavecom* per i rilievi su reti non permanenti nelle aree A e B (Fig. 17);
7. E' stata fatta la georeferenziazione delle stazioni GPS permanenti nella "rete geodetica IGM95" mediante opportune tecniche di elaborazione, è in previsione la campagna di acquisizione per la verifica finale dei risultati;
8. Sono stati identificati, monumentati e misurati i siti appartenenti all'area A (Fig.21). E' in fase di ultimazione l'identificazione dei punti dell'area B.
9. Organizzazione di un convegno per la diffusione dei risultati ottenuti nel corso del primo anno di attività.

In aggiunta agli obiettivi previsti si è effettuato l'aggiornamento di tutti gli 8 ricevitori GPS della rete pre-esistente *FReDNet*, sostituendoli con strumentazione più adeguata agli attuali sviluppi tecnologici.

1. La rete GPS per il posizionamento in tempo reale

A conclusione della prima fase del progetto l'infrastruttura tecnologica realizzata (rete *FReDNet*) si compone di 12 stazioni GNSS (GPS+GLONASS) (Fig. 1).

I nuovi siti della rete sono stati scelti in coordinamento con il Servizio per il Sistema Informativo Territoriale e la Cartografia (SIT) della Regione FVG, in modo che la rete *FReDNet* e la rete GPS regionale (la cui configurazione finale sarà di 10 stazioni) potessero offrire congiuntamente la migliore copertura del territorio regionale per la correzione differenziale da stazione singola attraverso le reti *FReDNet* dell'OGS. In Fig. 2 è rappresentata la mappa complessiva delle due reti.

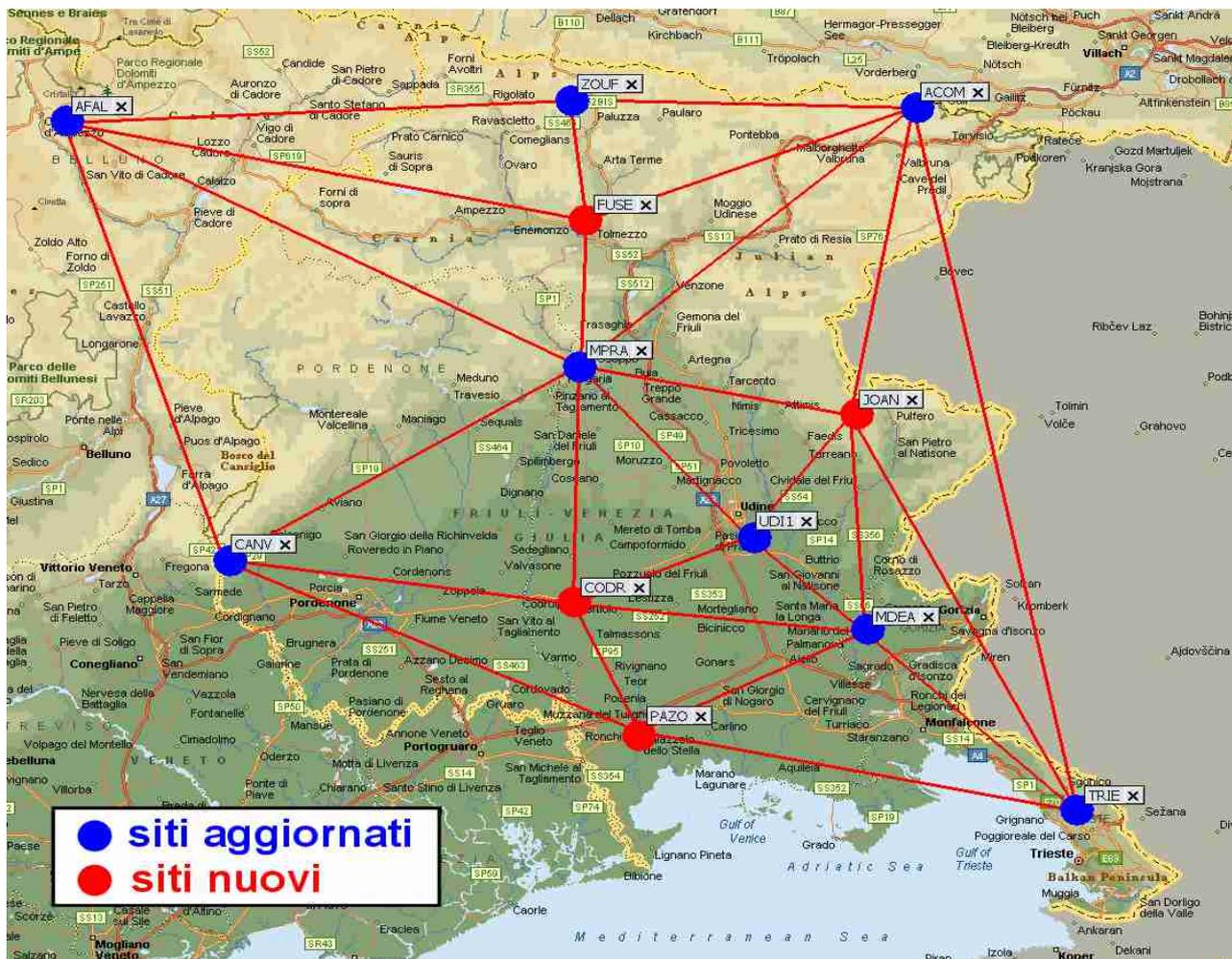


Fig. 1: schema della rete GPS realizzata. I cerchi blu rappresentano i siti della rete *FReDNet* che sono stati aggiornati con nuova strumentazione GPS e con nuovi apparati radio per la trasmissione dei dati. I cerchi rossi sono invece siti permanenti realizzati ex-novo.

La strumentazione GNSS utilizzata è in accordo con i più moderni sviluppi tecnologici ed è composta da:

- ricevitore (Fig. 3) doppia frequenza L1, L2 GPS+GLONASS a 40 canali modello Topcon GB-1000¹, caratterizzato da:
 - o 3 porte seriali;

¹ http://www.geotop.it/gps_GNSS_topo_geo_gb_1000.htm

- 1 porta ethernet (10Mb);
- una porta USB 2.0;
- display grafico interno;
- campionamento massimo 20Hz;
- basso consumo 3.8W;
- duplice modalità di funzionamento: *Master e Rover*;
- memoria interna 1GB;
- memoria esterna su CF da 1GB;
- protocolli di uscita dati real time: RTK RTCM SC104 ver 3.xx, CMR2, CMR+, NMEA 0183, JPS, TPS;
- peso ridotto: 1.2Kg batterie interne incluse;
- antenna Choke Ring (Fig. 4) doppia doppia frequenza (L1+L2) e doppia costellazione (GPS+GLONASS) modello Ashtech² ASH701945E_M;
- cupola³ protettiva (Fig. 5) in PVC realizzata dal consorzio americano USGS all'interno del progetto SCIGN, per proteggere l'antenna GPS sia dalle intemperie che da atti vandalici .



Fig. 2: mappa complessiva della rete FREDNet (pallini rossi) e della rete del SIT della Regione FVG (quadrati blu).

² <http://pro.magellangps.com/en/products/product.asp?PRODID=163>

³ <http://pasadena.wr.usgs.gov/scign/group/dome/adaptor.html>



Fig. 3: Ricevitore Topcon GB-1000.



Fig. 4: antenna Ashtech di tipo Choke Ring.



Fig. 5: cupola protettiva per l'antenna Choke Ring.

Quasi tutti i siti (PAZO in ultimazione, e CANV collegata con tecnologia GPRS/EDGE) sono collegati in tempo reale al centro di acquisizione del CRS di Udine con trasmissione radio a larga banda (2Mb/s con tecnologia Hyperlan WiFi su frequenze libere a 2.4GHz e 5.4GHz) e su protocollo TCP/IP. L'infrastruttura radio Fig. 6, è realizzata con diversi modelli:

- Afar
- WiLan,
- Alvarion,
- Tsunami,
- Chronolink.

L'eterogeneità dei modelli è stata necessaria per adeguarsi al rapido cambiamento della tecnologia in questo ambito.

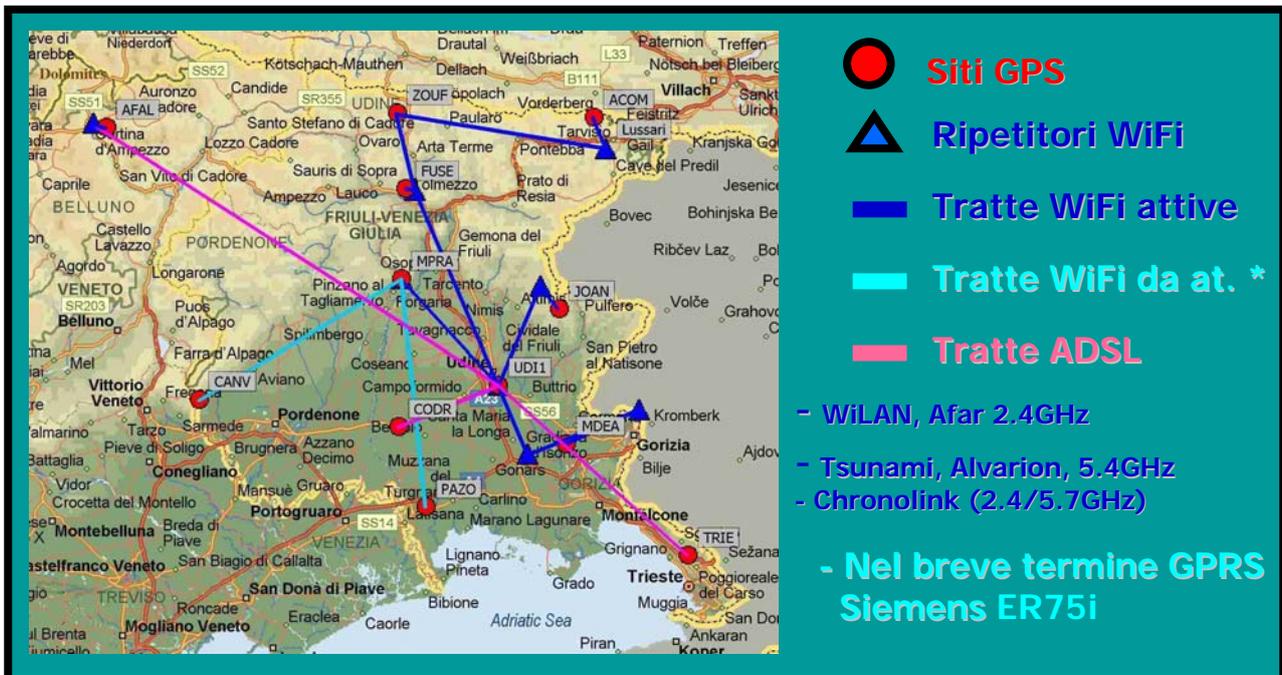


Fig. 6: schema dei collegamenti di rete di tutti i siti permanenti della rete GPS *FReDNet*. Le uniche tratte ADSL standard sono quelle che collegano le sedi d'Istituto di Udine e Trieste e la tratte verso i Comuni di Cortina e Codroipo. Le rimanenti tratte sono tutte a carattere radio (WiFi e GPRS/EDGE i modelli sono indicati in figura).

Infine, le uniche tratte HDSL/ADSL standard sono quelle che collegano le sedi d'Istituto di Udine e Trieste e la tratte verso i Comuni di Cortina e Codroipo. Nell'ambito del presente progetto sono state quindi aggiornate e installate le linee su tutti i 12 siti della rete *FReDNet*, per permettere l'accesso in tempo reale ai dati dei siti remoti, caratteristica di fondamentale importanza per l'instaurazione del servizio.

Nelle Fig. 10-Fig. 13 sono riportate le illustrazioni relative ad un impianto tipico di sito permanente GPS (le prime due foto si riferiscono alla stazione di FUSE le altre due rispettivamente al sito di JOAN e a quello di MPRA). In Fig. 14 sono raffigurate le 12 stazioni della rete *FReDNet* (CODR, JOAN, FUSE, PAZO sono state installate nell'ambito del presente progetto).

Poiché la rete *FReDNet* è nata con scopi scientifici di monitoraggio di deformazione crostale i suoi siti sono in gran parte realizzati su solidi affioramenti rocciosi secondo criteri specifici che assicurano la stabilità dell'intero sistema. Dato che, per il servizio proposto, è stato necessario addensare la rete anche con siti non su roccia, si distinguono tre tipologie d'installazione:

- su roccia;
- su terreni sciolti;
- su edificio.

La **monumentazione su roccia** (Fig. 7), fondamentale per gli studi di geodinamica, si realizza grazie ad un perfetto accoppiamento tra il sensore GPS (cioè l'antenna) e la roccia affiorante. L'accoppiamento avviene tramite un palo in acciaio che, da una parte, penetra nella roccia per 20-30cm e dall'altra sostiene l'antenna GPS. Infine, un monumento in cemento armato, che avvolge il palo, offre stabilità ed inerzia termica alla struttura finale. Il cemento per questo scopo è di tipo speciale ad elevata espansione. Ogni monumento è poi dipinto con una speciale miscela trasparente che protegge il cemento dalla pioggia e dai raggi solari e che quindi allunga la vita del monumento stesso.



Fig. 7: da sinistra a destra i vari passaggi per la monumentazione su roccia. Nella foto di sinistra in alto un dettaglio sull'accoppiamento del palo in acciaio con lo strato di roccia affiorante. A destra in alto il getto della monumento in cemento (colonna alta 1m e diametro 35cm). Nella foto al centro l'operazione finale di accoppiamento dell'antenna al palo in acciaio e la copertura dell'antenna con una cupola protettiva.

La **monumentazione su terreni sciolti**, se finalizzata a studi di geodinamica, richiede l'adozione di particolari specifiche tecniche ben collaudate. La soluzione di riferimento universalmente riconosciuta dalla comunità scientifica —il *deep-drilled monument* progettato dal consorzio americano UNAVCO— è estremamente costosa (circa 15-20.000 US\$), in quanto comporta l'inserimento nel suolo di pali in acciaio lunghi circa 15m attraverso perforazione.

In collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell' Università degli Studi di Trieste e il Civil & Environmental Engineering & Geodetic Science – Ohio State University (USA) è stata realizzata la stazione di test di PAZO utilizzando una metodologia di materializzazione più economica ma ugualmente performante su terreni alluvionali sviluppata dal Prof. Mike Bevis. Il prof. Bevis, presidente della 3° commissione (Earth Rotation and Geodynamics) del International Agency of Geodesy, vanta un'esperienza di centinaia di installazioni effettuate nel corso di almeno 20 anni nelle aree dell'Oceano Pacifico sud-occidentale, Sud-America, Antartide, Bacino delle Amazzoni, St. Andreas fault, USA, Groenlandia. Il monumento portante di tale struttura è costituito da tre barre in acciaio di diametro di 32mm e di lunghezza 4m. Tali barre sono infisse nel terreno con magli realizzati all'uopo. Ogni palo è inclinato di 60° rispetto al terreno ed è conficcato fino a 3 m circa di profondità. I tre pali spuntano dal terreno per circa 1m e sono saldati in cima fra di loro su di un disco anch'esso in acciaio di circa 30 cm di diametro. Sullo stesso disco è poi saldata una barra centrale (in acciaio di diametro 32 mm) su cui è fissato il palo in INOX (da 1/4") su cui andrà avvitata l'antenna GPS. Il supporto è infine irrobustito con ulteriori barre in acciaio (diametro 32 mm) che collegano alla base i tre pali che escono dal terreno e la barra centrale (Fig. 8).



Fig. 8: esecuzione di una monumentazione su terreni sciolti. A sinistra la prima fase di fissaggio delle barre in acciaio, al centro la saldatura sul disco centrale e destra il monumento realizzato.

Fig. 9 sono riportate le **monumentazioni su edificio**. In tali installazioni il palo in INOX, a sostegno dell'antenna GPS, può essere fissato all'edificio in due modi:

- il palo è bloccato alla parete dell'edificio con delle apposite staffe (TRIE e CODR);
- il palo è inghisato nella struttura dell'edificio (UDI1).

Per ridurre al minimo gli effetti dell'edificio (ad esempio la dilatazione termica stagionale) sulle misure del GPS sono stati seguiti questi criteri:

- l'edificio deve avere una struttura stabile e quindi di costruzione recente. Sono state scelte strutture relativamente recenti (15/20 anni) poiché gli edifici di recente realizzazione (2/3 anni) possono ancora presentare processi di assestamento.
- l'edificio deve avere un'altezza limitata per evitare che oscillazioni meccaniche indotte (es. pressione del vento) possano determinare ondeggiamenti che rappresenterebbero un segnale indesiderato nelle misure di spostamento della superficie.
- la monumentazione deve essere effettuata sulle parti adiacenti agli spigoli dei muri o alle colonne portanti più solide, evitando ad esempio l'utilizzo dei comignoli delle case.



Fig. 9: le stazioni di Trieste (TRIE), Codroipo (CODR) e Udine (UDI1) sono realizzate su edifici.

In tutti i siti, al monumento è affiancato un impianto che comprende:

- un quadro elettrico (Fig. 10) che contiene: il ricevitore GPS, l'apparato radio per la trasmissione dei dati, il regolatore di tensione per i pannelli fotovoltaici (o per il generatore eolico) e le batterie di backup, lo switch di rete per il collegamento tra l'apparato radio e il ricevitore GPS, un modem gsm, un decodificatore di toni, uno scaricatore di protezione sul cavo dell'antenna GPS, uno scaricatore/iniettore di tensione sulla linea tra il ricevitore GPS e lo switch di rete. Il quadro è contenuto in un apposito armadio in PVC se l'installazione è fatta in interni (es., uffici) e in acciaio INOX se è fatta all'aperto;

- un sistema di alimentazione (Fig. 11). Se si è ospiti di enti pubblici o privati ci si allaccia alla loro linea ENEL. Per i siti più remoti l'alimentazione è realizzata tramite pannelli fotovoltaici o generatori eolici. Ad essi si affianca un set di batterie di backup, il tutto è studiato in modo da funzionare anche per lunghi periodi di assenza di luce solare (fino a 20 giorni a causa di cattivo tempo, neve, etc);
- una o più antenne per la comunicazione radio (Fig. 12);
- un traliccio o un palo (Fig. 11 o in Fig. 12) per il sostegno del quadro elettrico, dell'antenna ricetrasmittente e dei pannelli fotovoltaici (e o del generatore eolico).

In Tabella 1 è riportata la lista dei siti della rete *FReDNet* con indicazioni sulle principali caratteristiche di ogni stazione.

SITO	TIPOLOGIA	INSTALLAZIONE	COMUNICAZIONE
ACOM	GPS+GLONASS	Su roccia	WiFi (2MB/s)
ZOUF	GPS+GLONASS	Su roccia	WiFi (2MB/s)
ACOM	GPS+GLONASS	Su roccia	WiFi (2MB/s)
MDEA	GPS+GLONASS	Su roccia	WiFi (2MB/s)
MPRA	GPS+GLONASS	Su roccia	WiFi (2MB/s)
CANV	GPS+GLONASS	Su roccia	WiFi (2MB/s)
FUSE	GPS+GLONASS	Su roccia	WiFi (2MB/s)
JOAN	GPS+GLONASS	Su roccia	WiFi (2MB/s)
UDI1	GPS+GLONASS	Su edificio	ADSL (2MB/s)
TRIE	GPS+GLONASS	Su edificio	ADSL (2MB/s)
CODR	GPS+GLONASS	Su edificio	ADSL (4MB/s)
PAZO	GPS+GLONASS	Su terreno sciolto	GPRS/EDGE

Tabella 1: scheda riassuntiva delle caratteristiche dei 12 siti della rete GPS *FReDNet*.

In Fig. 14 sono inoltre presenti le fotografie di tutti i siti elencati.



Fig. 10: quadro elettrico contenete l'apparato radio, il ricevitore GPS, le interfacce di rete e i sistemi di alimentazione e protezione elettrica.



Fig. 11: traliccio con pannelli fotovoltaici installati. Sulla sinistra è visibile il pozzetto per le batterie di backup.



Fig. 12: particolare di un palo di sostegno con pannelli fotovoltaici e antenna trasmisiva.



Fig. 13: il monumento GPS con la cupola protettiva installata.



ACOM



ZOUF



AFAL



MDEA



MPRA



TRIE



UDII



CANV



CODR



FUSE



JOAN



PAZO

Fig. 14: Stazioni GPS permanenti appartenenti alla rete *FReDNet*. Le stazioni CODR, FUSE, JOAN, PAZO sono state materializzate nell'ambito del progetto GPS-RTK.

2. Il sistema informatico per il posizionamento in tempo reale

In questa prima fase progettuale è stata proposta e realizzata la distribuzione della correzione differenziale GPS in tempo reale da singola stazione. Questa soluzione permette all'utente finale (dotato di uno strumento GPS mobile detto *Rover*) di operare a distanze massime di 15-20 km dalla stazione permanente di *FReDNet* più vicina (detta *Master*). La distribuzione di tale correzione può comunque essere effettuata per un numero elevato di *Rover* nello stesso istante (accessi multipli contemporanei).

Ogni *Master* è in grado di fornire su una delle sue porte di comunicazione (ethernet, seriale, usb, etc.) un set di dati per la correzione differenziale (sia RTK che DGPS). Il formato di tali dati è uno standard denominato *RTCM⁴ sc104*. Questo formato è stato però studiato per comunicazioni seriali punto-punto (funziona solo con un *Master* e un *Rover*), per cui per veicolare i dati di una stessa *Master* contemporaneamente verso un numero elevato di *Rover* è necessario installare un software dedicato. I *Rover* devono poter accedere a tale dato con mezzi che sono adeguati all'attuale sviluppo tecnologico (attraverso modem GPRS/EDGE o UMTS ad esempio) e quindi su portali di facile accesso e di larga diffusione (*Internet*). Il software deve essere in grado di veicolare il dato da singola stazione (in formato *RTCM*) su un protocollo di rete adatto alla diffusione del dato su *Internet*.

È stato acquistato e installato un server di calcolo (doppio processore *dual-core*, sistema operativo, disco) e un'area di archiviazione dati esterna ad elevate prestazioni (2 TB con connessione a fibra ottica) per la raccolta dati dalle stazioni remote e la distribuzione del servizio RTK e DGPS. In particolare il servizio di correzioni differenziali avviene grazie al software *NTRIP* sviluppato dalla "Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG)" (*Federal Agency for Cartography and Geodesy*). Tale software è costituito da più moduli:

- *NTRIP Server*: è un modulo software gratuito in grado di raccogliere il dato, in formato *RTCM*, dalla *Master* e incapsularlo sul protocollo di rete *NTRIP* (basato sul protocollo HTTP/1.1. del TCP/IP). I pacchetti *NTRIP* così realizzati sono disponibili in rete sul *NTRIP server* con accessi di tipo *[indirizzo]:[porta]* tipici del protocollo TCP/IP. L'*NTRIP Server* di ogni stazione *Master* di *FReDNet* è installato sul server di calcolo della sede di dipartimento. Il server di calcolo, attraverso la rete radio, è in grado di comunicare con tutte le *Master* di *FReDNet* e quindi fornisce l'accessibilità di ogni *Master* al relativo *NTRIP Server*.
- *NTRIP Caster*: è un modulo software a pagamento che è in grado di raccogliere le correzioni da più *NTRIP Server* e distribuirle verso un numero elevato di *NTRIP Client*. Questo è il vero collettore del sistema ed è il cuore del servizio di distribuzione punto multi-punto, non attuabile con il solo protocollo *RTCM*.
- *NTRIP Client*: è un modulo software gratuito che ha il compito di recuperare il dato della stazione *Master* desiderata attraverso l'*NTRIP Caster*. L'*NTRIP Client* inoltre deve estrarre il dato *RTCM* dai pacchetti *NTRIP* e renderlo disponibile al *Rover* (nel formato originale *RTCM*) così come l'ha generato il *Master* in partenza. L'*Ntrip Client* si trova ad operare quindi a stretto contatto con il *Rover*, per questo motivo deve essere integrato nel firmware del ricevitore o almeno deve essere possibile installarlo su un supporto hardware (computer portatile, palmare, cellulare evoluto) collegabile al *Rover* tramite una delle sue porte (seriali ethernet, usb, etc). È evidente che il *Rover* o il supporto hardware cui esso è connesso deve

⁴ Radio Technical Commission for Maritime Service.

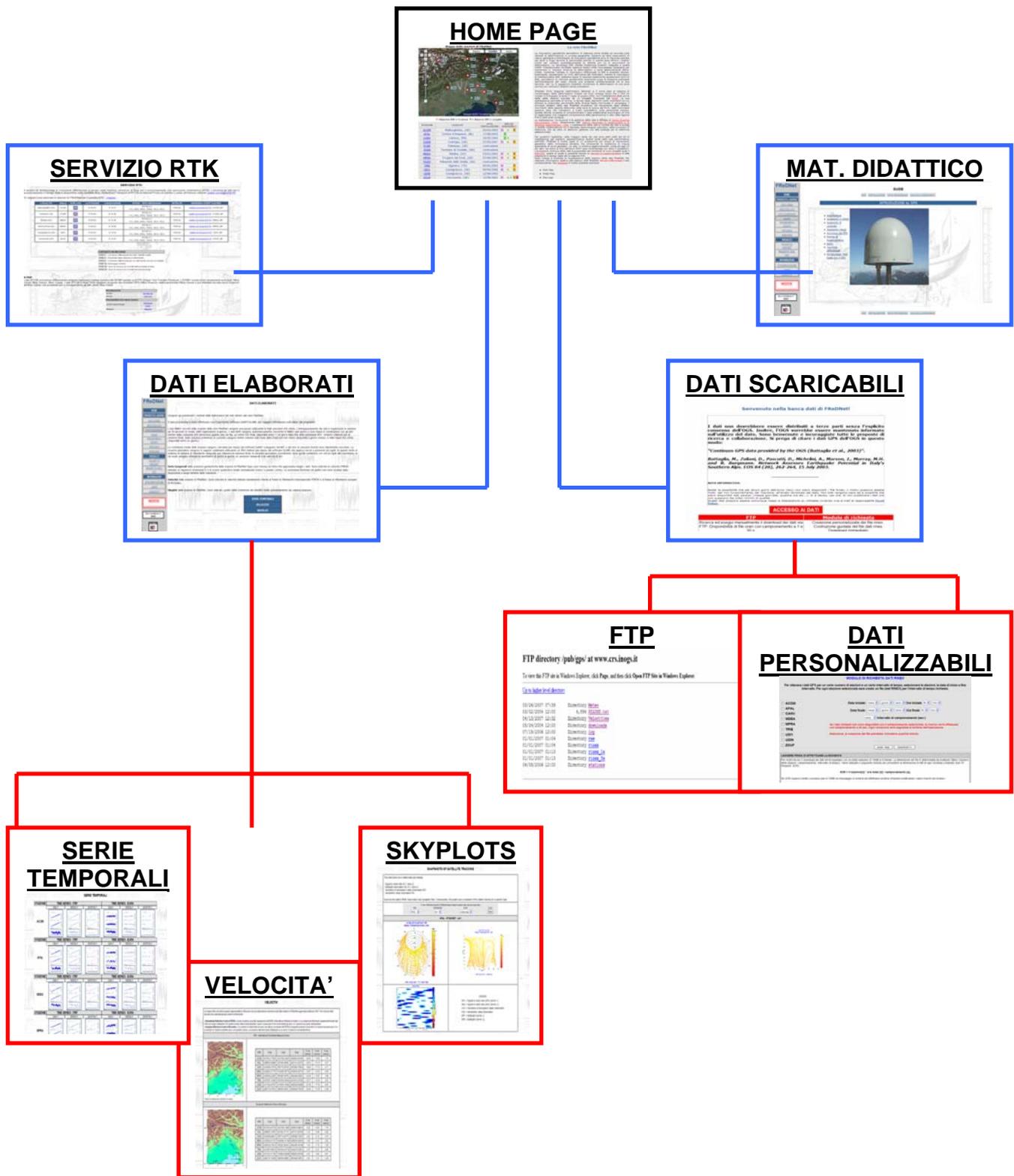


Fig. 16: topologia descrittiva delle portale web. Ogni riquadro rappresenta una pagina web accessibile da chiunque in maniera gratuita.

4. Le reti locali GPS per lo studio delle deformazioni crostali

L'obiettivo di natura scientifica del progetto consiste nel monitoraggio e nello studio dei processi tettonici sia a carattere regionale, basandosi sui dati della rete *FReDNet*, sia a carattere più locale mediante l'istituzione di una serie di reti soggette a misure periodiche. A tale scopo sono state identificate due aree della Regione FVG che presentano caratteristiche tettoniche diverse. Le due aree sono localizzabili nella zona centrale alpina (area A) e occidentale pedemontana (area B) del Friuli e comprendono rispettivamente la città di Tolmezzo e il M. Sernio, e le città di Maniago, Ragogna e Tramonti. L'area A è considerata come soggetta a maggior incremento di stress ed evidenzia un'elevata attività sismica di fondo. L'area B, si sovrappone al segmento sismogenico Maniago-Ragogna-Sequals (segmento 6 di Fig. 17) e viene da alcuni considerata come area di possibile lacuna (*gap*) sismica dotata di elevato potenziale sismogenico.

L'attività svolta durante il primo anno di progetto si è concentrata nell'area A, dove sono stati identificati e monumentati 20 punti (Fig. 21).

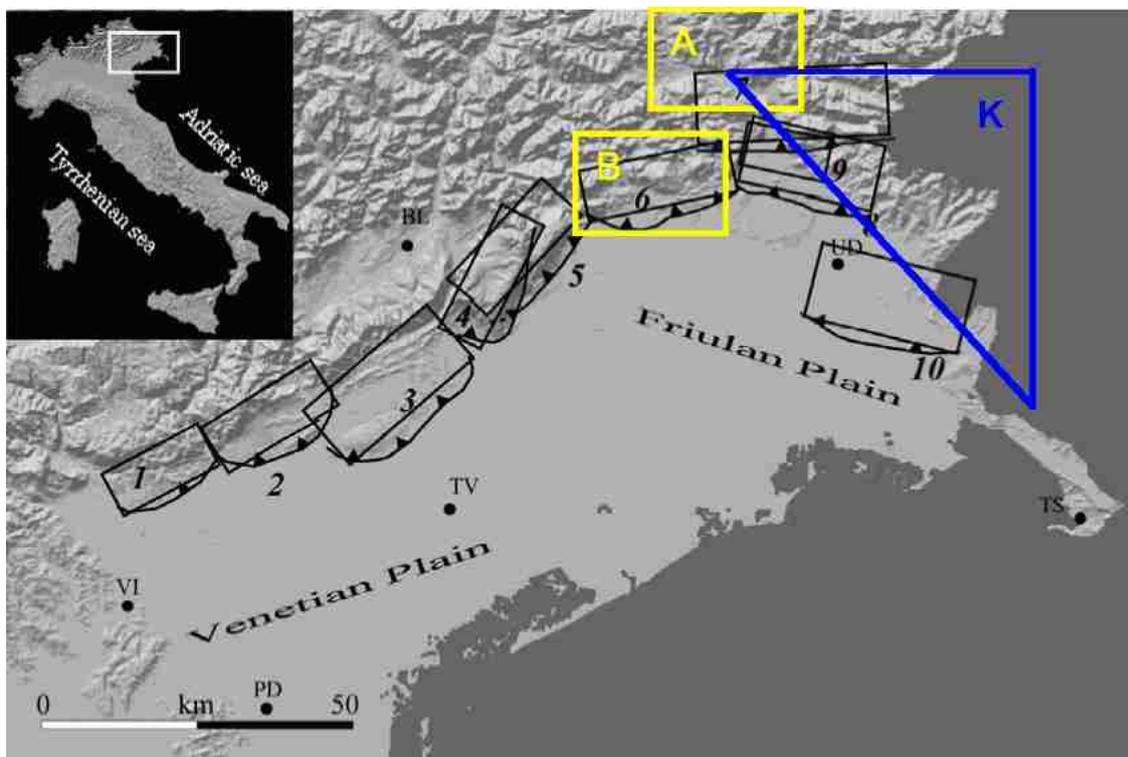


Fig. 17: Zone interessate dalle reti a carattere locale per campagne di misure periodiche. Si evidenziano l'area A (in giallo) del progetto GPS-RTK e l'area K (in blu) del progetto Alps-GPS Quake Net. Figura modificata da Galadini et al. (2005)⁵.

Per rendere il dato geodetico acquisito indipendente dalle caratteristiche del manufatto e quindi soggetto ai soli movimenti geodinamici dell'area, i capisaldi della rete locale sono stati materializzati su affioramenti rocciosi. La monumentazione è stata realizzata tramite capisaldi di acciaio INOX. La testa del caposaldo è di 35mm e riporta sul dorso un'intaccatura centrale per il posizionamento di un'asta di misura, la sigla di Dipartimento (CRS), la sigla del tipo di misure (GPS) e la sigla d'Istituto (OGS). Il gambo è a vite con diametro di 10 mm ed è lungo 130 mm.

⁵ Galadini, F., Poli, M.E., and Zanferrari, A., 2005. Seismogenic sources potentially responsible for earthquakes with $M \geq 6$ in the eastern Southern Alps (Thiene-Udine sector, NE Italy). *Geophys. J. Int.*, 161, 739-762.

Per l'installazione si realizza un foro nella roccia dove infilare completamente il gambo del caposaldo; per realizzare un perfetto accoppiamento caposaldo-roccia, si effettua anche una svasatura circolare all'ingresso del foro di diametro 35mm e profonda 6mm circa. Il caposaldo è infine fissato alla roccia con colla speciale bicomponente.

Su questa rete è stata effettuata una prima campagna di misurazione. In fase di acquisizione (Fig. 20), quotidianamente sono stati contemporaneamente misurati 4 capisaldi e ognuno di essi è stato occupato perlomeno due volte in giornate diverse. In questa maniera si è ottenuta una rete fortemente strutturata poiché ogni caposaldo è stato collegato sia alle stazioni permanenti sia a quattro stazioni della rete locale. Ogni sessione di misura ha avuto una durata di 8 ore ed il passo di campionamento del segnale è stato di 30 secondi.



Fig. 18: operazione di foratura con trapano tassellatore a batteria.



Fig. 19: il caposaldo è infilato nel foro e fissato alla roccia con colla bicomponente.



Fig. 20: fase di acquisizione dati GPS durante una campagna periodica. L'antenna dello strumento in figura deve essere coassiale con il centrino a terra. La centratura è eseguita tramite la strumentazione ottica posta sulla testa del cavalletto.

L'elaborazione dei dati è tuttora in corso ed è effettuata parallelamente e indipendentemente dal personale del CRS (Ing. Zuliani, dr. Palmieri, sig. Fabris), dal Prof. Murray (Dept of Earth & Environmental Science New Mexico Tech) e dal Prof. Battaglia.(Università di Roma "La

Sapienza”). In questa fase, si stanno anche apportando migliorie al software utilizzato (Gamit-Globk, sviluppato dal Department of Earth Atmosphere and Planetary Sciences del Massachusetts Institute of Technology, USA) per adeguarlo alle esigenze e alle problematiche legate alle modalità di acquisizione dati su reti GPS a carattere locale per campagne di misura periodiche.

Durante il progetto è stata avviata una collaborazione con il progetto europeo Alps GPS-Quaknet (<http://www.alps-gps.units.it>) che è consistita, in questa prima fase, in uno scambio di informazioni e conoscenze e nel coordinare alcune attività future. In questo senso si è concordato di procedere ad effettuare congiuntamente le campagne di misurazione periodica nelle rispettive aree studio: area A per il progetto GPS-RTK, area K per il progetto Alps-GPS Quake Net (Fig. 17) e a monumentare ulteriori capisaldi di rete locale per connettere meglio le due aree. L'area K benché di copertura maggiore è monumentata, rispetto all'area A, con un numero minore di capisaldi.

Infine in Fig. 22 e in Fig. 23 è riportato un esempio di monografia di una stazione GPS appartenente alla rete non permanente (area A).



Fig. 21: Ubicazione delle stazioni GPS nell'Area A.
■ Stazioni soggette a campagne periodiche.
■ Stazioni permanenti appartenenti alla Rete *FReDNet*.

Monografia Forca Pizzul	
Codice punto	PIZ1
Ubicazione	Comune di Paularo (UD) - Località Casera Pizzul
Data installazione	Giugno 2006
Coordinate	Lat. 46° 32' 51.0" Lon. 13° 09' 56.6"
Quota	1530 m
Cartografia disponibile	Mappa Tabacco (1:25000) n°18
<p>Giunti a Paularo, girare alla prima svolta sulla destra in direzione “Al magazzino Gloria” (cartello rosso) o anche verso Ravinis; seguire la “Via M.te Pizzul” e proseguire verso l’agriturismo Pizzul, poco prima di questi, c’è un cartello sulla destra con l’indicazione “Forca Pizzul”, seguire l’indicazione e dopo circa 100m si arriva al caposaldo (vedi foto).</p>	
1 di 2	

Fig. 22: Esempio di monografia di punti GPS (pagina 1 di 2). Queste schede sono disponibili sul sito web del progetto.

Monografia Forca Pizzul	
Codice punto	PIZ1
Ubicazione	Comune di Paularo (UD) - Località Casera Pizzul
Data installazione	Giugno 2006
Coordinate	Lat. 46° 32' 51.0" Lon. 13° 09' 56.6"
Quota	1530 m
	
	
	
2 di 2	

Fig. 23: Come Fig. 22, ma pagina 2 di 2.

5. Primi test di funzionamento del servizio di correzione differenziale in tempo reale

Il Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture Viarie e del Rilevamento - Politecnico di Milano ha realizzato i primi test sul funzionamento del servizio di posizionamento in tempo reale. Il test è stato condotto posizionando alcuni Rover su un insieme di punti appartenenti alla rete di capisaldi IGM95 (dell'Istituto Geografico Militare IGM) e quindi noti attraverso monografie ufficiali. In Fig. 24 e Tabella 2 sono rispettivamente mostrati la mappa e i siti del rilievo effettuato. Il rilievo del Rover su tali punti è stato realizzato utilizzando le correzioni della stazione permanente (Master) di FReDNet più vicina. Il confronto tra la posizione del rilievo così realizzato e le coordinate fornite dalle monografie ha messo in evidenza differenze dell'ordine del centimetro (sia per le coordinate planimetriche che per la quota), in linea con l'accuratezza dichiarata nella fase di proposta progettuale. I risultati del test sono mostrati nelle Fig. 25-Fig. 27.

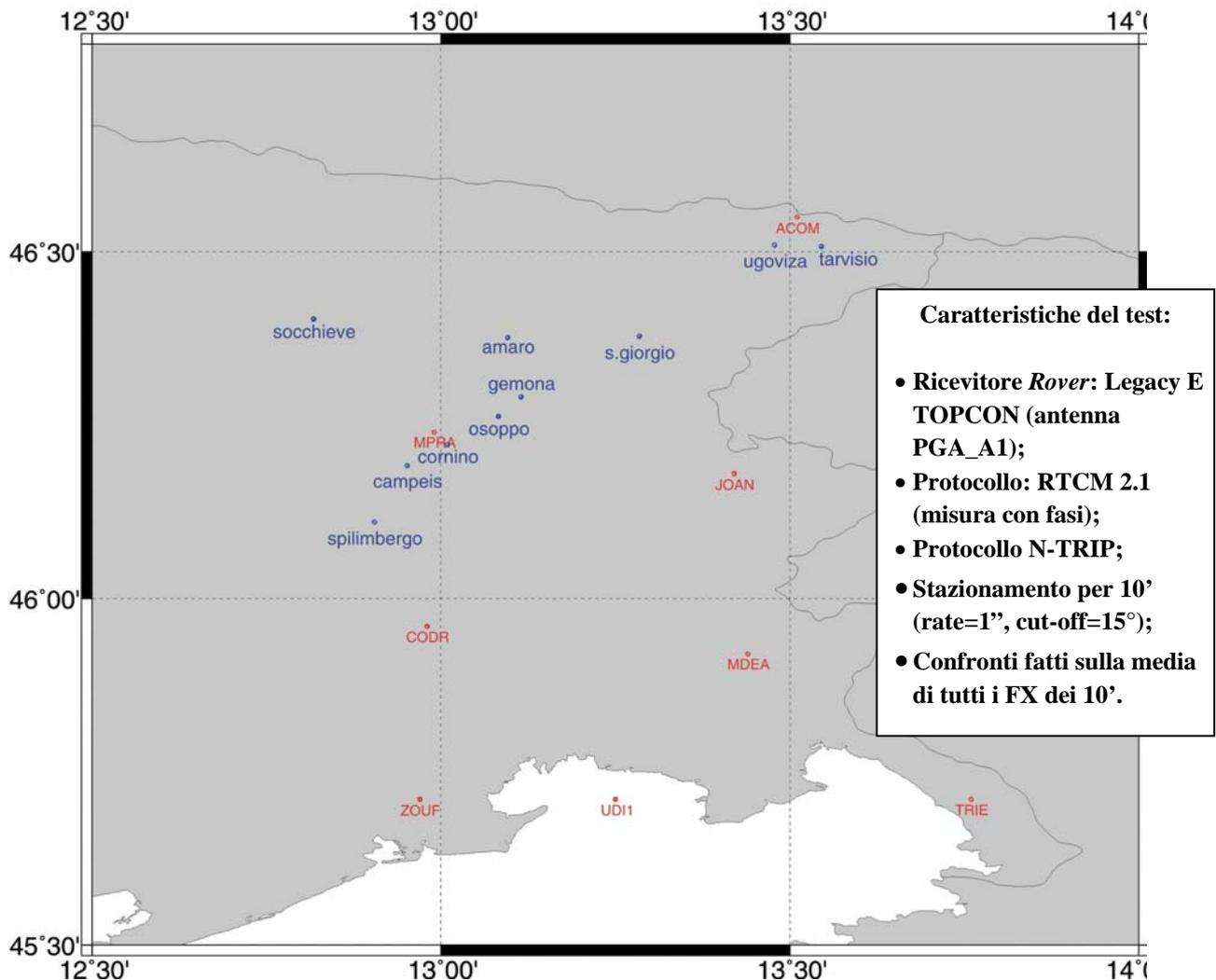


Fig. 24: mappa dei siti utilizzati per il test sul servizio RTK. In rosso i siti della rete FReDNet in blu i punti della rete IGM95. A lato sono riportati i dettagli sul tipo di test effettuato.

Sito IGM95	Staz. Rif.	Dist(km)	Tempo FX(“)	% ST	% FL	% FX
<i>Amaro</i>	MPRA	17,2	16	2,8	0,5	96,7
<i>Amaro2</i>	MPRA	17,2	44	80,0	1,0	19,0
<i>Campeis</i>	MPRA	6,1	39	8,5	0,7	90,8
<i>Cornino</i>	MPRA	2,5	53	10,6	0,7	88,7
<i>Gemona</i>	MPRA	11,1	65	11,1	1,2	87,7
<i>Osoppo</i>	MPRA	7,5	51	7,8	0,3	91,8
<i>S. Giorgio</i>	ACOM	26	527	7,0	81,4	11,6
<i>Socchieve</i>	ZOUF	21	mai	4,3	95,7	0,0
<i>Spilimbergo</i>	MPRA	15,8	67	12,1	1,0	86,9
<i>Spilimbergo2</i>	MPRA	15,8	17	1,5	0,7	97,8
<i>Tarvisio</i>	ACOM	5,4	70	12,6	0,7	86,7
<i>Ugovizza 1</i>	ACOM	5,1	14	1,3	0,2	98,5
<i>Ugovizza 2</i>	ZOUF	39,4	mai	12,3	87,7	0,0

Tabella 2: lista dei siti utilizzati nel test.

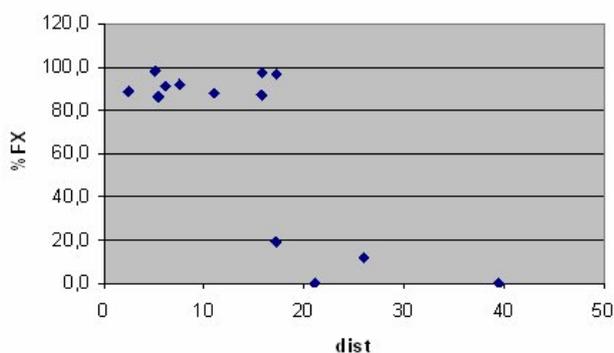


Fig. 25: grafico che rappresenta la percentuale di misure corrette fatte dal Rover rispetto alla distanza dal Master. Si evidenzia il degrado di prestazione per distanze superiori ai 20Km.

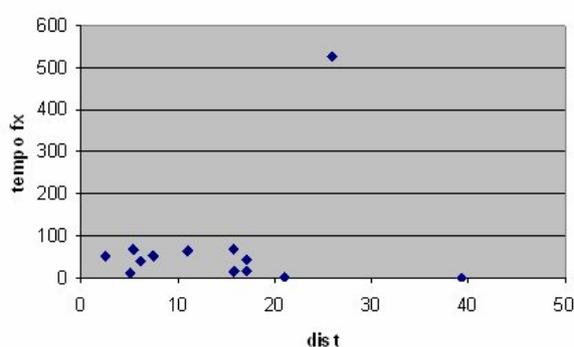


Fig. 26: grafico che rappresenta i tempi di misura impiegati dal Rover in base alla distanza dal Master. Per distanze non superiori ai 20Km il Rover impiega meno di 100s per il corretto rilievo del punto.

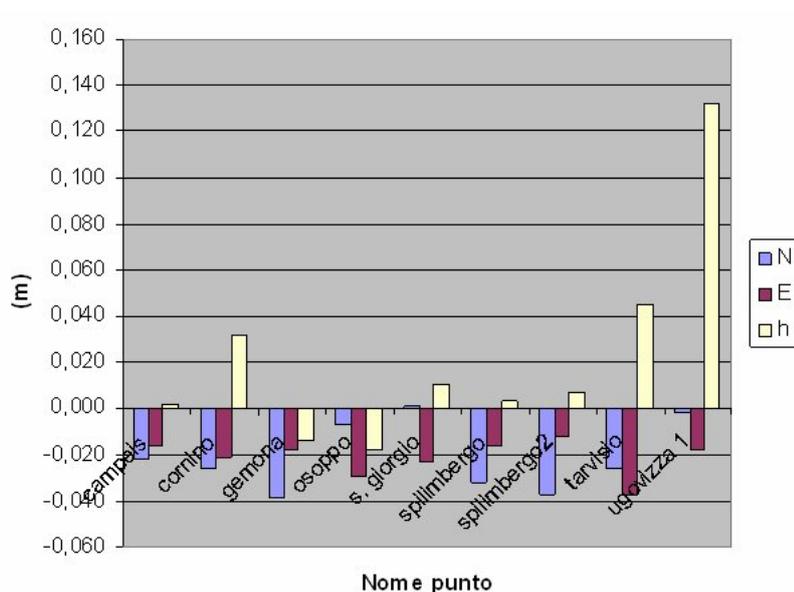
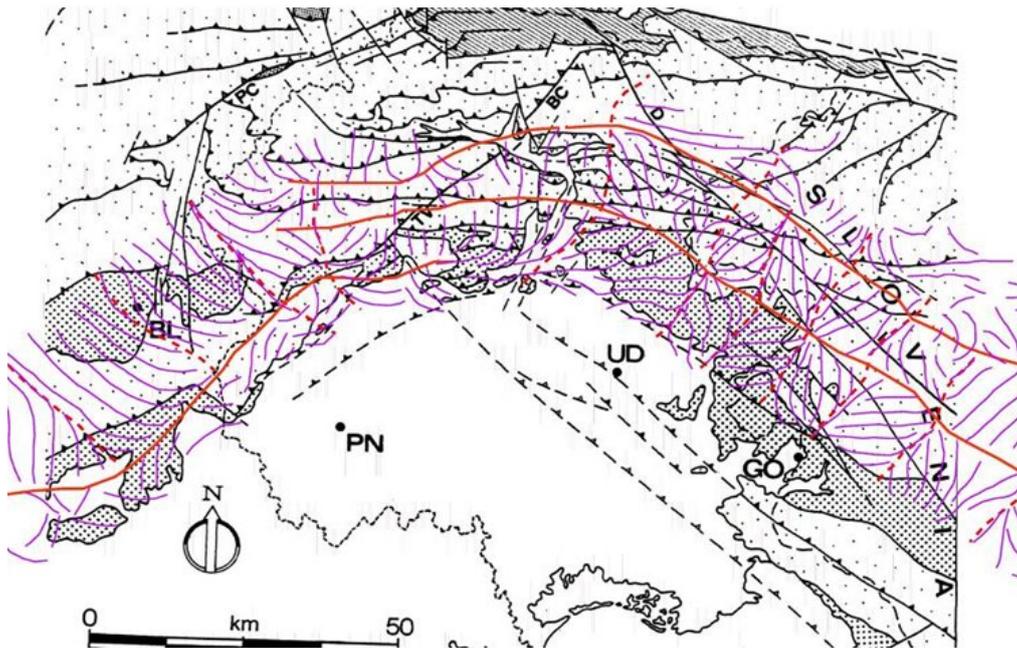


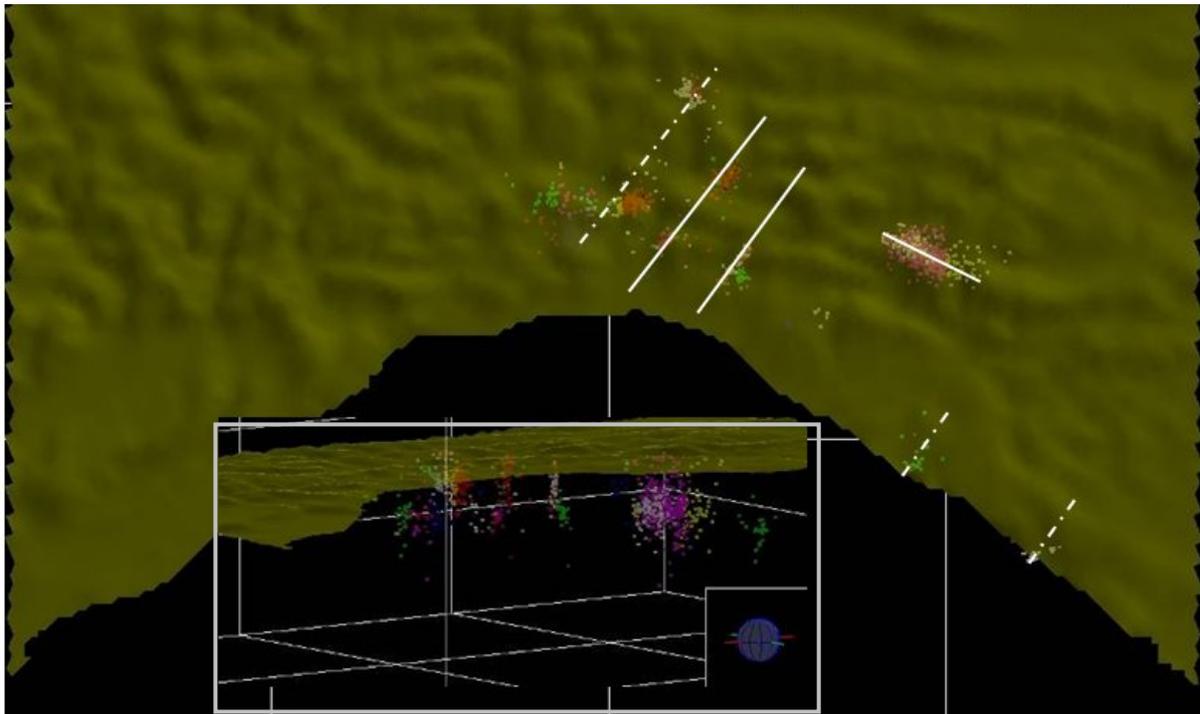
Fig. 27: Grafico delle differenze tra i punti rilevati e quelli pubblicati nelle monografie IGM95. La ripetibilità su posizioni Fixed (cioè registrate come corrette dal Rover) fornisce errori medi (s.q.m) sulle coordinate orizzontali (N,E) di 5 -12 mm e di 10 - 30 mm sulla quota ellissoidica.

Correlation with geological structures



Bressan et al. 2003

Fig. 29: mappa della struttura geologica della regione FVG.



- Only plotting the events with many aftershocks (> 10 per day)
- Distribution may indicate in part strike-slip faulting (WNW-ESE and NNE-SSW oriented)

Fig. 30: Immagine recuperata dalla tesi dal titolo “Earthquake Potential in the Italian Southern Alps” di Michel Bechtold, realizzata con dati della rete GPS FReDNet. Sono state evidenziate le possibili faglie attive (segmenti bianchi continui e a tratti) nella zona nord-orientale della regione FVG e la distribuzione degli ipocentri in profondità (pannello in basso).

7. Diffusione dei risultati

E' stato organizzato, presso il Salone del Parlamento del Castello di Udine, un convegno dal titolo "GPS-RTK: una rete GPS per il posizionamento in tempo reale nel Friuli Venezia Giulia".

Lo scopo del convegno, tenutosi il 3 ottobre 2007, era la divulgazione dei primi risultati nel campo del posizionamento di precisione in tempo reale e delle attività di ricerca connesse al progetto GPS-RTK. Il convegno ha dato lo spunto per fornire un quadro aggiornato sull'evoluzione dei sistemi di riferimento, delle applicazioni topografiche del GPS e della illustrazione di analoghi servizi di posizionamento in tempo reale presenti nell'Italia settentrionale.

A questo convegno hanno partecipato i partner scientifici del progetto, rappresentanti di istituzioni governative di riferimento (Istituto Geografico Militare), di Università (Padova, Milano) e di strutture regionali che hanno maturato competenze ed esperienze nella realizzazione di reti GPS e nei servizi di posizionamento. Una tavola rotonda e una sessione tecnico-pratica, dedicata alla sperimentazione diretta del servizio in via di realizzazione, hanno concluso la giornata di studio che ha visto la presenza di un folto pubblico.

ALLEGATI

Documenti relativi alle collaborazioni scientifiche



**ISTITUTO NAZIONALE DI OCEANOGRAFIA E
GEOFISICA SPERIMENTALE**

Dipartimento Centro di Ricerche Sismologiche (CRS)

Una rete GPS per il posizionamento in tempo reale nel Friuli-Venezia Giulia (GPS-RTK)

Responsabile Scientifico: Dr. Enrico Priolo

Codice Progetto: 200501640001

Contributi concessi ai sensi dell'art.11 della LR 11/2003 e dell'art. 7 del "Regolamento per la concessione di contributi per la realizzazione di progetti di ricerca scientifica e applicata e di iniziative di trasferimento e di diffusione dei risultati della ricerca" emanato con D.P.Reg. n. 0324/Pres. del 08/10/2004.

RELAZIONE DEL COLLABORATORE SCIENTIFICO

Prof. Mike Bevis

***Civil & Environmental Engineering & Geodetic Science – Ohio State University
(USA)***

- Relazione scientifica
- Accordo di collaborazione
- Atto di accettazione del Direttore di Dipartimento CRS dell'OGS dell'accordo di collaborazione



Project "GPS-RTK: una rete GPS per il posizionamento in tempo reale nel Friuli-Venezia Giulia"

Lead Partner: "Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale, Borgo Grotta Gigante, Sgonico (TS) Italy (Coordinator: Dr. Enrico Priolo)

OSU Partner Activity Report for the 1st year of the project
(*Person in charge: Prof. Michael Bevis*)

1 November 2007

Prior to visiting Italy this summer, I worked with David Zuliani and Bruno Della Vedova sending drawings of our GPS 'tripod' monument, and discussing issues relevant to its fabrication in Friuli. Our goal was to produce the best quality monument at the lowest cost.

My main tasks during my trip to Italy, were

1) to fabricate and install one tripod monument in the Friuli plane with OGS personnel, in order to transfer the knowledge and skills we have gained with this kind of monumentation after four years of practice in the Andes. Our first installation was very successful, and was achieved with surprising speed, due to the careful preparations that had been made in advance, and the excellent engineering skills of the Italian personnel.

2) To study the overall tectonic setting of the RTK project, under the guidance of Bruno Della Vedova, to determine how the scientific goals of the project could be assisted by the future evolution of the GPS network. Our experiences in Bolivia suggest that sharp 'corners' in a mountain belt can produce a very complicated crustal velocity field that is not well captured by a sparse GPS network. I recommended that there should be at least five continuous GPS (CGPS) stations in the Friuli plane, well removed from the deformation front, and at least five CGPS stations in each of the two mountain belts, and another 5 or more CGPS stations in that part of the Friuli plane which is close to the mountain fronts. This last group could be used to determine the location and the sharpness of the deformation front. I expect the the outermost thrusts of the mountain belts are blind thrusts propagating out into the foredeep. That is, that the deformation front will not correspond to the topographic front. Other CGPS stations will be required to satisfy the purely engineering function of the network, since it is important that any surveyor using the system should be located < 40 km or so of the nearest base station. I also recommended that CGPS network should be supplemented by at least 100 survey GPS (SGPS) stations, occupied only once or twice a year, to provide a more detailed view of the spatial development of the crustal velocity field. This is the approach we have been using in the Andes, where we have several dozen CGPS stations, and several hundred SGPS stations. A pure CGPS network has poor resolution in space, and a pure SGPS network has poor resolution in time. A hybrid approach constitutes the optimal use of limited funds. Even this hybrid CGPS - SGPS network will have less spatial resolution than is desirable, but further densification can be achieved using InSAR to track the motions of permanent scatters. InSAR is a very useful and cost-effective tool. However, it would be a serious error, in my opinion, to use only CGPS stations and InSAR, without incorporating SGPS stations as an intermediate element in the hierarchy of spatial coverage and resolution. It is important, in my opinion, that they are at least three GPS stations in every InSAR scene. I propose that during the construction and maintenance of the SGPS network, the Friuli project should use the GPS antenna mast that we developed in the mid-1990s, rather than the more conventional tripod and tribrach setup. About ten major geodesy groups in the USA have adopted our masts in the last five years.

I also recommend that from a purely scientific point of view it would be very desirable to incorporate into the analysis of regional deformation several CGPS stations from the countries bordering Friuli. Survey activities may be quite naturally interrupted by political boundaries, but this is not true of tectonic systems.

3) The third goal of my trip was to discuss the surveying applications of the RTK network. While the main survey function of the network is RTK, it is important to recognize that post-processed kinematic (PPK) GPS is always far more accurate than RTK. So preserving and providing easy access to the base station data, and making recommendations about PPK analysis is a good idea. In the USA, there has been a great deal of interest in kinematic positioning in the context of airborne LIDAR surveys during the last two years. A great deal of attention is being focused on how inaccurate models for the spatial structure of atmospheric propagation delay can produce decimeter and sometimes several decimeter biases in height determinations. This problem will also occur in ground based kinematic surveys if there are large height offsets between the base stations and the mobile antennas. This is clearly a potential problem within the mountain belt, and deserves further study.

Sincerely



Michael Bevis
Professor of Geodynamics

20 GIU. 2007

Evasione a CRS/EP

Visione a D.F. U.C.E. SV

FRAMEWORK AGREEMENT CONCERNING RESEARCH ACTIVITY

BETWEEN

The Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - OGS (hereinafter OGS), tax ID and VAT no. 00055590327, with headquarters in Sgonico (TS), Borgo Grotta Gigante, 42/c, represented by the Director of the Department Centro di Ricerche Sismologiche Dott. Enrico Priolo, domiciled for this charge at the headquarter of the OGS, and authorized to sign this agreement with "Atto no. 026/2007 CRS", issued on March 1-th, 2007,

AND

Ohio State University (OSU), College of Mathematical and Physical Sciences (MPS), School of Earth Sciences, with headquarters at 470 Hitchcock Hall, 2070 Neil Avenue, Columbus, OH 43210 USA represented by its Dean, and the Vice President for Business and Finance, who is authorized to sign on behalf of the University.

WHEREAS,

the Department has the skills and facilities necessary for conducting research in the field of high-precision, real-time positioning based on GPS technology and for the improvement of the geodynamic model of the area of the Friuli Region.

WITH ALL THESE AS THE PREMISES THE PARTIES AGREE AND ENTER
INTO AN AGREEMENT AS FOLLOWS

ARTICLE 1. - The "premises" are an integral part of this agreement.

ARTICLE 2. - The purpose of the agreement is to establish a collaboration between OGS and Ohio State University (OSU), College of Mathematical and

Physical Sciences (MPS), School of Earth Sciences, (hereinafter also called the Contractor) for research into the field of high-precision, real-time positioning based on GPS technology and the improvement of the geodynamic model of the area of the Friuli Region, with particular regard to the definition of the tectonic processes that control the active deformation and seismic potential of its seismogenic zones. The collaboration requires the Contractor to perform the following activities:

- supervising the installation of several GPS installations on the Friuli plain;
- interpretation of the field velocity from continuous GPS measurements.

ARTICLE 3. - The Contractor's Scientific Manager is Professor Mike Bevis, who will also have the task of handling official communications and periodically reporting on the results of the activities to the Project's Scientific Coordinator, Dr. Enrico Priolo, as well as preparing the final scientific report. The scientific report must be sent to OGS by the project's ending date, 31 August 2007.

ARTICLE 4. - The term of this agreement is from its signing until 31 August 2007, the ending date of the GPR-RTK Project. The OGS undertakes to pay the Contractor the lump-sum of € 15,000.00 (fifteen thousand Euro), in a single payment upon the signing of this agreement upon presentation of a debit memo. OGS will pay the above-mentioned sum to Ohio State University (OSU), College of Mathematical and Physical Sciences (MPS), School of Earth Sciences, on Account Number: 980000975, Account Name: Ohio State University (University Treasurer's Operating Fund), at J.P. Morgan Chase Bank, NA, 100 East Broad Street, Columbus, OH 43215, Swift Code: CHASUS33.

ARTICLE 5. - The implementation of the program will be assigned to personnel who will be selected and engaged under the Contractor's exclusive responsibility, in conformity with its institutional standards, without said personnel having any relationship with OGS. The Contractor will be responsible for all relative

expenses, none excluded, without any possibility of recovery from OGS, even only partially, in the case of greater expenses.

ARTICLE 6. - Since OGS has the right to use the results of the research that is the object of this Agreement for its own institutional purposes, the Contractor undertakes to request authorization from the Agreement's Scientific Coordinator and the President of the OGS for any publication, even partial, of the results of the research that precedes their publication by the OGS. When results of the research activities conducted with the funds referred to in this Agreement are made public, they must include the following credit, "Work conducted as part of the 'GPS-RTK Project - A GPS Network for Real-Time Positioning' financed by the Autonomous Friuli Venezia Giulia Region under LR 11/2003, art. 11, project no. 200501640001".

ARTICLE 7. - The Parties agree that they will find an amicable solution for any disagreements that may arise from the interpretation of this Agreement.

ARTICLE 8. - This agreement, having being reached through correspondence, will only be registered in the case of use, under article 5, paragraph 2, of DPR 131/1986. The Party requesting registration will be responsible for the cost. This agreement is not subject to VAT under articles 1 and 4 of DPR 633/1972 and subsequent modifications and additions.

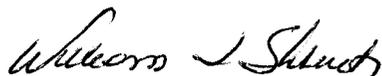
Drafted in two original copies, it has been read, approved and signed

Columbus, OH (USA), May 22, 2007

For Ohio State University (OSU)
College of Mathematical and Physical
Sciences (MPS)



Dean, Professor Richard Freeman



Vice President for Business and Finance
William J. Shkurti

Sgonico, **20 GIU, 2007**

Per l'Istituto Nazionale di Oceanografia
e di Geofisica Sperimentale

Il Direttore del Dipartimento Centro di
Ricerche Sismologiche
Dott. Enrico Priolo



Oggetto: Approvazione dell'accordo inerente servizi di ricerca con Civil & Environmental Engineering & Geodetic Science The Ohio State University USA nell'ambito del progetto di ricerca denominato "Rete di posizionamento di precisione GPS in tempo reale.

- Il Direttore del Dipartimento del Centro Ricerche Sismologiche, dott. Enrico Priolo, nel proprio ufficio di Udine;
- Vista la delibera n. 5.1.2.2007, assunta dal Consiglio di Amministrazione (CdA), nell'adunanza dd. 16.02.2007, avente per oggetto "Definizione della competenza per materia e valore del Presidente, del Direttore Generale, dei Direttori di Dipartimento e delle Strutture Tecniche e dei Dirigenti Amministrativi";
- Vista la delibera del CdA n. 6.4.5.2006 dd. 16 giugno 2006 avente per oggetto "Accettazione del finanziamento da parte della Regione Autonoma Friuli- Venezia Giulia per la realizzazione del progetto denominato "Rete di posizionamento di precisione GPS in tempo reale";
- Rilevato che nell'ambito di tale progetto è necessaria una collaborazione che riguarda le seguenti attività:
- ▶ installation's supervision of some GPS stations in the Friuli plane;
 - ▶ interpretation of the field velocity from continuous GPS measurements;
- Preso atto che al fine di realizzare quanto sopra descritto si rende necessario stipulare un accordo con Civil & Environmental Engineering & Geodetic Science The Ohio State University USA;
- Vista la bozza di accordo inerente servizi di ricerca (allegato n. 1);
- Rilevato che al fine dello svolgimento dell'attività previste dall'accordo da parte della Civil & Environmental Engineering & Geodetic Science The Ohio State University USA si rende necessario che l'OGS eroghi un contributo finanziario pari ad Euro 15.000,00 (quindicimila);
- Accertata la necessità di impegnare la spesa;
- Visti gli artt. 2, primo comma, lettera d) e 3, primo comma, lettera a) della Legge 30 novembre 1989, n. 399 e s. m.;

ACQUISITO ALLA RACCOLTA UFFICIALE DEGLI ATTI DELL'ENTE

Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - OGS
Atti dei Direttori di Dipartimento, delle Strutture Tecniche di Servizio e dei
Dirigenti Amministrativi - anno 2007

Atto n. 026/2007 CRS del 01.03. 2007

Pag. 2

Visto l' art. 27, del "Regolamento concernente l'amministrazione e la gestione finanziaria contabile dell'OGS";

dispone

Art. 1 di approvare l'accordo inerente i servizi di ricerca con Civil & Environmental Engineering & Geodetic Science The Ohio State University USA nell'ambito del progetto di ricerca denominato "Rete di posizionamento di precisione GPS in tempo reale" di cui all'allegato n. 1;

Art. 2 di sottoscrivere la documentazione necessaria e conseguente;

Art. 3 di impegnare la spesa di Euro 15.000,00 sul capitolo 83406 capitolo 20 commessa 2511 del bilancio di previsione dell'esercizio finanziario 2006 impegno n. 4627/2006.

IL DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO
CENTRO RICERCHE SISMOLOGICHE

(dr. Enrico Priolo)



ACQUISITO ALLA RACCOLTA UFFICIALE DEGLI ATTI DELL'ENTE

Redatto Sedi-CRS



**ISTITUTO NAZIONALE DI OCEANOGRAFIA E
GEOFISICA SPERIMENTALE**

Dipartimento Centro di Ricerche Sismologiche (CRS)

Una rete GPS per il posizionamento in tempo reale nel Friuli-Venezia Giulia (GPS-RTK)

Responsabile Scientifico: Dr. Enrico Priolo

Codice Progetto: 200501640001

Contributi concessi ai sensi dell'art.11 della LR 11/2003 e dell'art. 7 del "Regolamento per la concessione di contributi per la realizzazione di progetti di ricerca scientifica e applicata e di iniziative di trasferimento e di diffusione dei risultati della ricerca" emanato con D.P.Reg. n. 0324/Pres. del 08/10/2004.

RELAZIONE DEL COLLABORATORE SCIENTIFICO

Prof. Mark Murray

precedentemente *Berkeley Seismological Laboratory – University of California Berkeley (USA)*

attualmente **Department of Earth & Environmental Science, New Mexico
Institute of Mining and Technology**

- Relazione scientifica
- Accordo di collaborazione
- Atto di accettazione del Direttore di Dipartimento CRS dell'OGS dell'accordo di collaborazione

PROGRESS REPORT

A GPS NETWORK FOR REAL-TIME POSITIONING IN FRIULI-VENEZIA GIULIA, ITALY

Mark H. Murray

Department of Earth and Environmental Sciences

New Mexico Institute of Mining and Technology, Socorro, New Mexico 87106 USA

575-835-6930 (office), 575-835-6436 (fax), murray@nmt.edu

INVESTIGATIONS UNDERTAKEN

The New Mexico Institute of Mining and Technology (New Mexico Tech or NMT) has established a collaboration with the Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS) in Trieste, Italy for research in the field of high-precision, real-time positioning based on GPS technology, and the improvement of the active deformation and seismic hazard assessment models in the Friuli-Venezia Giulia region. The work to be carried out by NMT as part of this collaboration includes three components: 1) processing short-occupation (30-minute) survey-mode observations for the 2007 San Giuliano campaign using GAMIT/GLOBK to compare commercial package results; 2) processing long-occupation (8-hour) survey-mode observations for the Spring 2006 Friuli campaign; and 3) implementing a (near)real-time system for processing hourly observations from FReDNet continuous GPS network to provide positions and coseismic displacements following a major earthquake.

RESULTS

2007 San Giuliano Rapid-Static Campaign

The OGS collected short-occupation (30-minute) rapid-static survey-mode GPS observations at nearly 40 stations during 14-18 June 2007 near San Giuliano di Puglia in support of a gravimetry survey. We used the GAMIT/GLOBK analysis software package to process the GPS observations to provide a comparison with processing performed by the OGS using a commercial package. GAMIT/GLOBK is a research-level software package used by many educational institutions around the world, including the OGS to process data from the FReDNet continuous GPS network, and NMT to process observations from the 1000-station Plate Boundary Observatory network. As the source code is freely available, GAMIT/GLOBK can provide results that are often more comprehensive and easily understandable than some commercial packages. However, GAMIT/GLOBK was primarily developed to analyze long-occupation observations, and it often has been less successful on short-occupation observations due to limitations in the algorithms it uses to resolve ambiguities in integer phase cycles ("bias fixing"), which is critical for achieving the highest precision, particularly in the east component. The processing performed by NMT is thus part of an ongoing effort to assess the value of using GAMIT/GLOBK for rapid-static observations.

The rapid-static survey used a single stationary base station (SGB1) that ran continuously while the roving unit occupied stations for 30 minutes. The antennas of both base and roving stations were oriented to true north and both recorded 1 sample per second dual-frequency data. The estimated positions are relative to a monument (SGB2) whose Cartesian (x,y,z) coordinates in the

WGS84 reference frame were fixed at 4610233.0941, 1232546.4658, 4218287.9258 m. The position of SGB1 (4610327.3165, 1232640.8903, 4218198.3058 m) was estimated relative to SGB2 from a 2-hour simultaneous occupation of both monuments; all ambiguities were resolved on this 160-m baseline, providing sub-mm position precision.

The locations of the 37 rapid-static stations were then estimated relative to SGB1. The baseline lengths range from 1 to 6 km. Data were processed using fixed IGS final orbits, using undecimated ionosphere-free observations with no atmospheric parameters. A few of the rapid-static sessions had all ambiguities resolved (stations S252, s257, s265, s276, s277, s280, and S281), but many of the sessions had few resolved ambiguities, limiting the precision of the position estimates. In most of the poor cases, the real-valued estimates of the integer ambiguities were not close to integer values. One possibility suggested by David Zuliani is that multipath effects could have been large at some of the locations – averaging over longer occupations would help to minimize these effects. For baselines less than 10 km, the bias-free results should provide cm-level precision whereas successful bias-fixed results should provide several mm-level results, although incorrect bias-fixing can introduce blunders greater than 5 cm in the east component. We plan to try several different processing strategies, including testing different atmospheric parameters and trying L1,L2 separate observables on the shorter baselines where ionospheric effects will be less, to see if these results can be improved.

2006 Friuli Campaign

The OGS collected long-occupation (8-hour) survey-mode GPS observations at 18 locations in central Friuli over 9 days during June 22–July 3, 2006. Four receivers were used on each observation day, allowing each station to be occupied twice, which provides some redundancy to check position repeatability and perform blunder assessment. We are preparing to process these data, combined with local FReDNet and several EUREF stations to provide a stable reference frame, using the GAMIT/GLOBK software package. During the initial examination of the data files and metadata information (e.g., antenna heights), we discovered that the RINEX data files for several observation sessions had not been created from the raw receiver files. OGS is currently preparing these files, after which we will process the observations. A follow-up campaign to estimate deformation across the Friuli seismic zone is planned for Spring 2008.

FReDNet Real-time Processing

We are developing a near real-time processing system for FReDNet following methods that had been implemented by PI Murray at UC Berkeley (*Murray et al.*, 2002). These real-time analysis techniques will enable rapid determinations (within minutes) of deformation following major earthquakes to complement seismological information. We use GAMIT/GLOBK processing techniques to estimate independent hourly solutions at cm-level horizontal precision and plan to extend the system to estimate postseismic positions when at least 10 minutes of data become available following an earthquake.

We currently process 1-hour data batches from 15 stations, including those in FReDNet and nearby EUREF stations providing hourly data. Figure 1 shows preliminary hourly position time-series for a recent 2-week period. The hourly solutions have higher scatter than 24-hour solutions (3–5 mm in the horizontal and 20–35 mm in the vertical), but our simulations suggest that displacements 3–5 times these levels can be reliably detected. These results are similar to results obtained

in the northern California network and suggest that the current network should be able to resolve the finite dimensions and slip magnitude of a M7 earthquake in the Friuli seismic zone.

We currently use IGS rapid orbits that are available within one day following the observation collection, which is also when the FReDNet data currently become available. OGS is in the process of upgrading their data download procedures to provide hourly data files within an hour of their collection, and we then plan to use IGS ultra-rapid predicted orbits that enable real-time processing. We are in the process of incorporating more recently installed FReDNet stations and are assessing an optimal set of IGS/EUREF stations to include in the hourly solutions to provide a stable reference frame exterior to the seismic zone. When the processing has been sufficiently tuned for the FReDNet network configuration, we will import the hourly processing system to OGS computers for more operational testing.

REFERENCES

Murray, M.H., D.S. Neuhauser, L.S. Gee, D.S. Dreger, A. Basset, and B. Romanowicz, Combining real-time seismic and geodetic data to improve rapid earthquake information, *EOS Trans. AGU*, 83(47), Fall Meeting Suppl., Abstract G52A-0957, 2002.

Date: 15 November 2007
Report prepared by: Mark H. Murray



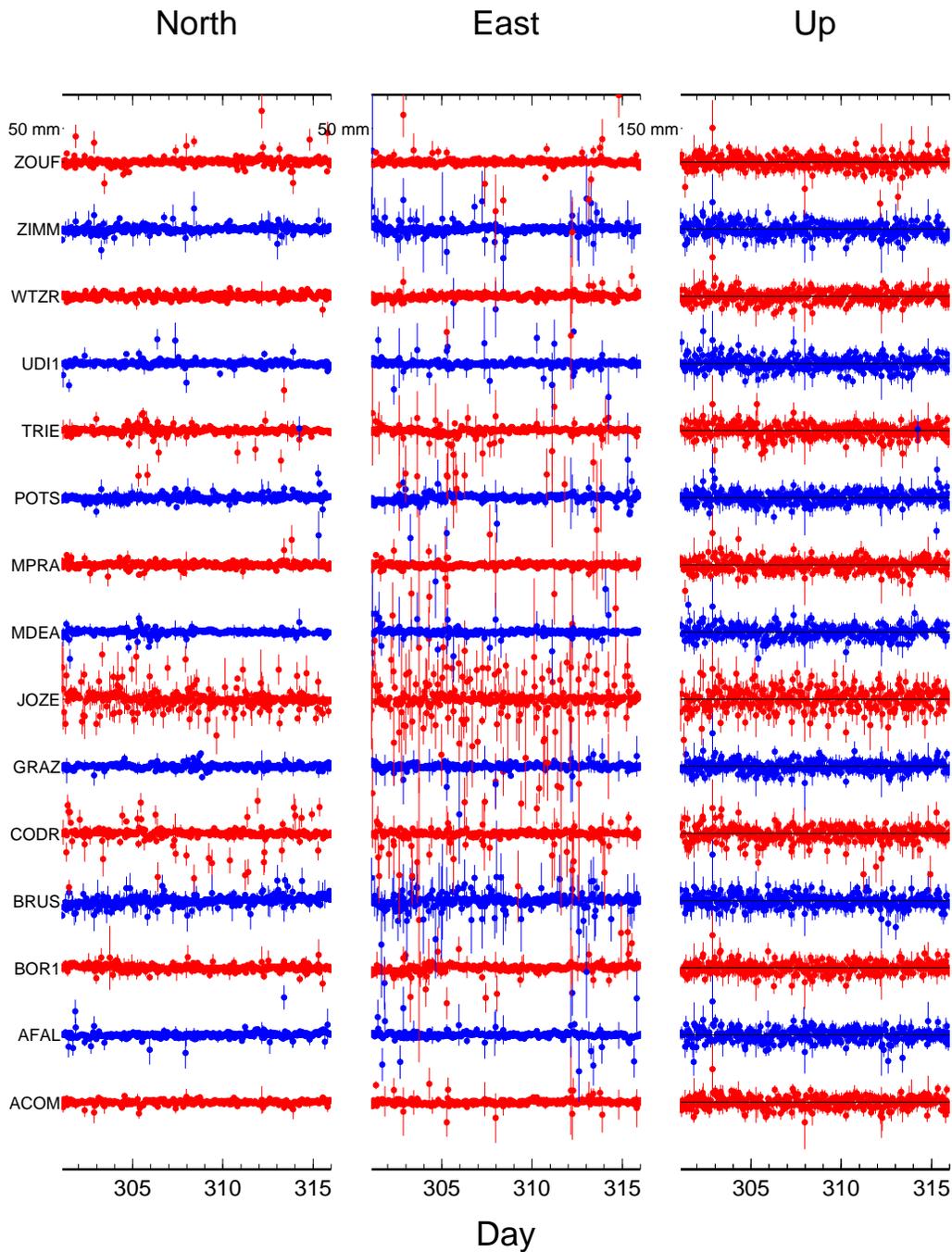


Figure 1: Hourly position estimate timeseries with one standard deviation uncertainties for 15 FReDNet and EUREF stations. North, east, and up timeseries span days 300-316 in year 2007. Repeatabilities in the horizontal and up components are 3–5 and 20–35 mm, respectively (note vertical scale on the up component differs from the horizontal components). Outlier points generally correspond to ambiguity resolution problems. Site JOZE with the most outliers is the most distant station from Friuli.

FRAMEWORK AGREEMENT CONCERNING RESEARCH ACTIVITY

BETWEEN

The Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - OGS (hereinafter OGS), tax ID and VAT no. 00055590327, with headquarters in Sgonico (Trieste), Borgo Grotta Gigante, 42/c, represented by the Director of the Department Centro di Ricerche Sismologiche Dott. Enrico Priolo, domiciled for this charge at the headquarter of the OGS, and authorized to sign this agreement with “Atto no. 031/2007 CRS”, issued on March 2-th, 2007,

AND

The New Mexico Institute of Mining and Technology, Department of Earth & Environmental Science, with headquarters at 801 Leroy Place, Socorro, NM 87801 USA, represented for the signing of this act by the Vice President of Administration and Finance, per authorization from the NMIMT Board of Regents,

WHEREAS

- the Department has the skills and facilities necessary for conducting research in the field of high-precision, real-time positioning based on GPS technology and for the improvement of the geodynamic model of the area of the Friuli Region.

**WITH ALL THESE AS THE PREMISES THE PARTIES AGREE AND ENTER
INTO AN AGREEMENT AS FOLLOWS**

ARTICLE 1. - The “premises” are an integral part of this agreement.

ARTICLE 2. - The purpose of the agreement is to establish a collaboration between OGS and the New Mexico Institute of Mining and Technology, Department of Earth & Environmental Science, (hereinafter also called the Contractor) for research into the field of high-precision, real-time positioning based on GPS technology and the improvement of the geodynamic model of the area of the Friuli Region, with particular regard to the definition of the tectonic processes that control the active deformation and seismic potential of its seismogenic zones. The collaboration requires the Contractor to perform the following activities:

- supervising the installation of several GPS installations on the Friuli plain;
- interpretation of the field velocity from continuous GPS measurements.

ARTICLE 3. - The Contractor's Scientific Manager is Professor Mark Murray, who will also have the task of periodically reporting on the results of the activities to the Project's Scientific Coordinator, Dr. Enrico Priolo, as well as preparing the final scientific report. The scientific report must be sent to OGS by the project's ending date, 31 August 2007.

The administrative contact for NMIMT shall be:

Norene Boykin, New Mexico Tech, 801 Leroy Place, Socorro, NM 87801

Phone: (505) 835-5545 FAX (505) 835-5954

The administrative contact for OGS shall be:

Dr. Sabina Vesnaver, Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - OGS, Borgo Grotta Gigante, 42/c, 34010 Sgonico (Trieste),
Phone: +39 040 2140 417; Fax: +39 040 327321

ARTICLE 4. - The term of this agreement is from its signing until 31 August 2007, the ending date of the GPS-RTK Project. The OGS undertakes to pay the

Contractor the lump-sum of € 10,000.00 (fifteen thousand Euro), in U.S. dollars equal to this amount at the exchange rate in effect on the date of the last signature of this agreement in a single payment upon the signing of this agreement upon presentation of a debit memo. OGS will pay the above-mentioned sum to the New Mexico Institute of Mining and Technology, Department of Earth & Environmental Science:

Bank of America - Swift Code=BOFAUS3N
Receiving Bank: Bank of America New York, NY
Receiving Bank Address: ABA NUMBER: 026009593
Beneficiary Account Name: First State Bank, Socorro, NM
Beneficiary Account Number: 188-008635
Beneficiary Address: 103 Manzanares, Socorro, NM 87801
For Final Credit: NMIMT - Compt - Account #6588500239

ARTICLE 5. - The implementation of the program will be assigned to personnel who will be selected and engaged under the Contractor's exclusive responsibility, in conformity with its institutional standards, without said personnel having any relationship with OGS. The Contractor will be responsible for all relative expenses, none excluded, without any possibility of recovery from OGS, even only partially, in the case of greater expenses.

ARTICLE 6. - Since OGS has the right to use the results of the research that is the object of this Agreement for its own institutional purposes, the Contractor undertakes to request authorization from the Agreement's Scientific Coordinator, prof. Mark Murray, and the Representative of the OGS for any publication, even partial, of the results of the research that precedes their publication by the OGS.

The contact information for the aforementioned is as follows:

Scientific Coordinator: Prof. Mark Murray, The New Mexico Institute of Mining and Technology, Department of Earth & Environmental Science, 801 Leroy Place, Socorro, NM 87801 USA;

Representative of OGS: Dott. Enrico Priolo, Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - OGS, Borgo Grotta Gigante, 42/c, 34010 Sgonico (Trieste), Phone: +39 040 2140 351; Fax: +39 040 2140 365.

OGS personnel shall have thirty days (30) after receipt of proposed publication to object to such publication.

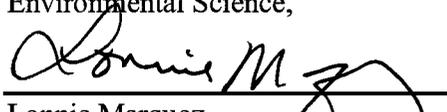
When results of the research activities conducted with the funds referred to in this Agreement are made public, they must include the following credit, "Work conducted as part of the 'GPS-RTK Project - A GPS Network for Real-Time Positioning' financed by the Autonomous Friuli Venezia Giulia Region under LR 11/2003, art. 11, project no. 200501640001".

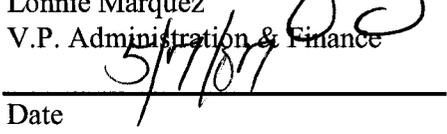
ARTICLE 7. - The Parties agree that they will find an amicable solution for any disagreements that may arise from the interpretation of this Agreement.

ARTICLE 8. - This agreement, having being reached through correspondence, will only be registered in the case of use, under article 5, paragraph 2, of DPR 131/1986. The Party requesting registration will be responsible for the cost. This agreement is not subject to VAT under articles 1 and 4 of DPR 633/1972 and subsequent modifications and additions.

Drafted in two original copies, it has been read, approved and signed.

Socorro (NM, USA), **date**
For the New Mexico Institute of
Mining and Technology,
Department of Earth &
Environmental Science,

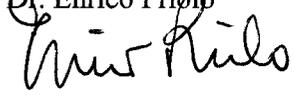

Lonnie Marquez
V.P. Administration & Finance



Date

Sgonico, **18 MAG 2007**

For the Istituto Nazionale di Oceanografia e
di Geofisica Sperimentale

The Director of the Seismology Department
(Centro di Ricerche Sismologiche)

Dr. Enrico Priolo




Oggetto: Approvazione dell'accordo inerente servizi di ricerca con Dep of Earth & Environmental Science New Mexico Tech USA nell'ambito del progetto di ricerca denominato "Rete di posizionamento di precisione GPS in tempo reale".

Il Direttore del Dipartimento del Centro Ricerche Sismologiche, dott. Enrico Priolo, nel proprio ufficio di Udine;

Vista la delibera n. 5.1.2.2007, assunta dal Consiglio di Amministrazione (CdA), nell'adunanza dd. 16.02.2007, avente per oggetto "Definizione della competenza per materia e valore del Presidente, del Direttore Generale, dei Direttori di Dipartimento e delle Strutture Tecniche e dei Dirigenti Amministrativi";

Vista la delibera del CdA n. 6.4.5.2006 dd. 16 giugno 2006 avente per oggetto "Accettazione del finanziamento da parte della Regione Autonoma Friuli- Venezia Giulia per la realizzazione del progetto denominato "Rete di posizionamento di precisione GPS in tempo reale";

Rilevato che nell'ambito di tale progetto è necessaria una collaborazione che riguarda le seguenti attività:

- ▶GPS continuous measurements at less than 1 s sampling rate as a tool to record local earthquakes;
- ▶co-seismic and post-seismic analysis deformation;

Preso atto che al fine di realizzare quanto sopra descritto si rende necessario stipulare un accordo con Dep of Earth & Environmental Science New Mexico Tech USA;

Vista la bozza di accordo inerente servizi di ricerca (allegato n. 1);

Rilevato che al fine dello svolgimento dell'attività previste dall'accordo da parte della Dep of Earth & Environmental Science New Mexico Tech USA si rende necessario che l'OGS eroghi un contributo finanziario pari ad Euro 10.000,00 (diecimila);

Accertata la necessità di impegnare la spesa;

Visti gli artt. 2, primo comma, lettera d) e 3, primo comma, lettera a) della Legge 30 novembre 1989, n. 399 e s. m.;

ACQUISITO ALLA RACCOLTA UFFICIALE DEGLI ATTI DELL'ENTE

Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - OGS
Atti dei Direttori di Dipartimento, delle Strutture Tecniche di Servizio e dei
Dirigenti Amministrativi - anno 2007

Atto n. 031/2007 CRS del 02.03. 2007

Pag. 2

Visto l' art. 27, del "Regolamento concernente l'amministrazione e la gestione finanziaria contabile dell'OGS";

dispone

- Art. 1 di approvare l'accordo inerente i servizi di ricerca con della Dep of Earth & Environmental Science New Mexico Tech USA nell'ambito del progetto di ricerca denominato "Rete di posizionamento di precisione GPS in tempo reale" di cui all'allegato n. 1;
- Art. 2 di sottoscrivere la documentazione necessaria e conseguente;
- Art. 3 di impegnare la spesa di Euro 10.000,00 sul capitolo 83406 articolo 20 commessa 2511 del bilancio di previsione dell'esercizio finanziario 2006 impegno n. 4629/2006.

IL DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO
CENTRO RICERCHE SISMOLOGICHE

(dr. Enrico Priolo)


ACQUISITO ALLA RACCOLTA UFFICIALE DEGLI ATTI DELL'ENTE

Redatto Sedi-CRS



**ISTITUTO NAZIONALE DI OCEANOGRAFIA E
GEOFISICA SPERIMENTALE**

Dipartimento Centro di Ricerche Sismologiche (CRS)

Una rete GPS per il posizionamento in tempo reale nel Friuli-Venezia Giulia (GPS-RTK)

Responsabile Scientifico: Dr. Enrico Priolo

Codice Progetto: 200501640001

Contributi concessi ai sensi dell'art.11 della LR 11/2003 e dell'art. 7 del "Regolamento per la concessione di contributi per la realizzazione di progetti di ricerca scientifica e applicata e di iniziative di trasferimento e di diffusione dei risultati della ricerca" emanato con D.P.Reg. n. 0324/Pres. del 08/10/2004.

RELAZIONE DEL COLLABORATORE SCIENTIFICO

Prof. Riccardo Barzagli

***Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture Viarie e del
Rilevamento - Politecnico di Milano***

- Relazione scientifica
- Accordo di collaborazione
- Atto di accettazione del Direttore di Dipartimento CRS dell'OGS dell'accordo di collaborazione



Relazione sulle attività svolte nel corso del 2007 dal DIIAR-Politecnico di Milano nell'ambito del progetto "GPS-RTK - Una rete GPS per il posizionamento in tempo reale"

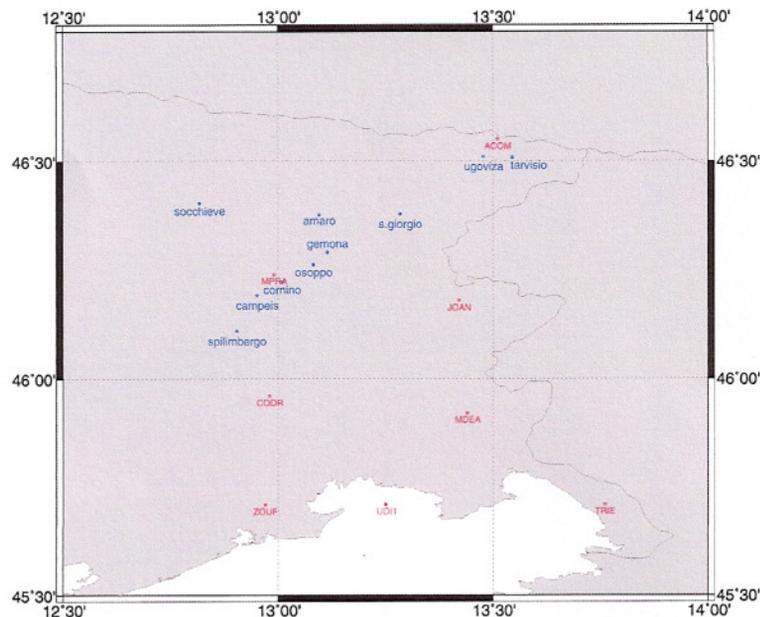
Nel corso del primo anno di attività, l'unità di ricerca del DIIAR-Politecnico di Milano ha iniziato ad operare con OGS per l'analisi dei dati della rete RTK nell'area del Friuli Venezia Giulia.

La collaborazione ha inizialmente riguardato alcuni aspetti metodologici relativi all'inquadramento delle stazioni permanenti della rete nel sistema di riferimento ITRF00 e in quello nel quale sono stati determinati i punti della rete IGM95.

Questa fase di studio è stata seguita da operazioni di campagna volte a verificare la effettiva funzionalità della rete stessa.

A questo fine, sono state realizzate misure GPS in modalità RTK su punti della rete IGM95 dell'area friulana. Queste misure sono state effettuate in dieci punti, collegandosi alla stazione permanente più vicina della rete FREDNET (si veda la figura sottostante).

STAZIONI PERMANENTI FREdNet (ROSSO) E PUNTI IGM RILEVATI (BLU)



I punti selezionati sono stati scelti in modo da essere, in quasi tutti i casi, a meno di 20 km dalla stazione permanente di riferimento.

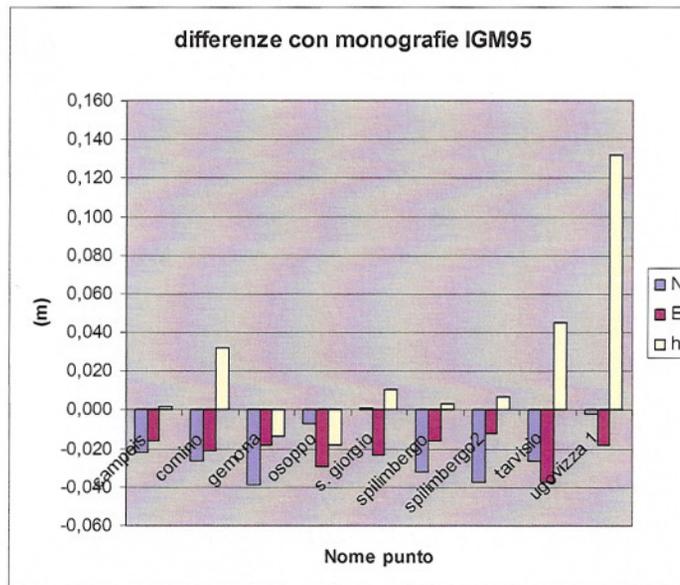
I protocolli utilizzati per la ricezione dei dati inviati dalle stazioni FREDNET sono stati il protocollo RTCM e quello NTRIP.

La strumentazione utilizzata era composta da un ricevitore Legacy E della TOPCON dotato di antenna PGA_A1, impostata con un angolo di *cut-off* di 15°. Ogni punto è stato stazionato per un tempo di 10' e, in modalità cinematica, si è stimata la posizione del punto con frequenza di 1 Hz. In tal modo, si sono ricavati 600 valori delle coordinate per ogni punto misurato. In quasi tutti i casi, il tempo impiegato dal ricevitore per acquisire l'informazione trasmessa è stato inferiore al minuto. Per ogni punto rilevato, si è poi calcolata la media di tutte le stime di coordinate ottenute in



modalità *fixed*, cioè quelle ricavate avendo fissato ad intero l'ambiguità di fase. Questo valore medio, previa trasformazione di sistema di riferimento, è stato confrontato con il corrispondente valore di monografia IGM. Inoltre, si è anche valutata la ripetibilità per le stime delle coordinate, sempre per i soli valori ottenuti in modalità *fixed*.

Gli scarti rispetto ai valori di monografia sono sempre risultati essere, in modulo e nelle coordinate orizzontali, inferiori a 4 cm (si veda la figura successiva nella quale sono riportati anche gli scarti in quota).



La ripetibilità nella stima delle coordinate è stata invece valutata attraverso lo scarto quadratico medio delle coordinate ottenute che non ha mai superato, per il complesso dei punti analizzati e per le coordinate orizzontali, il valore di 1,2 cm.

Questa fase sperimentale ha permesso di verificare l'ottima funzionalità della rete e di definire il livello di precisione raggiungibile nell'area operativa della rete stessa.

Nel prossimo futuro si amplierà ulteriormente questa analisi attraverso il rilievo di altri punti che verranno stazionati secondo le stesse modalità utilizzate in questa fase della sperimentazione.

Altre analisi sono state poi effettuate sulle serie temporali delle stazioni permanenti della rete al fine di stimarne le velocità per studi di carattere geodinamico. Infine, si sono studiate e pianificate campagne di misura su reti non permanenti che verranno realizzate congiuntamente da OGS e dal DIAR-Politecnico di Milano. Questo tipo di misure, realizzate sempre per analisi di tipo geodinamico, trarranno notevole vantaggio dalla presenza delle stazioni permanenti della rete FREDNET. Lo studio delle procedure di integrazione ottimale di questi due tipi di informazione sarà un filone di ricerca che verrà affrontato dal DIAR-Politecnico di Milano nelle fasi successive di questo progetto.

Prof. Riccardo Barzaghi

CONVENZIONE INERENTE ATTIVITA' DI RICERCA

TRA

l'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - OGS (di seguito OGS), codice fiscale e Partita IVA 00055590327, con sede in Sgonico (TS), Borgo Grotta Gigante 42/c, rappresentato dal Direttore del Dipartimento Centro di Ricerche Sismologiche Dott. Enrico Priolo, domiciliato per la carica presso la sede dell'OGS, autorizzato alla stipula della presente convenzione con Atto n.032/2007 CRS dd. 02.03.2007,

E

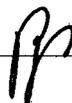
Il Politecnico di Milano - Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture Viarie, Rilevamento - Sezione Rilevamento, con sede in Milano, Piazza Leonardo da Vinci, 32 (in seguito indicato come Politecnico) rappresentato dal Prof. Costantino Nurizzo autorizzato alla stipula del presente atto ai sensi dell'art. 7 del Regolamento delle Prestazioni per conto di terzi emanato con Decreto Rettorale n.7/AG del 28/1/2005,

PREMESSO CHE

il Politecnico dispone delle competenze e delle strutture necessarie allo svolgimento di ricerche nel campo del posizionamento di alta precisione in tempo reale basato su tecnologia GPS e per il miglioramento del modello geodinamico dell'area regionale friulana.

tra l'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - OGS e il Politecnico di Milano è stata stipulata in data 29/11/2004 una convenzione quadro della durata di 5 (cinque) anni.

la ricerca è svolta nell'ambito del Progetto denominato "GPS-RTK - Una rete GPS per il posizionamento in tempo reale" finanziato dalla Regione



Autonoma Friuli Venezia Giulia nell'ambito della L.R. 11/2003 art.11,
prog. n.200501640001.

SI CONVIENE E SI STIPULA QUANTO SEGUE

ARTICOLO 1. - La "premessa" fa parte integrante della convenzione.

ARTICOLO 2. - Scopo della Convenzione è quello di istituire una collaborazione tra l'OGS e il Politecnico di Milano - Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture Viarie, Rilevamento - Sezione Rilevamento per lo svolgimento di attività di ricerca nel campo del posizionamento di alta precisione in tempo reale basato su tecnologia GPS e per il miglioramento del modello geodinamico dell'area regionale friulana, con particolare riguardo alla definizione dei processi tettonici che controllano la deformazione attiva ed del potenziale sismico delle zone sismogeniche. La collaborazione prevede da parte del Politecnico lo svolgimento della seguente attività:

- certificazione dell'attività geodetica, riguardante la monumentazione, la strumentazione e il controllo dei dati acquisiti;
- supporto e certificazione dell'attività ad uso cartografico.

ARTICOLO 3. - Responsabile scientifico per il Politecnico è il Prof. Riccardo Barzagli, al quale compete anche il compito di mantenere le comunicazioni di carattere ufficiale e di relazionare periodicamente l'esito delle attività al coordinatore scientifico del Progetto GPR-RTK, Dr. Enrico Priolo, nonché di predisporre il rapporto scientifico finale. Il rendiconto scientifico dovrà essere inviato all'OGS entro la data di conclusione del progetto fissata nel giorno 31 agosto 2007.

ARTICOLO 4. - La presente convenzione durerà dalla data della stipula al

il giorno 31 agosto 2007, data di conclusione del Progetto GPR-RTK. L'OGS
si impegna a versare al Politecnico - Dipartimento di Ingegneria Idraulica,
Ambientale, Infrastrutture Viarie, Rilevamento la somma forfettaria di €
10.000,00 (diecimila/00), in un'unica rata, successivamente alla firma del
presente accordo previa presentazione di nota di addebito. La somma
suddetta sarà versata dall'OGS Politecnico Dipartimento di Ingegneria
Idraulica, Ambientale, Infrastrutture Viarie, Rilevamento sul Conto Corrente
n. 000001740X15 presso la Banca Popolare di Sondrio Agenzia 21, ABI
05696, CAB 01620 Codice CIN "G", Via Bonardi, 4 - 20133 Milano,
intestato al Politecnico Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Ambientale,
Infrastrutture Viarie, Rilevamento.

ARTICOLO 5. - Lo svolgimento del programma sarà affidato al personale
che verrà scelto ed impegnato ad esclusiva cura del Politecnico, secondo le
proprie norme istituzionali, senza che per detto personale derivi alcun
rapporto con l'OGS. A tutti gli oneri relativi, nessuno escluso, farà fronte il
Politecnico, senza alcuna possibilità di rivalsa, anche solo parziale, in caso di
maggiore spesa, nei confronti dell'OGS stesso.

ARTICOLO 6. - Poiché l'OGS ha il diritto di utilizzare per i propri fini
istituzionali i risultati della ricerca oggetto della presente Convenzione, il
Politecnico si impegna, nel caso di pubblicazione, anche parziale, dei
risultati della ricerca che preceda la pubblicazione da parte dell'OGS, a
richiedere l'autorizzazione al coordinatore scientifico della Convenzione ed
al Presidente del OGS. I risultati dell'attività di ricerca svolta con i fondi di
cui alla presente Convenzione, qualora resi pubblici, dovranno recare
l'indicazione "Lavoro svolto nell'ambito del Progetto denominato "GPS-RTK"

CP

CP

CP

Una rete GPS per il posizionamento in tempo reale" finanziato dalla Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia nell'ambito della L.R. 11/2003, art. 11, progetto n. 200501640001".

ARTICOLO 7. - La presente convenzione sarà registrata solo in caso d'uso, a norma dell'art. 5, comma 2, del D.P.R. 131/86. Il costo della registrazione sarà a carico del richiedente. Il presente accordo non è soggetto all'IVA ai sensi degli artt.1 e 4 del DPR 633/72 e successive modificazioni ed integrazioni.

ARTICOLO 8 - Le parti dichiarano di essere informate sui diritti sanciti dall'art. 7 del D.Lgs. 30/6/2003 n.196.

ARTICOLO 9. - Tutte le clausole e condizioni della convenzione quadro citata nelle premesse non modificate espressamente dal presente atto rimangono invariate e confermate.

Redatta in duplice copia originale, viene letta, approvata e sottoscritta.

Milano, 22 MAR. 2007

Sgonico, 18 APR. 2007

Per il Politecnico di Milano,

Per l'Istituto Nazionale di Oceanografia

Dipartimento di Ingegneria Idraulica Geofisica Sperimentale, Dipartimento

Ambientale, Infrastrutture Viarie, di Centro di Ricerche Sismologiche

Rilevamento

Il Direttore

Il Direttore

(Prof. Costantino Nurizzo)

(Dott. Enrico Priolo)



Il Responsabile scientifico

(Prof. Riccardo Barzaghi)



Oggetto: Approvazione dell'accordo inerente servizi di ricerca con il Dipartimento di Ingegneria Idraulica Ambientale, Infrastrutture Viarie, Rilevamento - Sezione Rilevamento Politecnico di Milano nell'ambito del progetto di ricerca denominato "Rete di posizionamento di precisione GPS in tempo reale".

- Il Direttore del Dipartimento del Centro Ricerche Sismologiche, dott. Enrico Priolo, nel proprio ufficio di Udine;
- Vista la delibera n. 5.1.2.2007, assunta dal Consiglio di Amministrazione (CdA), nell'adunanza dd. 16.02.2007, avente per oggetto "Definizione della competenza per materia e valore del Presidente, del Direttore Generale, dei Direttori di Dipartimento e delle Strutture Tecniche e dei Dirigenti Amministrativi";
- Vista la delibera del CdA n. 6.4.5.2006 dd. 16 giugno 2006 avente per oggetto "Accettazione del finanziamento da parte della Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia per la realizzazione del progetto denominato "Rete di posizionamento di precisione GPS in tempo reale";
- Rilevato che nell'ambito di tale progetto è necessaria una collaborazione che riguarda le seguenti attività:
- ▶certificazione dell'attività geodetica, riguardante la monumentazione, la strumentazione e il controllo dei dati acquisiti;
 - ▶supporto e certificazione dell'attività ad uso cartografico;
- Preso atto che al fine di realizzare quanto sopra descritto si rende necessario stipulare un accordo con il Dipartimento di Ingegneria Idraulica Ambientale, Infrastrutture Viarie, Rilevamento - Sezione Rilevamento Politecnico di Milano;
- Vista la bozza di accordo inerente servizi di ricerca (Allegato n. 1);
- Rilevato che al fine dello svolgimento dell'attività previste dall'accordo da parte del Dipartimento di Ingegneria Idraulica Ambientale, Infrastrutture Viarie, Rilevamento - Sezione Rilevamento Politecnico di Milano si rende necessario che l'OGS eroghi un contributo finanziario pari ad Euro 10.000,00 (diecimila);
- Accertata la necessità di impegnare la spesa;

Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - OGS
Atti dei Direttori di Dipartimento, delle Strutture Tecniche di Servizio e dei
Dirigenti Amministrativi - anno 2007

Atto n. 032/2007 CRS del 02.03. 2007

Pag. 2

- Visti gli artt. 2, primo comma, lettera d) e 3, primo comma, lettera a) della Legge 30 novembre 1989, n. 399 e s. m.;
- Visto l' art. 27, del "Regolamento concernente l'amministrazione e la gestione finanziaria contabile dell'OGS";

dispone

- Art. 1 di approvare l'accordo inerente i servizi di ricerca con il Dipartimento di Ingegneria Idraulica Ambientale, Infrastrutture Viarie, Rilevamento - Sezione Rilevamento Politecnico di Milano nell'ambito del progetto di ricerca denominato "Rete di posizionamento di precisione GPS in tempo reale" di cui all'allegato n. 1;
- Art. 2 di sottoscrivere la documentazione necessaria e conseguente;
- Art. 3 di impegnare la spesa di Euro 10.000,00 sul capitolo 83406 articolo 20 commessa 2511 del bilancio di previsione dell'esercizio finanziario 2006 impegno n. 4628/2006.

IL DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO
CENTRO RICERCHE SISMOLOGICHE

(dr. Enrico Priolo)



ACQUISITO ALLA RACCOLTA UFFICIALE DEGLI ATTI DELL'ENTE

Redatto Sedi-CRS



**ISTITUTO NAZIONALE DI OCEANOGRAFIA E
GEOFISICA SPERIMENTALE**

Dipartimento Centro di Ricerche Sismologiche (CRS)

Una rete GPS per il posizionamento in tempo reale nel Friuli-Venezia Giulia (GPS-RTK)

Responsabile Scientifico: Dr. Enrico Priolo

Codice Progetto: 200501640001

Contributi concessi ai sensi dell'art.11 della LR 11/2003 e dell'art. 7 del "Regolamento per la concessione di contributi per la realizzazione di progetti di ricerca scientifica e applicata e di iniziative di trasferimento e di diffusione dei risultati della ricerca" emanato con D.P.Reg. n. 0324/Pres. del 08/10/2004.

RELAZIONE DEL COLLABORATORE SCIENTIFICO

Prof. Bruno Della Vedova

Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale – Università degli Studi di Trieste

- Relazione scientifica
- Accordo di collaborazione
- Atto di accettazione del Direttore di Dipartimento CRS dell'OGS dell'accordo di collaborazione



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TRIESTE
Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale
34127 Trieste, Italia - p.le Europa 1
Sezione di INGEGNERIA PER LE GEORISORSE E L'AMBIENTE
Via Valerio 10, I - 34127 TRIESTE (TS)
Tel.: +39 040 558 3478, 3495; Fax: +39 040 558 3497

**Progetto: "UNA RETE GPS PER IL POSIZIONAMENTO IN TEMPO REALE NEL
FRIULI VENEZIA GIULIA"**

Coordinato dall'Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale, Borgo Grotta Gigante, Sgonico (Coordinatore: Dr. Enrico Priolo)

Attività del Partner Università di Trieste, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Università degli Studi di Trieste durante il 1° anno

(Responsabile scientifico: prof. Bruno Della Vedova)

Nel corso del primo anno di attività del Progetto GPS-RTK il partner DICA, Università di Trieste ha contribuito al raggiungimento degli obiettivi previsti, curando e portando a termine i seguenti *tasks*, secondo il programma originale delle attività:

- "Inquadramento geologico-geodinamico della Regione Friuli-Venezia Giulia": il DICA ha contribuito all'analisi e approfondimento del quadro geodinamico della Regione, allo scopo di individuare le aree di deformazione crostale in atto e le zone di avampaese, relativamente stabili. L'assetto geodinamico dell'area è di estrema importanza per la progettazione della rete di monitoraggio delle deformazioni lente e per l'interpretazione delle serie temporali acquisite.
- "Monumentazione di stazioni GPS fisse in aree di pianura (terreni sciolti)": il DICA ha partecipato attivamente alle attività di progettazione ed installazione della stazione di Palazzolo, mantenendo i contatti con il Partner della Ohio State University (Prof. Mike Bevis), che ha fornito il know-how per questo tipo di installazioni.
- "Transfer scientifico e tecnologico dal team della Ohio State University - Prof. Bevis agli enti di ricerca della Regione FVG". Il DICA ha curato i contatti con la Ohio State University, School of Earth Sciences, organizzando il viaggio e la conferenza del Prof. Bevis a Trieste, presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Trieste (16 Luglio 2007).
- Organizzazione del convegno "GPS-RTK: Una rete per il posizionamento in tempo reale nel Friuli Venezia Giulia", tenutosi ad Udine il 03 Ottobre 2007. Il DICA ha attivamente contribuito all'organizzazione del convegno, nel quale sono state esposte le problematiche e lo stato di avanzamento dei lavori della rete. Il Prof. Della Vedova ha fatto il moderatore del convegno, partecipando alla discussione finale e moderando la tavola rotonda.

(Prof. Bruno Della Vedova)

CONVENZIONE INERENTE ATTIVITA' DI RICERCA

TRA

l'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - OGS (di seguito OGS), codice fiscale e Partita IVA 00055590327, con sede in Sgonico (TS), Borgo Grotta Gigante 42/c, rappresentato dal Direttore del Dipartimento Centro di Ricerche Sismologiche Dott. Enrico Priolo, domiciliato per la carica presso la sede dell'OGS, autorizzato alla stipula della presente convenzione con Atto n. 030/2007 CRS dd. 02.03.2007,

E

L'Università degli studi di Trieste - Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale in seguito indicata come "Dipartimento" (codice fiscale N° 80013890324), con sede e domicilio fiscale in Piazzale Europa,1 e sede amministrativa presso il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale in Trieste - Piazzale Europa, 1, rappresentata dal Direttore pro-tempore del Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, prof. ing. Fabio Santorini nato a Trieste 27/02/1939, cui è stata attribuita la competenza alla sottoscrizione del presente atto, a decorrere dal 1.11.2006, dal Regolamento di Ateneo per l'amministrazione, la finanza e la contabilità (Art. 102), previa autorizzazione del Consiglio di Dipartimento n. 10 del 14.12.2006 (Punto 9.a).

PREMESSO CHE

- il Dipartimento dispone delle competenze e delle strutture necessarie allo svolgimento di ricerche nel campo del posizionamento di alta precisione in tempo reale basato su tecnologia GPS e per il miglioramento del modello geodinamico dell'area regionale friulana.

SI CONVIENE E SI STIPULA QUANTO SEGUE

ARTICOLO 1. - La “premessa” fa parte integrante della convenzione.

ARTICOLO 2. - Scopo della Convenzione è quello di istituire una collaborazione tra l’OGS e il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale - Sez. Georisorse e Ambiente Università degli Studi di Trieste (chiamato di seguito anche Contraente) per lo svolgimento di attività di ricerca nel campo del posizionamento di alta precisione in tempo reale basato su tecnologia GPS e per il miglioramento del modello geodinamico dell’area regionale friulana, con particolare riguardo alla definizione dei processi tettonici che controllano la deformazione attiva ed del potenziale sismico delle zone sismogeniche. La collaborazione prevede da parte del Contraente lo svolgimento della seguente attività:

- inquadramento geologico-geodinamico della Regione Friuli-Venezia Giulia;
- organizzazione di un convegno, da tenersi, nella prima decade di luglio, in cui verranno esposte le problematiche e lo stato di avanzamento dei lavori della rete.

ARTICOLO 3. - Responsabile scientifico per il Contraente è il prof. Bruno Della Vedova, al quale compete anche il compito di mantenere le comunicazioni di carattere ufficiale e di relazionare periodicamente l’esito delle attività al coordinatore scientifico del Progetto, Dr. Enrico Priolo, nonché di predisporre il rapporto scientifico finale. Il rendiconto scientifico dovrà essere inviato all’OGS entro la data di conclusione del progetto fissata nel giorno 31 agosto 2007.

ARTICOLO 4. - La presente convenzione durerà dalla data della stipula al giorno 31 agosto 2007, data di conclusione del Progetto GPR-RTK. L’OGS

si impegna a versare al Contraente la somma forfettaria di € 15.000,00 (quindicimila), in un'unica rata, successivamente alla firma della stipula del presente accordo, previa presentazione di note di addebito. La somma suddetta sarà versata dall'OGS all'Università - Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, tramite bonifico bancario sul c/c 000003892054 acceso presso la UniCredit Banca S.p.a, "Trieste Severo 2", ABI 02008 CAB 02223 - codice BBAN: Q 02008 02223 000003892054, intestato al Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale.

ARTICOLO 5. - Lo svolgimento del programma sarà affidato al personale che verrà scelto ed impegnato ad esclusiva cura del Contraente, secondo le proprie norme istituzionali, senza che per detto personale derivi alcun rapporto con l'OGS. A tutti gli oneri relativi, nessuno escluso, farà fronte il Contraente, senza alcuna possibilità di rivalsa, anche solo parziale, in caso di maggiore spesa, nei confronti dell'OGS stesso.

ARTICOLO 6. - Poiché l'OGS ha il diritto di utilizzare per i propri fini istituzionali i risultati della ricerca oggetto della presente Convenzione, il Contraente si impegna, nel caso di pubblicazione, anche parziale, dei risultati della ricerca che preceda la pubblicazione da parte dell'OGS, a richiedere l'autorizzazione al coordinatore scientifico della Convenzione ed al Presidente dell'OGS. I risultati dell'attività di ricerca svolta con i fondi di cui alla presente Convenzione, qualora resi pubblici, dovranno recare l'indicazione "Lavoro svolto nell'ambito del Progetto denominato "GPS-RTK - Una rete GPS per il posizionamento in tempo reale" finanziato dalla Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia nell'ambito della L.R. 11/2003, art. 11, progetto n. 200501640001".

ARTICOLO 7. - Le parti concordano di definire amichevolmente qualsiasi vertenza che possa nascere dall'interpretazione della presente Convenzione.

Nel caso non sia possibile raggiungere in questo modo l'accordo, qualsiasi controversia derivante da o relativa all'esecuzione di questa Convenzione sarà risolta mediante arbitrato rituale ai sensi dell'art. 806 e successivi del Codice di Procedura Civile.

L'arbitrato avrà luogo in Trieste. Il Collegio Arbitrale sarà composto da tre arbitri: uno nominato da OGS, l'altro dal Contraente ed il terzo, che fungerà da Presidente, sarà nominato dai primi due arbitri. Qualora i due arbitri sopra designati non raggiungessero un accordo sulla nomina del terzo arbitro, questi sarà designato dal Presidente del Tribunale di Trieste. Le decisioni del Collegio arbitrale saranno vincolanti per le parti.

ARTICOLO 8. - La presente convenzione, essendo formata mediante corrispondenza, sarà registrata solo in caso d'uso, a norma dell'art. 5, comma 1, del D.P.R. 131/86. Il costo della registrazione sarà a carico del richiedente. Il presente accordo non è soggetto all'IVA ai sensi degli artt.1 e 4 del DPR 633/72 e successive modificazioni ed integrazioni.

Redatta in duplice copia originale, viene letta, approvata e sottoscritta.

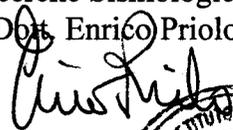
Trieste, 6 marzo 2007
Per l'Università di Trieste,
Dipartimento di Ingegneria Civile e
Ambientale - Sez. Georisorse e
Ambiente

Il Direttore
Prof. Fabio Santorini



Sgonico, marzo 2007
Per l'Istituto Nazionale di Oceanografia
e di Geofisica Sperimentale

Il Direttore del Dipartimento Centro di
Ricerche Sismologiche
Dott. Enrico Priolo



Oggetto: Approvazione dell'accordo inerente servizi di ricerca con il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale – Sezione Georisorse e Ambiente dell'Università degli Studi di Trieste nell'ambito del progetto di ricerca denominato "Rete di posizionamento di precisione GPS in tempo reale".

Il Direttore del Dipartimento del Centro Ricerche Sismologiche, dott. Enrico Priolo, nel proprio ufficio di Udine;

Vista la delibera n. 5.1.2.2007, assunta dal Consiglio di Amministrazione (CdA), nell'adunanza dd. 16.02.2007, avente per oggetto "Definizione della competenza per materia e valore del Presidente, del Direttore Generale, dei Direttori di Dipartimento e delle Strutture Tecniche e dei Dirigenti Amministrativi";

Vista la delibera del CdA n. 6.4.5.2006 dd. 16 giugno 2006 avente per oggetto "Accettazione del finanziamento da parte della Regione Autonoma Friuli- Venezia Giulia per la realizzazione del progetto denominato "Rete di posizionamento di precisione GPS in tempo reale";

Rilevato che nell'ambito di tale progetto è necessaria una collaborazione che riguarda le seguenti attività:

- ▶inquadramento geologico-geodinamico della Regione Friuli-Venezia Giulia;
- ▶organizzazione di un convegno, da tenersi, nella prima decade di luglio, in cui verranno esposte le problematiche e lo stato di avanzamento dei lavori della rete;

Preso atto che al fine di realizzare quanto sopra descritto si rende necessario stipulare un accordo con l'Università degli Studi di Trieste";

Vista la bozza di accordo inerente servizi di ricerca (Allegato n. 1);

Rilevato che al fine dello svolgimento dell'attività previste dall'accordo da parte del Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale – Sezione Georisorse e Ambiente dell'Università degli Studi di Trieste si rende necessario che l'OGS eroghi un contributo finanziario pari ad Euro 15.000,00 (quindicimila);

Accertata la necessità di impegnare la spesa;

Redatto Sedi-CRS

Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - OGS
Atti dei Direttori di Dipartimento, delle Strutture Tecniche di Servizio e dei
Dirigenti Amministrativi - anno 2007

Atto n. 030/2007 CRS del 02.03. 2007

Pag. 2

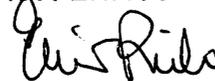
- Visti gli artt. 2, primo comma, lettera d) e 3, primo comma, lettera a) della Legge 30 novembre 1989, n. 399 e s. m.;
- Visto l' art. 27 del Regolamento concernente l'amministrazione e la gestione finanziaria contabile dell'OGS;

dispone

- Art. 1 di approvare l'accordo inerente i servizi di ricerca con il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale – Sezione Georisorse e Ambiente dell'Università degli Studi di Trieste nell'ambito del progetto di ricerca denominato "Rete di posizionamento di precisione GPS in tempo reale" di cui all'allegato n. 1;
- Art. 2 di sottoscrivere la documentazione necessaria e conseguente;
- Art. 3 di impegnare la spesa di Euro 15.000,00 sul capitolo 83406 articolo 20 commessa 2511 del bilancio di previsione dell'esercizio finanziario 2006 impegno n. 4630/2006.

IL DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO
CENTRO RICERCHE SISMOLOGICHE

(dr. Enrico Priolo)



ACQUISITO ALLA RACCOLTA UFFICIALE DEGLI ATTI DELL'ENTE

Redatto Sedi-CRS



**ISTITUTO NAZIONALE DI OCEANOGRAFIA E
GEOFISICA SPERIMENTALE**

Dipartimento Centro di Ricerche Sismologiche (CRS)

Una rete GPS per il posizionamento in tempo reale nel Friuli-Venezia Giulia (GPS-RTK)

Responsabile Scientifico: Dr. Enrico Priolo

Codice Progetto: 200501640001

Contributi concessi ai sensi dell'art.11 della LR 11/2003 e dell'art. 7 del "Regolamento per la concessione di contributi per la realizzazione di progetti di ricerca scientifica e applicata e di iniziative di trasferimento e di diffusione dei risultati della ricerca" emanato con D.P.Reg. n. 0324/Pres. del 08/10/2004.

RELAZIONE DEL COLLABORATORE SCIENTIFICO

Prof. Maurizio Battaglia

precedentemente *Department of Structural Geology & Geodynamics - Universität Göttingen (Germania)*,

attualmente *Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Roma "La Sapienza"*

- Relazione scientifica
- Accordo di collaborazione
- Atto di accettazione del Direttore di Dipartimento CRS dell'OGS dell'accordo di collaborazione

Dr. Enrico Priolo
OGS
Borgo Grotta Gigante 42/c
34010 Sgonico (TS)

Oggetto: Relazione sulle attività svolte all'interno del Progetto GPS-RTK durante l'anno accademico 2006-2007

Il lavoro di ricerca svolto presso l'Università di Gottinga fino al giugno del 2006 e poi presso l'Università di Roma "La Sapienza" nell'ambito del Progetto GPS-RTK e' consistito nell'utilizzo di dati GPS dalla rete FREdNet per la caratterizzazione dei processi tettonici regionali e locali. In particolare, il lavoro svolto ha permesso di

- stimare entità, direzione e velocità di deformazione nei diversi punti della rete FREdNet
- sviluppare modelli cinetici della tettonica attiva del Friuli Venezia per stimare lo sforzo intersismico.
- fare la prima occupazione di una nuova rete episodica di monitoraggio geodetico nell'area di epicentro del terremoto del 1976. Durante questa campagna sono stati occupati due volte circa 15 capisaldi con ricevitori GPS a doppia frequenza per sessioni di almeno 8 ore.

Per determinare il campo delle velocità di deformazione nell'area del Friuli abbiamo analizzato i dati GPS provenienti dalle rete FREdNet e da altre 35 stazioni GPS in continuo situate intorno all'Adriatico. I dati GPS sono stati analizzati utilizzando il pacchetto software GAMIT/GLOBK. La procedura sviluppata per il calcolo delle soluzioni e' stata automatizzata ed e' attualmente utilizzata dal CRS-INOGS nell'analisi giornaliera dei dati GPS. Insieme a questa procedura, sono stati sviluppati (in collaborazione con il CRS) alcuni algoritmi MatLab per la trasformazione delle coordinate GPS nei sistemi di riferimento ETRS89 e ETRF00.

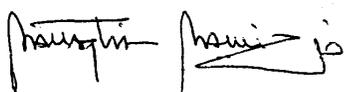
I dati provenienti dalle 42 stazioni GPS analizzate indicano una direzione di collisione obliqua della microplacca Adriatica con il Friuli meridionale che si sposta NNW verso il Friuli settentrionale alla velocità relativa di 1,6 - 2,2 millimetri / anno. Per studiare la tettonica abbiamo utilizzato un modello cinematico tridimensionale consistente in un faglia che si incunea all'interno della piana del Friuli, approssimando il confine tra la microplacca Adriatica e la placca Europea. La topografia del Friuli e delle regioni limitrofe e' stata simulata utilizzando un modello digitale di elevazione (DEM). I risultati mostrano una elevata correlazione tra le aree di accumulo dello sforzo e cruppi di ipocentri dei maggiori terremoti recenti e dei loro aftershock.

Questi risultati sono stati presentati a congressi internazionali e sono stati sottomessi per la pubblicazione a riviste scientifiche internazionali

Bechtold M., M. Battaglia, D. Tanner and D. Zuliani. Tectonics of the Friuli area (NE Italy): results from continuous GPS and kinematic modeling. *Geophys. Res. Abstracts*, Vol. 9, 00279, 2007

Bechtold M., M. Battaglia, D. Tanner and D. Zuliani, Constraints on the active tectonics of the Friuli/NW-Slovenia area from CGPS measurements and kinematic modeling, *sottomesso a Geophysics Research Letters* (Ottobre 2007)

Cordiali Saluti



Maurizio Battaglia

Prof. M. Battaglia

Department of Earth Sciences
University of Rome I
P.le A. Moro 5
00185 Roma
Italy

Tel.: +39 06 4991 4142

Fax: +39 06 4454729

maurizio.battaglia@uniroma1.it

CONVENZIONE INERENTE ATTIVITA' DI RICERCA

TRA

l'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - OGS (di seguito OGS), codice fiscale e Partita IVA 00055590327, con sede in Sgonico (TS), Borgo Grotta Gigante 42/c, rappresentato dal Direttore del Dipartimento Centro di Ricerche Sismologiche Dott. Enrico Priolo, domiciliato per la carica presso la sede dell'OGS, autorizzato alla stipula della presente convenzione con Atto n. 033/2007 CRS dd. 02.03.2007,

E

l'Università degli Studi di Roma I "La Sapienza", Dipartimento di Scienze della Terra (di seguito UNIROMA1), con sede in Roma, in Piazzale Aldo Moro, 5, rappresentata per la firma del presente atto dal Direttore del Dipartimento Prof. Vincenzo Ferrini autorizzato, ai sensi dell'art. 47 del Regolamento d'Ateneo per l'amministrazione, la finanza e la contabilità, dal Consiglio di Dipartimento del 30/03/2007

PREMESSO CHE

1. il l'OGS, attraverso il suo Dipartimento CRS, dispone delle competenze e delle strutture necessarie allo svolgimento di ricerche nel campo del posizionamento di alta precisione in tempo reale basato su tecnologia GPS e per il miglioramento del modello geodinamico dell'area regionale friulana;
2. la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, nell'ambito delle iniziative di sostegno alle attività di ricerca scientifica e applicata di cui al D.P.Reg. n. 0324/Pres. del 8/10/2004 e alla successiva L.R. 11/2003, ha finanziato l'OGS

con un contributo per la realizzazione del Progetto denominato “GPS-RTK - Una rete GPS per il posizionamento in tempo reale”;

SI CONVIENE E SI STIPULA QUANTO SEGUE

ARTICOLO 1. - La “premessa” fa parte integrante della convenzione.

ARTICOLO 2. - Scopo della Convenzione è quello di istituire una collaborazione tra l’OGS, Dipartimento Centro di Ricerche Sismologiche, e il Dipartimento di Scienze della Terra dell’Università degli Studi di Roma I “La Sapienza” (chiamati di seguito Contraenti) per lo svolgimento di attività di ricerca nel campo del posizionamento di alta precisione in tempo reale basato su tecnologia GPS e per il miglioramento del modello geodinamico dell’area regionale friulana, con particolare riguardo alla definizione dei processi tettonici che controllano la deformazione attiva e del potenziale sismico delle zone sismogeniche. La collaborazione prevede lo svolgimento della seguente attività:

- inquadramento rete nei sistemi IGM95-ETRF89, IGB00;
- interpretazione del campo di velocità da misure GPS continue.

ARTICOLO 3. - Responsabile scientifico della presente Convenzione per l’OGS è il Dr. Enrico Priolo, che è anche responsabile scientifico del Progetto GPS-RTK. Responsabile scientifico della presente Convenzione per UNIROMA1 è il dr. Maurizio Battaglia. Ad essi compete anche il compito di mantenere le comunicazioni di carattere ufficiale e di predisporre il rapporto scientifico finale alla conclusione delle attività. Il rendiconto scientifico dovrà essere inviato all’OGS entro i 60 gg. Successivi alla data di conclusione del Progetto GPS-RTK, che è fissata nel giorno 31 agosto 2007, per consentire la predisposizione del rendiconto scientifico del Progetto GPS-RTK al responsabile del progetto.

ARTICOLO 4. - La presente convenzione durerà dalla data della stipula al giorno 31 agosto 2007, data di conclusione del Progetto GPR-RTK. L’OGS si impegna a

versare al Contraente il contributo di € 10.000,00 (diecimila), in un'unica rata, successivamente alla firma della stipula del presente accordo, previa presentazione di note di addebito. La somma suddetta sarà versata dall'OGS al Dipartimento di Scienze della Terra sul Conto Corrente n. 9172 presso la Banca di Roma Agenzia 153, ABI 03002, CAB 03371 Codice CIN "F", Piazzale Aldo Moro, 5 - 00185 Roma, intestato al Dipartimento di Scienze della Terra – Ente 1819.

ARTICOLO 5. - Lo svolgimento del programma sarà affidato al personale che verrà scelto ed impegnato ad esclusiva cura dei Contraenti, secondo le proprie norme istituzionali, senza che per detto personale derivi alcun rapporto reciproco.

ARTICOLO 6. - L'OGS, in quanto responsabile scientifico e coordinatore del Progetto GPS-RTK e in quanto l'attività oggetto di detto Progetto rientra tra i propri compiti istituzionali, ha il diritto di utilizzare per i propri fini istituzionali i risultati della ricerca che sono oggetto della presente Convenzione. I Contraenti si impegnano a concordare le modalità di pubblicazione dei risultati della ricerca. I risultati dell'attività di ricerca svolta con i fondi di cui alla presente Convenzione, qualora resi pubblici, dovranno recare l'indicazione "Lavoro svolto nell'ambito del Progetto denominato "GPS-RTK - Una rete GPS per il posizionamento in tempo reale" co-finanziato dalla Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia nell'ambito della L.R. 11/2003, art. 11, progetto n. 200501640001".

ARTICOLO 7. - Le parti concordano di definire amichevolmente qualsiasi vertenza che possa nascere dall'interpretazione della presente Convenzione.

Redatta in duplice copia originale, viene letta, approvata e sottoscritta.

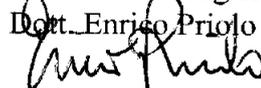
Roma, 29 maggio 2007
Per l'Università di Roma, Dipartimento
di Scienze della Terra

Il Direttore
Prof. Vincenzo Ferrini



Sgonico,
Per l'Istituto Nazionale di Oceanografia
e di Geofisica Sperimentale

Il Direttore del Dipartimento Centro di
Ricerche Sismologiche
Dott. Enrico Priolo



Oggetto: Approvazione dell'accordo inerente servizi di ricerca con il Dipartimento di Scienze della Terra Università degli Studi di Roma "La Sapienza" nell'ambito del progetto di ricerca denominato "Rete di posizionamento di precisione GPS in tempo reale".

Il Direttore del Dipartimento del Centro Ricerche Sismologiche, dott. Enrico Priolo, nel proprio ufficio di Udine;

Vista la delibera n. 5.1.2.2007, assunta dal Consiglio di Amministrazione (CdA), nell'adunanza dd. 16.02.2007, avente per oggetto "Definizione della competenza per materia e valore del Presidente, del Direttore Generale, dei Direttori di Dipartimento e delle Strutture Tecniche e dei Dirigenti Amministrativi";

Vista la delibera del CdA n. 6.4.5.2006 dd. 16 giugno 2006 avente per oggetto "Accettazione del finanziamento da parte della Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia per la realizzazione del progetto denominato "Rete di posizionamento di precisione GPS in tempo reale";

Rilevato che nell'ambito di tale progetto è necessaria una collaborazione che riguarda le seguenti attività:

- ▶ inquadramento rete nei sistemi IGM95-ETRF89, IGB00
- ▶ interpretazione del campo di velocità da misure GPS continue;

Preso atto che al fine di realizzare quanto sopra descritto si rende necessario stipulare un accordo con l'Università degli Studi della Terra di Roma "la Sapienza";

Vista la bozza di accordo inerente servizi di ricerca (Allegato n. 1);

Rilevato che al fine dello svolgimento dell'attività previste dall'accordo da parte dell'Università degli Studi della Terra di Roma "la Sapienza" si rende necessario che l'OGS eroghi un contributo finanziario pari ad Euro 10.000,00 (diecimila);

Accertata la necessità di impegnare la spesa;

Visti gli artt. 2, primo comma, lettera d) e 3, primo comma, lettera a) della Legge 30 novembre 1989, n. 399 e s. m.;

ACQUISITO ALLA RACCOLTA UFFICIALE DEGLI ATTI DELL'ENTE

Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - OGS
Atti dei Direttori di Dipartimento, delle Strutture Tecniche di Servizio e dei
Dirigenti Amministrativi - anno 2007

Atto n. 033/2007 CRS del 02.03.2007

Pag. 2

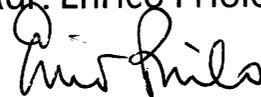
Visto l' art. 27, del "Regolamento concernente l'amministrazione e la gestione finanziaria contabile dell'OGS";

dispone

- Art. 1 di approvare l'accordo inerente i servizi di ricerca con il Dipartimento di Scienze della Terra Università degli Studi di Roma I "La Sapienza" nell'ambito del progetto di ricerca denominato "Rete di posizionamento di precisione GPS in tempo reale" di cui all'allegato n. 1;
- Art. 2 di sottoscrivere la documentazione necessaria e conseguente;
- Art. 3 di impegnare la spesa di Euro 10.000,00 sul capitolo 83406 articolo 20 commessa 2511 del bilancio di previsione dell'esercizio finanziario 2006 impegno n. 4631/2006.

IL DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO
CENTRO RICERCHE SISMOLOGICHE

(dr. Enrico Priolo)



ACQUISITO ALLA RACCOLTA UFFICIALE DEGLI ATTI DELL'ENTE

Redatto Sedi-CRS

ALLEGATO

(sulla copertina posteriore)

Pieghevole del Congresso GPS-RTK, Udine, 3 ottobre 2007

