





SIFET 03 08

Bollettino della Società Italiana
di Fotogrammetria e Topografia
n 3 anno 2008

Periodico trimestrale
Sped in abb. post 45% art 2
comma 20/b legge 662/96 - Filiale CMP
Cagliari - ISSN 1721-971X
Autorizzazione del Tribunale di Firenze
n. 1515 del 4 dicembre 1962
iscrizione RNS n. 01907 vol. 20 foglio 29
del 27 maggio 1986
Distribuzione gratuita ai soci SIFET
Associato alla
Unione Stampa Periodica Italiana



Direttore responsabile

Prof. Elio Falchi

Comitato di Redazione

Prof. Alessandro Capra
Ing. Paolo Aminti
Prof.ssa Maria Antonia Brovelli
Ing. Virgilio Cima
Prof.ssa Donatella Dominici
Prof. Stefano Gandolfi
Ing. Claudio Pigato
Prof. Livio Pinto
Prof. Fulvio Rinaudo
Prof. Luca Vittuari
Ing. Giuseppina Vacca

Segreteria di Redazione

Ilaria Banni
SIFET
C.P. 286 Cagliari Centro
Piazza del Carmine
09124 CAGLIARI
e-mail: redazione@sifet.org
t 070 6755436/42

Progetto grafico

S. Asili, G. Toneguzzi

Autorizzazione del Tribunale
di Firenze n. 1515 del 4.12.62
iscrizione R.N.S.
n. 01907 vol. 20 foglio. 29
del 27.5.86

ABBONAMENTO ANNUALE AL BOLLETTINO

Soci: distribuzione gratuita
Non Soci:
Italia e Comunità Europea € 80.00
Altri Stati € 100.00

In questo numero:**Nella foto sopra**

Zhilin Li e Fulvio Rinaudo
ISPRS 2008

Nella foto a fianco

Rete di SP IGS

- 11 La rete NRTK SARNET della Sardegna**
Aldo BANNI, Giannina SANNA, Giuseppina VACCA, Antonio VIVANET,
Carlo VADILONGA
- 29 Esperienza congiunta di Network RTK in Lombardia e Piemonte: test svolti e risultati**
Vincenzo BARRILE, Alberto CINA, Maria Elena GAETANI, Manuele PESENTI
Marco PIRAS, Nishshanka PRASANNA, Vincenza TORNATORE
- 45 Un esperimento per la determinazione di traiettorie di veicoli ferroviari con il GPS in modalità NRTK**
Riccardo BARZAGHI, Barbara BETTI, Daniele PASSONI, Vincenza TORNATORE
- 59 Verifica della potenzialità dell'utilizzo di ricevitori GPS a singola frequenza per il controllo: raccolta dati e primi risultati**
Barbara BETTI, Vincenza TORNATORE, Horea BENDEA
- 75 Applicabilità e attendibilità di sensori GNSS e GNSS/IMU di basso costo per scopi cinematici**
Alberto CINA, Mattia DE AGOSTINO, Ambrogio MANZINO, Chiara PORPORATO
- 91 Strutture per la definizione di sistemi di riferimento per il posizionamento di precisione GNSS**
Stefano GANDOLFI
- 113 Il Congresso Internazionale ISPRS di Pechino**
Fulvio RINAUDO

La SIFET
per il quadriennio
2007-2010

Presidente

Prof. Ing. Elio Falchi
c/o DIST - Facoltà di Ingegneria
Piazza d'Armi - 09123 Cagliari
t 070 6755436
f 070 6755405
e eliofalchi@tiscali.it

Vice Presidente

Prof. Luciano Surace
c/o Istituto Idrografico
della Marina
Passo Osservatorio, 4
16134 Genova
t 010 2443363
f 010 2443391
e luciano.surace@libero.it

Tesoriere

Prof. Ing. Giannina Sanna
c/o DIST - Facoltà di Ingegneria
Piazza d'Armi - 09123 Cagliari
t 070 6755437
f 070 6755405
e topoca@unica.it

Segretario

Geom. Ornella Sperandeo
Via Bixio, 10
20052 Monza
e geom.sperandeo@sperandeo.it

Assessori

Prof. Livio Pinto
c/o DIAR - Politecnico di Milano
Piazza Leonardo da Vinci, 32
20133 Milano
t 02/23996525
f 02/23996530
e livio.pinto@polimi.it

Geom. Renzo Maseroli
c/o Istituto Geografico Militare
Via di Novoli, 93 50127 Firenze
t 055 2732442
f 055 417909
e maseroli@tin.it

Sede legale

c/o FAST - P.le Morandi 2
20121 Milano
Partita Iva 04295830154
Codice fiscale 00754730588

Coordinate SIFET

C.C.P. Banco Posta n. 39667761
IBAN IT45Q076010480000039667761
intestato a Sifet C. P. n. 286
Cagliari Centro
Piazza del Carmine
09124 Cagliari

Il Consiglio Direttivo della Società è così costituito

Giunta esecutiva

Presidente
Prof. Ing. Elio Falchi
Vice Presidente
Prof. Luciano Surace
Segretario
Geom. Ornella Sperandeo
Tesoriere
Prof. Giannina Sanna
Assessori
Geom. Renzo Maseroli
Prof. Livio Pinto

Membri onorari

Gen. Mario Carlà
Geom. Angelo Pericoli
Prof. Enrico Vitelli

Membri di diritto

Direttore del Centro Informazioni
Geotopografiche dell'Aeronautica

Direttore del Dipartimento
del Territorio delle Finanze
Direttore dell'Istituto Geografico
Militare
Direttore dell'Istituto Idrografico
della Marina
Direttore del Servizio Geologico
Nazionale
Presidente del Consiglio
Nazionale degli Architetti
Presidente del Consiglio
Nazionale dei Geometri
Presidente del Consiglio
Nazionale degli Ingegneri
Presidente CS SIFET
Presidente Sezione SIFET Palermo
Presidente Sezione SIFET Catania

Membri ordinari

(oltre ai componenti la giunta
esecutiva)
Prof. Maurizio Barbarella
Geom. Karl Bernard
Prof. Alberto Cina
Prof. Sergio Dequal
Geom. Vittorio Grassi
Geom. Otello Grassi
Prof. Ambrogio Manzino
Geom. Stefano Nicolodi
Prof. Anna Spalla
Ing. Giuseppina Vacca

Probiviri

Ing. Virgilio Cima
Prof. Giovanmaria Lechi
Prof. Attilio Selvini

Revisori dei conti

Sig.ra Giusy Italiano
Ing. Marco Nardini
Le quote sociali (con rinnovo entro
il 31 Marzo) per l'anno 2008
sono le seguenti:

Soci annuali individuali

Euro 50.00 (Europa)

Euro 70.00

Soci annuali collettivi

Euro 250.00 (Europa)

Euro 305.00

Soci annuali giovani (*)

Euro 25.00 (Europa)

Euro 45.00

Soci vitalizi individuali

Euro 650.00 (Europa)

Euro 975.00

Soci vitalizi collettivi

Euro 2260.00 (Europa)

Euro 3250.00

(*) età inferiore a 26 anni

Per informazioni:

Segreteria Amministrativa
Dott.ssa Lucia Amato
t +39 070 6755406
e amministrazione@sifet.it

scienza sifet

La rete NRTK SARNET della Sardegna

Aldo BANNI
Giannina SANNA
Giuseppina VACCA
Antonio VIVANET
Dipartimento di Ingegneria Strutturale
Sezione di Topografia
Piazza D'Armi
09123 Cagliari
t 0706755442
f 0706755405
e abanni@unica.it
topoca@unica.it
vaccag@unica.it
avivanet@unica.it

Key words > SARNET, NRTK, GPSNet, Stazioni Permanenti GPS

Riassunto > Nell'ambito del progetto di ricerca finanziato dal MIUR per gli anni 2006-2007 (PRIN 2005) dal titolo "Ottimizzazione delle applicazioni topografiche con l'integrazione di una rete di stazioni permanenti GPS", il gruppo di ricerca dell'Università di Cagliari ha affrontato diverse tematiche legate alla trasmissione di correzioni differenziali GPS, alla progettazione e calcolo di reti integrate di stazioni permanenti GPS, allo studio del sistema GLONASS e in particolare al suo supporto nei rilievi satellitari sia in Real Time sia in post-processamento. La possibilità di lavorare su una rete è nata grazie alla collaborazione con le società Sardinia IT e Geodesia Tecnologie srl che hanno realizzato una rete di stazioni permanenti GPS estesa all'intero territorio regionale. All'interno di questa collaborazione abbiamo potuto trattare le problematiche legate alla definizione del sistema di riferimento ed alle attività di monitoraggio della stabilità delle stazioni e della qualità delle correzioni trasmesse in tempo reale. In particolare abbiamo avviato la procedura per il calcolo settimanale delle coordinate in IGS05 col software Bernese 5.0 e la trasformazione in ETRS89 ed abbiamo iniziato la serie di test per la valutazione della qualità delle correzioni di rete.

Carlo VADILONGA
Geodesia Tecnologie srl, Cagliari
via Forlanini, 17
09126 Cagliari
www.geodesia.biz
e geodesia@tiscali.it
avivanet@unica.it

Abstract > As a part of the research project funded by the MIUR for the years 2006-2007 (PRIN 2005) entitled "Improvement of topographic surveys with the integration of permanent GPS station network", the Research Group of the University of Cagliari has addressed several issues related to the transmission of differential GPS corrections, the design and calculation of integrated networks, GLONASS constellation support to Real Time and post-processed positioning. The opportunity to work on Networked RTK arose from a collaboration with the societies Sardinia IT and Geodesia Tecnologie srl who created a network of permanent GPS stations covering the whole Sardinia region. Within this collaboration we were able to deal with issues related to

Articolo ricevuto in redazione nel mese di Marzo 2008. Articolo accettato nel mese di Novembre 2008

the definition of the reference frame, the monitoring of the stations stability and the real time corrections quality. In particular, we started up the procedure for the weekly solutions with the Bernese 5.0 GPS software in the IGS05 reference frame and transformation in ETRS89 and we began the series of trials for assessing the quality of network corrections.

Esperienza congiunta di Network RTK in Lombardia e Piemonte: test svolti e risultati

Vincenzo BARRILE
Dipartimento di Informatica Matematica
Elettronica e Trasporti
Università Mediterranea di Reggio Calabria
Via Graziella Feo di Vito
89126 Reggio Calabria
t +39 0965 875301
f +39 0965 875214
e vincenzo.barrile@unirc.it

Alberto CINA
Politecnico di Torino - DITAG
Corso duca degli Abruzzi, 24
10129 TORINO
t 011-5647630 / 99
e alberto.cina@polito.it

Maria Elena GAETANI
Manuele PESENTI
Marco PIRAS
PhD in Geodesia e Geomatica
Politecnico di Torino - DITAG
C.so Duca degli Abruzzi, 24
10129 - Torino - Italia
t 39.011.090.7661
f 39.011.090.7699
e marco.piras@polito.it
manuele.pesenti@polito.it

Nishshanka PRASANNA
Vincenza TORNATORE
c/o DIAR Politecnico di Milano
(Sezione rilevamento)
Piazza Leonardo da Vinci 32
I-20133 Milano
e +39 02 23996502
f +39 02 23996530
e vincenza.tornatore@polimi.it

Key words > NRTK, reti GNSS, IGS05, RTCM3

Riassunto > La realizzazione sul territorio nazionale di un numero sempre crescente di reti GNSS a carattere regionale per il posizionamento in tempo reale sta cambiando il concetto di sistema di riferimento. Oggi è possibile effettuare dei rilievi non solo rispetto a un sistema di riferimento "statico", in cui le coordinate rimangono inalterate per diversi anni, ma anche rispetto a un sistema di riferimento "dinamico" materializzato e gestito attualmente, per lo più a livello regionale, da stazioni permanenti le cui coordinate vengono ricalcolate e aggiornate periodicamente in maniera automatica. (ad es. in IGS05) dagli stessi centri di servizi e analisi dati che curano le stesse reti regionali.

Il presente lavoro descrive i risultati di una campagna sia statica che cinematica realizzata ad hoc appoggiandosi a due reti di stazioni permanenti regionali presenti in Lombardia e Piemonte. In particolare utilizzando i dati raccolti in un rilievo in modalità cinematica di lunga durata effettuato su punti della rete IGM95 vengono analizzate le caratteristiche e la stabilità del posizionamento NRTK (Network Real Time Kinematic) al variare di alcuni importanti parametri. Vengono anche segnalati alcuni problemi ancora presenti in questo tipo di acquisizione che riguardano la copertura GSM per la ricezione delle correzioni differenziali. Viene inoltre discussa la precisione raggiungibile mediante NRTK, compatibile con quella del classico RTK appoggiato a una singola stazione permanente, e paragonabile se non migliore delle precisioni del sistema di riferimento nazionale in uso in Italia (IGM95). Per i punti presi in esame il confronto tra la soluzione statica e la soluzione cinematica (I-MAX Individualized MAX o VRS Virtual Reference Station) mostra delle differenze medie di 2 cm in planimetria e 3 cm in altimetria.

Abstract > The concept of reference system is changing because the number of regional GNSS networks for real time positioning on the national area is increasing. Nowadays, surveys are carried out, not only into a 'static' reference system, whose coordinates stay un-

Articolo ricevuto in redazione nel mese di Marzo 2008. Articolo accettato nel mese di Novembre 2008

changed for several years, but also respect to a dynamic reference system realized by GPS permanent stations whose coordinates are periodically recalculated and automatically updated (i.e. IGS05) by the same centres of analysis that take care of the regional networks.

The results of an "ad hoc" survey campaign, both static and kinematic, assisted by two regional GPS networks available in Lombardia and Piemonte are described in this work. Data collected in a kinematic survey of long duration, performed on several IGM95 vertex, the behaviour and stability of NRTK (Network Real Time Kinematic) positioning are especially analyzed in respect to the changes of some important parameters. Some important problems still present in such acquisition type are also presented as for instance the availability of the GSM signal important to receive the differential corrections. The obtainable precision using the NRTK method has been also discussed with respect to the classic RTK assisted by a single permanent station. The two methods have a comparable precision and often greater than of the national reference Italian Frame (IGM95). The comparison between the static and cinematic (I-MAX Individualized MAX o VRS Virtual Reference Station) shows mean differences equal to 2 cm in planimetric component and 3 cm in altimetric component.

Un esperimento per la determinazione di traiettorie di veicoli ferroviari con il GPS in modalità NRTK

Riccardo BARZAGHI
Barbara BETTI
Daniele PASSONI
Vincenza TORNATORE
DIIAR – Politecnico di Milano
Piazza Leonardo Da Vinci, 32
20133 Milano
t 02 23996502
f 02 23996530

Key words > NRTK, GNSS, VRS, FKP, Ferrovie

Riassunto > In questo lavoro si presentano i risultati di un esperimento di GPS cinematico effettuato con un veicolo ferroviario delle Ferrovie Nord Milano. Tale esperimento è stato realizzato in modalità NRTK utilizzando correzioni inviate dalla rete di stazioni permanenti della Regione Lombardia. Si sono utilizzati due ricevitori della stessa classe, il GX1230GG della Leica e il Leacy-E della Topcon. Questa strumentazione è stata posizionata sul tetto di una motrice Plasser & Theurer EM50 utilizzata dalle Ferrovie Nord Milano per il controllo dei binari. Le posizioni stimate nel corso della prova effettuata sul tratto Saronno-Tradate, in andata e ritorno, sono state confrontate con l'asse del binario ricavato da un precedente rilievo realizzato dalle Ferrovie Nord Milano. Il confronto ha evidenziato un sostanziale accordo dei due rilievi con differenze che, in planimetria e per stime con ambiguità fissata ad intero, hanno s.q.m. sempre inferiore ai 10 cm.

Abstract > This paper presents a kinematical GPS test performed on the Ferrovie Nord Milano railway. This experiment has been carried out using the NRTK method in the area where the Regione Lombardia GPS network is operating. Two receivers have been used: the Leica GX1230GG and the Topcon Leacy-E. They have been placed on top of the Plasser & Theurer EM50 tractor which is currently used by Ferrovie Nord Milano for rail checking operations. The estimated coordinates on the round trip Saronno-Tradate have been compared with the rail track as computed in a previous GPS campaign which was realized by Ferrovie Nord Milano. This comparison proved the substantial coherence of the two estimates. The standard deviation of the differences between the two is, in the horizontal fixed solution coordinates, always less than 10 cm.

Articolo ricevuto in redazione nel mese di Marzo 2008. Articolo accettato nel mese di Novembre 2008

Verifica della potenzialità dell'utilizzo di ricevitori GPS a singola frequenza per il controllo: raccolta dati e primi risultati

Barbara BETTI
Vincenza TORNATORE
DIAR - Sezione Rilevamento
Politecnico di Milano
Piazza, Leonardo da Vinci 32,
20133 Milano
t 39 02 2399 6508
f 39 02 2399 6530
e barbara.betti@polimi.it
Vincenza.tornatore@polimi.it

Horea BENDEA
DITAG, Politecnico di Torino,
Corso Duca degli Abruzzi, 24
10129 Torino
t 39 0115647658
e iosif.bendea@polito.it

Key words > NRTK, VRS, singola frequenza, controllo

Riassunto > Il presente lavoro ha permesso di effettuare analisi preliminari in merito alle potenzialità di strumenti GPS a costo contenuto per il controllo. In particolare si è voluta studiare la capacità di strumenti GPS a singola frequenza di rilevare piccoli spostamenti (dell'ordine di qualche centimetro) quali quelli che possono caratterizzare fenomeni naturali a lenta evoluzione, considerando anche il caso in cui sia disponibile una rete di stazioni permanenti in grado di fornire correzioni in continuo. Per raggiungere questo obiettivo è stata realizzata una slitta a movimento controllato tramite la quale impone spostamenti noti lungo tre direzioni x , y , z . Su di essa è stata montata un'antenna GPS collegata contemporaneamente, tramite uno splitter, ad un ricevitore GPS a singola frequenza e ad un ricevitore a doppia frequenza (utilizzato come termine di riferimento).

È stata realizzata una campagna di misura imponendo, ogni 15 minuti, spostamenti di 1 cm lungo le tre direzioni x , y , z fino ad uno spostamento massimo di 10 cm. Si sono eseguite sessioni di misura in tre giorni con tre diverse modalità di acquisizione dati in tempo reale, NRTK (Network RTK) VRS (Virtual Reference Station) 4 Km e NRTK VRS 0 Km, appoggiandosi alla rete di stazioni permanenti GPS Lombardia, e RTK rispetto alla singola stazione GPS permanente di Milano appartenente alla stessa rete.

I dati RINEX (Receiver Independent Exchange Format) acquisiti contemporaneamente al rilievo cinematico sono stati elaborati in post-processamento in modalità PPK rispetto alla stazione permanente di Milano. I risultati ottenuti nelle diverse giornate di rilievo sono stati confrontati qualitativamente tra loro. Sono inoltre stati effettuati primi test statistici per verificare sia la capacità di rilevare spostamenti, sia quella di riconoscere l'entità di tali spostamenti.

Abstract > This paper presents first investigations on the results achievable by single frequency GPS receivers assisted by a network of

Articolo ricevuto in redazione nel mese di Marzo 2008. Articolo accettato nel mese di Novembre 2008

GPS permanent stations, or by a single permanent station. The aim of the study is to evaluate the capabilities of such acquisition methods to estimate in real time little displacements (of the order of a few centimetres) like those of natural low evolution phenomena. Mean values on short measurement sessions, carried out in a kinematic way, have been considered. A measurement campaign that imposes known displacements to a control device, connected to two GPS receivers (one single and one double frequency) has been carried out with different acquisition methods.

The results obtained during the different surveys have been compared. Preliminary statistical tests have been performed to verify the capabilities of such methods both to detect displacements and to recognize their width.

Applicabilità e attendibilità di sensori GNSS e GNSS/IMU di basso costo per scopi cinematici

Alberto CINA
Mattia DE AGOSTINO
Ambrogio MANZINO
Chiara PORPORATO
Dipartimento dell'Ingegneria
dell'Ambiente, del Territorio
e delle Geotecnologie
DITAG, Politecnico di Torino
Corso Duca degli Abruzzi, 24
10129, Torino, Italia,
t +39011. 564.7630/7675/7687;
+39011.564.7699
e alberto.cina@polito.it
mattia.deagostino@polito.it
ambrogio.manzino@polito.it
chiara.porporato@polito.it

Key words > GPS a basso costo, DGPS, RTK, EGNOS, GNSS/IMU

Riassunto > Lo studio condotto valuta quali siano le potenzialità del posizionamento GNSS cinematico e del posizionamento integrato GNSS/IMU per scopi di navigazione stradale in termini di precisioni, rendimento e affidabilità impiegando differenti ricevitori e analizzando i risultati sia in tempo reale che in post-processing. Per il tempo reale si analizzano e comparano gli effetti dell'augmentation dovuti ad una rete di stazioni permanenti e all'uso della correzione EGNOS. Le campagne di misura hanno coperto differenti percorsi cinematici in ambiente urbano perché potessero essere abbastanza rappresentative di due città, Vercelli e Torino, nelle quali gli alti edifici e i viali fortemente alberati ostacolano in tutto o in gran parte la ricezione del segnale. Per consentire un confronto immediato dei risultati è stata impiegata un'antenna posta sul veicolo connessa con uno splitter a ricevitori singola e doppia frequenza.

Abstract > The aims of the study is to investigate accuracy, performance, reliability of the continuous kinematic acquisition with different GNSS receivers and with a GNSS/IMU system, using network differential corrections. Survey campaigns were realized in two different kinematic ways in urban area using single and dual frequencies receivers and using different acquisition methodologies. In each case a splitter was used to link the GNSS instruments with an antenna put outside of the car. This paper highlights the results obtained from the experiments carried out.

Strutture per la definizione di sistemi di riferimento per il posizionamento di precisione GNSS

Stefano GANDOLFI
DISTART, Facoltà Ingegneria
V.le Risorgimento 2
40136 Bologna, Italia
e stefano.gandolfi@mail.ing.unibo.it

Key words > Sistemi di Riferimento, GNSS, IGS, EUREF, IAG.

Riassunto > Negli ultimi anni i sistemi di posizionamento satellitare GNSS (Global Navigation Satellite System) sono diventati centrali in molteplici attività non solo di natura scientifica (geodesia, geodinamica, etc..) ma anche in ambito tecnico.

Le comunità scientifiche già da anni si sono organizzate in gruppi di lavoro che, affrontando in modo organico tutti gli aspetti legati all'uso di tali tecnologie, hanno anche realizzato strutture efficienti capaci di raccogliere e distribuire dati e servizi gratuiti.

Attualmente sono dunque disponibili gratuitamente dati ed informazioni ancillari, realizzati da tali strutture che consentono agli utilizzatori esperti di poter utilizzare i sistemi GNSS al meglio delle potenzialità offerte dal sistema.

I prodotti offerti sono in realtà differenti e nati per rispondere alle differenti esigenze che, di volta in volta, si sono presentate alle comunità scientifiche e/o tecniche. Soprattutto per quanto attiene alcune tipologie di dati, dunque, esistono molteplici soluzioni o prodotti in relazione alla tipologia di problematica che si vuole considerare. Tale molteplicità di offerta può creare confusione ad utilizzatori non esperti e spesso può capitare anche di non comprendere appieno le diverse sfumature che differenziano alcuni prodotti da altri.

In questo lavoro, si intende presentare un quadro riassuntivo dei vari prodotti disponibili, delle caratteristiche principali che li caratterizzano ma anche delle connessioni tra i principali gruppi di lavoro, associazioni e centri di servizi internazionalmente riconosciuti.

Il lavoro cerca di evidenziare come i prodotti erogati siano in realtà non semplicemente soluzioni differenti prodotte da enti differenti, ma prodotti sostanzialmente differenti organizzati in modo da costituire i supporti più idonei alle differenti richieste del mondo tecnico e scientifico. L'argomento di questa nota sottolinea prevalentemente l'aspetto legato ai sistemi di riferimento con particolare attenzione ai sistemi di riferimento ITRS (nelle varie realizzazioni ITRFyy) realizzato dallo IERS, ETRS (nelle sue varie realizzazioni ETRFyy) realizzato dall'EUREF.

Articolo ricevuto in redazione nel mese di Marzo 2008. Articolo accettato nel mese di Novembre 2008

Abstract > During the last years GNSS systems have played a central role in many field applications. Scientist from many years have constitute International association and working groups with the aim to cover all the aspects concerning the knowledge on the best use of these methods for high precision positioning. The importance of these group is also underlined by the presences of very efficient services that permit to all users to dispose of all the required data for high precise data processing.

At moment, many product such as precise orbits or absolute antenna calibration files are available for everybody. However, the complexity of the GNSS induce a variety of products that can be complicated to understand for the users. In this work a summary about Associations and Service has been explained and particularly relation among different products has been stressed. The core of the paper explain in detail the relation between ITRF, EUREF and IGS products.

