

ALPS GPS QuakeNet Project

Alpine integrated GPS network: real-time monitoring and master model for continental deformation and earthquake hazard

Consulenza per il progetto e l'installazione di
stazioni GPS permanenti nell'ambito della rete
GAIN
(Geodetic Alpine Integrated Network)

Committente: ARPA Piemonte

Marco Roggero

Marzo 2006

Sommario

Premessa	1
Requisiti e scelta dei siti	3
Controllo di qualità delle misure preliminari sui siti candidati	6
Clock jump	7
Cycle slip	7
Errori quasi casuali	7
Il software TEQC	8
Il software QC2SKY	10
Scale cromatiche	11
OATO – Osservatorio Astronomico, Comune di Pino Torinese	12
GAST – Rifugio Gastaldi, Comune di Balme	14
AGNE – Lago Agnel, Comune di Ceresole Reale	16
CARZ – Monte Carze, Comune di Trarego	18
DEVE – Alpe Devero, Comune di Baceno	20
MURA – Bric Berico, Comune di Murazzano	22
PARO – Comune di Paroldo	24
Comparazione dei risultati e considerazioni finali	26
Formazione del bando di gara per la scelta dei ricevitori GPS	27
Redazione station form e log file, attribuzione dome number	29
Setup procedure automatiche di trasmissione dati	31
Calcolo della rete	32
Sistemi di riferimento	32
Il sistema ITRS	32
Il sistema IGS	33
Inquadramento geodetico della rete regionale	35
Strategia di calcolo	37
Setup delle reti locali di controllo	38
AGNE	38
DEVE	40
CARZ	41
OATO	42
Bibliografia	48
Allegato A – Attività svolte dal sub-contractor nell’ambito del progetto	49
Supporto scientifico	49
Supporto didattico	49
Attività di campagna	49
Analisi preliminari	50
Pubblicazioni	50
Allegato B – Sorgente FORTRAN del software QC2SKY	51
Funzione AE2XY	56
Allegato C – Domes information form	57
AGNE DIF	57
CARZ DIF	57
DEVE DIF	57
OATO DIF	58
Allegato D – Site log	59
AGNE site log	60
CARZ site log	65

DEVE site log	70
OATO site log	75
Allegato E – Tutorial Bernese 5.0.....	80



Premessa

Una serie d'iniziative su scala regionale, avviate in Piemonte negli anni 2003-2004, sono destinate a modificare in questa Regione la concezione di reti GNSS permanenti, le modalità operative del posizionamento satellitare per la topografia, e la conoscenza geodinamica dell'arco alpino. Un primo studio di fattibilità di una rete regionale, realizzato presso il Politecnico di Torino, DITAG del per conto del Servizio Cartografico della Regione Piemonte, ha messo a fuoco i requisiti e gli scopi di un servizio GNSS regionale. Nella primavera del 2004 si apre una sperimentazione degli usi topografici in tempo reale di reti GPS permanenti. La sperimentazione interessa e coinvolge operativamente numerosi professionisti del settore. L'interesse dei professionisti e del mercato è volto verso i prodotti per il posizionamento in tempo reale, ma la ricerca non trascura gli impieghi della rete per la post-elaborazione di osservazioni statiche e cinematiche, sia in modalità stazioni virtuali che multi base.

L'interesse dimostrato verso questi temi da enti locali, collegi dei geometri, professionisti, ditte ed istituti tecnici, porta alla nascita in territorio piemontese di 4 nuove stazioni GNSS permanenti. La rete sperimentale gestita presso il Politecnico si allarga a 8 stazioni piemontesi e 4 lombarde.

Il protocollo RTCM 3.0, pubblicato nell'aprile 2004, è progettato per le applicazioni nell'ambito di reti ed aperto alle innovazioni future dei sistemi GNSS. Il nuovo protocollo viene presto implementato sui primi ricevitori commerciali; inizia lo sviluppo di software in grado di gestirlo e anche la sperimentazione condotta presso il Politecnico di Torino entra in una nuova fase. L'innovazione non consiste semplicemente nella codifica e decodifica di un nuovo protocollo di trasmissione, certamente più efficiente e completo rispetto alle precedenti versioni, ma nel cambiamento radicale delle tecniche di posizionamento in tempo reale. I ricevitori che impiegano il protocollo RTCM 3.0 sono infatti teoricamente in grado di effettuare un posizionamento multi base in tempo reale a livello del firmware. Le modalità operative dell'utente rimangono invece inalterate.

Parallelamente alla sperimentazione di tecniche per il posizionamento in tempo reale, nasce in ambito Alpine Space Interreg III B (progetto ALPS-GPSQuakeNet) una collaborazione tra ARPA Piemonte e Politecnico di Torino, per l'installazione di 5 stazioni GNSS sul territorio piemontese e il loro inquadramento nella rete GAIN (Geodetic Alpine Integrated Network), che si estenderà su tutto l'arco alpino dalla Liguria alla Slovenia. Nella primavera 2005 l'azione del Politecnico di Torino in questo progetto si allarga alla Valle d'Aosta, in collaborazione con la Fondazione Montagna Sicura¹. La rete GAIN, oggetto della presente relazione, è stata progettata per lo studio geodinamico dell'arco alpino, ma non mancheranno le ricadute verso altre applicazioni del posizionamento e anche della meteorologia. Si sottolinea in particolare che l'integrazione delle stazioni GAIN nella rete per il posizionamento NRTK² consentirà di coprire con questo servizio anche molte zone marginali del Piemonte, consentendo l'applicazione delle tecniche NRTK nelle aree di interesse per il monitoraggio di fenomeni franosi.

Installazione, gestione e monitoraggio della rete GAIN sono coordinati a livello internazionale dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Trieste, nell'ambito del progetto

¹ <http://www.fondazionemontagnasicura.org/>

² Network Real Time Kinematic: si distinguono con questo nome una serie di tecniche di posizionamento satellitare in tempo reale, che si avvalgono di correzioni stimate da una rete di stazioni permanenti per ridurre gli effetti spazialmente correlati indotti sul segnale GPS principalmente dall'atmosfera, al fine di raggiungere il fissaggio delle ambiguità di fase e consentire un posizionamento di precisione in tempo reale.



INTERREG ALPS-GPSQuakeNet. La rete GAIN, attualmente nella fase di monumentazione ed installazione delle stazioni di misura permanenti, sarà costituita da una trentina di nuove stazioni ed integrata a reti geodinamiche già esistenti, tra cui la rete francese REGAL³. Cinque nuove stazioni sono installate da ARPA Piemonte, ma la nostra regione trarrà beneficio anche dall'installazione di altre stazioni installate nelle regioni confinanti. La qualità della monumentazione delle stazioni della rete GAIN è particolarmente curata, e richiede la realizzazione di un pilastro in calcestruzzo armato con fondazione ed ancoraggio in roccia. Sono escluse dal progetto le stazioni monumentate su edificio.

Le stazioni della rete GAIN sono localizzate in aree geologicamente stabili, fuori deformazione profonda e possibilmente lontano da zone di faglia. Si è scelto strategicamente di installare una stazione nel settore delle Alpi Meridionali, sugli affioramenti di gneiss del Monte Carza, appartenenti alla cosiddetta Serie dei Laghi. Due stazioni interesseranno le Falde Penniniche, nella Valle Ossola in località Alpe Devero (calcescisti) e nella Valle Locana in località Lago Agnel (gneiss occhiadini, massiccio cristallino del Gran Paradiso). Una stazione è stata installata sulla collina di Torino, presso l'Osservatorio Astronomico di Pino Torinese, ed un quinto sito è attualmente in fase di individuazione nel settore del Piemonte meridionale. In Valle d'Aosta una stazione, probabilmente ad alta quota, interesserà il settore del Monte Bianco.

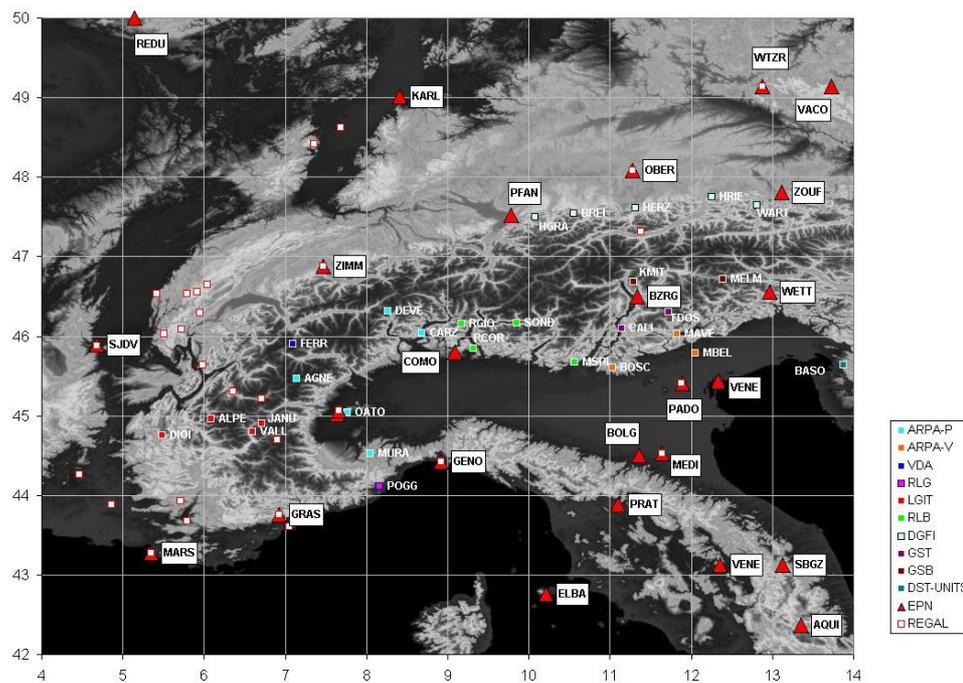


Fig. 1 – Le reti di stazioni permanenti che interessano il Piemonte. Sono rappresentate la rete GAIN (■), integrazione delle reti ALPS-GPSQuakenet e REGAL.

Le stazioni della rete GAIN, pur progettate per scopi geodinamici, possono essere impiegate anche per tutti gli usi in tempo reale, ovviamente a patto che la stazione possa essere connessa a un ponte dati, via radio o GSM, ad un centro di controllo. ARPA Piemonte e Fondazione Montagna Sicura hanno proceduto in questa direzione, nell'intento di ottenere dalle stazioni in via di installazione i maggiori benefici possibili, e di ampliare verso la fascia alpina la zona coperta dalla rete di supporto alle applicazioni real time.

³ <http://kreiz.unice.fr/regal/>



Requisiti e scelta dei siti

Si sono valutati siti privi di interferenze elettromagnetiche, liberi da ostacoli circostanti, per ridurre al minimo il rischio di multipath e con visibilità del cielo anche a basse elevazioni per ottimizzare l'uso della stazione per studi meteorologici. I precedenti requisiti non vanno sottovalutati, poiché la realizzazione di una stazione permanente avviene a seguito di una valutazione che tiene in conto anche degli aspetti logistici di funzionalità operativa del ricevitore (sito vigilato, alimentazione elettrica, connessioni telefoniche ecc.). Tali considerazioni hanno preso spesso il sopravvento con la conseguenza, in alcuni casi, di limitare in certa misura il potenziale utilizzo dei dati acquisiti dal sito per alcune applicazioni e studi scientifici.

Le stazioni GPS per la geodinamica dovrebbero essere fondate in roccia, sebbene anche a livello internazionale vi siano opinioni ed indicazioni contrastanti, e l'uso di stazioni installate su edificio sia stato spesso preso in considerazione specialmente nel caso di stazioni già monitorate per un periodo di tempo significativo, tipicamente alcuni anni. Nel caso della rete GAIN tuttavia, poiché oggetto di studio sono anche i fenomeni sismici correlati alle deformazioni crostali, è da evitare assolutamente il posizionamento su tetti o manufatti. La localizzazione sopra tetti anche se di stabili antisismici è sconsigliata per garantire la maggior stabilità possibile del punto; sopra un tetto, infatti, il ricevitore sarà sensibile ad una serie di movimenti in alta frequenza dovuti alle oscillazioni dello stabile e di carattere stagionale dovuti alla dilatazione termica delle strutture che necessiterebbero una adeguata modellizzazione. La fondazione su roccia con pilastro in calcestruzzo armato è dunque la scelta che minimizza il rischio di effetti stagionali o deformativi legati al tipo di monumentazione. Tutte le stazioni di nuova istituzione nell'ambito del progetto ALPS-GPSQuakenet sono realizzate secondo standard comuni di qualità dei siti, di monumentazione e di requisiti della strumentazione. In particolare, dal punto di vista geologico, sono stati selezionati siti ubicati in aree assolutamente stabili, all'esterno di fenomeni franosi o di settori di versante in deformazione, e distanti da lineamenti tettonici principali.

ARPA Piemonte ha candidato 6 siti: l'Osservatorio Astronomico di Torino, a Pino Torinese (TO), il Monte Carza, in comune di Trarego Viggiona (VB), l'Alpe Devero, in comune di Bacceno, Val Formazza (VB), il Rifugio Gastaldi, in comune di Balme (TO), Val di Lanzo e Muraz-zano (CN), in Alta Langa. Quattro di questi siti sono stati scelti per l'installazione delle stazioni della rete GAIN; un quinto è in fase di definizione. FMS ha esaminato parecchi siti nelle valli Ferret e Veny, eseguendo poi i controlli di qualità delle osservazioni GPS sui siti del Rifugio Monzino e della stazione meteo Ferrachet. Alcuni siti sono stati scartati perché non geologicamente stabili, o per evidenti occlusioni dell'orizzonte. Si descrivono brevemente i siti scelti e le loro caratteristiche geologiche.

OATO: l'Osservatorio Astronomico di Torino ($h = 610$ m) è situato nel Comune di Pino Torinese, sulla collina ad Est della Città di Torino. Il sito è di proprietà del Pubblico Demanio ed è custodito; l'accesso è consentito durante tutto l'anno. Vi è disponibilità di corrente elettrica, collegamento telefonico nonché dei dati della limitrofa stazione meteo di ARPA Piemonte. La stazione GPS è stata collegata via internet con connessione ADSL e fornisce i dati in tempo reale. Dal punto di vista geologico l'Osservatorio Astronomico di Pino Torinese è situato in un settore conosciuto con il termine di Collina di Torino. I rilievi che la costituiscono sono formati in prevalenza da sedimenti di natura terrigena, derivanti dallo smantellamento della catena alpina terziaria in via di sollevamento. La successione dei terreni copre un intervallo crono-stratigrafico che va dall'Eocene superiore, circa 40 milioni di anni fa (Ma) al Messiniano (circa 5 Ma); il suo substrato è di probabile pertinenza alpina, ragione per la quale le teorie più recenti considerano la Collina di Torino un elemento strutturale indipendente del cosid-



detto Bacino terziario Ligure - Piemontese (termine con il quale vengono indicati in letteratura i depositi cenozoici affioranti nel settore collinare del Piemonte meridionale), in particolare il suo prolungamento verso NW. La sua struttura è caratterizzata da anticlinali asimmetriche vergenti verso NW. Nell'area dell'Osservatorio affiorano termini appartenenti alle cosiddette "Areniti di Tonengo", di età Langhiana (circa 16 Ma); si tratta in particolare di marne calcaree con sottili intercalazioni arenacee, passanti verso l'alto ad areniti fini/siltiti calcaree grigie ripartite in strati da centimetrici a decimetrici. A diverse altezze stratigrafiche sono presenti corpi arenaceo - conglomeratici dell'estensione di diversi chilometri e di spessore variabile da 50 m a oltre 350.

AGNE: il Lago Agnel (h = 2300 m), nell'alta Valle dell'Orco lungo la strada che da Ceresole Reale sale al Colle del Nivolet, è situato all'interno del Parco Nazionale del Gran Paradiso ed è raggiungibile da Torino tramite la S.S. 460 in circa 2 ore. Il sito è di proprietà dell'AEM ed è custodito. L'accesso al sito non è possibile nei mesi invernali in quanto, a causa della neve, la strada viene chiusa al traffico. Nelle domeniche dei mesi di luglio e agosto la strada viene chiusa al traffico in località Lago del Serrù, posto un paio di km a valle dell'Agnel. Vi è disponibilità di alimentazione elettrica da rete; il collegamento è effettuato tramite modem GSM. Sul sito è installata una stazione meteo di ARPA Piemonte. Dal punto di vista geologico il Lago Agnel è situato nell'estrema parte occidentale del massiccio cristallino del Gran Paradiso, a poche centinaia di metri dal contatto con la Zona Piemontese dei Calcescisti con Pietre Verdi. Tale massiccio fa parte delle cosiddette falde Pennidiche superiori, costituite da parascisti polimetamorfici e da gneiss occhiadini ad esclusivo metamorfismo alpino, derivati da graniti porfirici di età carbonifera superiore. In particolare in corrispondenza del sito prescelto affiorano gli gneiss occhiadini.

DEVE: il sito (h = 1630 m) si trova in alta Valle Devero all'interno del Parco Naturale Veglia e Devero (Val Formazza). È raggiungibile in circa 2 h 30 min da Torino. L'alimentazione elettrica è da rete; il collegamento è effettuato tramite modem GSM. Ad alcune centinaia di metri dal sito è installata una stazione meteo di ARPA Piemonte; il sito è di proprietà comunale. Dal punto di vista geologico l'Alpe Devero si trova in un settore delle Alpi caratterizzato dall'affioramento di rocce appartenenti alle cosiddette falde pennidiche inferiori. In particolare in corrispondenza del sito individuato per l'installazione del ricevitore GPS affiorano calcescisti di età mesozoica. Le falde pennidiche inferiori affiorano esclusivamente nella finestra tettonica dell'Ossola - Ticino, al di sotto della linea del Sempione, faglia distensiva poco inclinata che ha favorito il loro denudamento tettonico. Secondo le classiche suddivisioni di Argand la struttura del settore italiano comprende, dall'alto al basso, le falde del Monte Leone, Lebendun ed Antigorio ed il carapace della cupola di Verampio, l'unità più profonda visibile nell'edificio alpino.

CARZ: il Monte Carza (h = 1116 m) è situato sulla sponda destra del Lago Maggiore in comune di Trarego - Viggiona, e costituisce l'ultima elevazione della cresta spartiacque tra il bacino del Rio di Cannero e quello del Torrente Cannobino. Da Torino è raggiungibile in circa 2 h e 30 min. Il terreno su cui è stata installata la stazione è di proprietà comunale, e l'accesso è possibile in ogni periodo dell'anno. Alimentazione elettrica con pannello solare e collegamento tramite modem GSM. Sullo stesso sito si trova una stazione meteo di Arpa Piemonte. Dal punto di vista geologico questo settore si trova nelle Alpi Meridionali, catena neogenica a falde di basamento e copertura sud-vergenti. Il contatto tra le Alpi Meridionali e la catena a vergenza europea è tettonico; il limite è il lineamento periadriatico, sistema neogenico di fratture subverticali a dominante carattere trascorrente. Il M.te Carza è situato nella zona di affioramento delle rocce appartenenti alla cosiddetta Serie dei Laghi. In questo settore il



litotipo prevalente è rappresentato da rocce di tipo gneissico; sulla sommità del monte affiorano anfiboliti di età tardo paleozoica.



Controllo di qualità delle misure preliminari sui siti candidati

Misure GPS preliminari sono state eseguite nei sei siti candidati designati da ARPA Piemonte. Si sono acquisite 24 ore di osservazioni su ogni sito, ad eccezione delle osservazioni all'Osservatorio Astronomico di Pino Torinese, che coprono un intervallo di 52 ore, all'Alpe Devero dove il tempo di acquisizione è di poco inferiore alle 22 ore e di Paroldo, dove sono disponibili solo 6 ore di osservazioni. Per l'acquisizione si sono impiegati ricevitori geodetici Trimble 4000SSi. I siti candidati sono riportati in tabella 1, le loro coordinate preliminari in tabella 2.

Sito di misura			
ID	Località	Comune	Provincia
OATO	Osservatorio astronomico	Pino Torinese	TO
GAST	Rifugio Gastaldi	Balme	TO
AGNE	Lago Agnel	Ceresole Reale	TO
CARZ	Monte Carze	Trarego	VB
DEVE	Alpe Devero	Baceno	VB
MURA	Bric Berico	Murazzano	CN
PARO	Paroldo	Paroldo	CN

Tab. 1 – Siti di misura candidati. La prima colonna riporta l'identificativo della stazione.

Sito	ECEF (WGS84)			Geografiche (WGS84)		
	X	Y	Z	E	N	h
OATO	4473390,130	609973,259	4490873,643	7° 45' 53.04"	45° 02' 25.00"	510,472
GAST	4461155,048	559059,382	4512630,451	7° 08' 34.47"	45° 17' 52.08"	2730,360
AGNE	4447578,175	557088,067	4525645,888	7° 08' 22.15"	45° 28' 04.21"	2360,855
CARZ	4384940,811	669473,736	4569393,423	8° 40' 50.29"	46° 02' 33.07"	1200,503
DEVE	4368457,088	634241,521	4590743,595	8° 15' 39.09"	46° 18' 53.89"	1722,108
MURA	4515499,906	637724,217	4445564,915	8° 02' 19.39"	44° 27' 44.54"	942,259
PARO	4516225,589	641244,647	4444191,180	8° 4' 52.43"	44° 26' 45.28"	845,400

Tab. 2 – Coordinate preliminari delle stazioni.

Le osservazioni sono state acquisite con intervallo di campionamento di 10^s , ad eccezione dell'Osservatorio, dove l'intervallo di campionamento è di 30^s . Un intervallo di campionamento di 30^s è comunque considerato più che sufficiente ad individuare eventuali problemi dovuti al sito di misura quali multipath, disturbi radio o diffrazione. Le osservazioni a 10^s sono quindi addirittura sovrabbondanti.

L'angolo di *cut off*, ovvero l'elevazione al di sotto della quale tutte le osservazioni sono scartate, è stato scelto a 0° , al fine di avere un quadro di tutte le osservazioni al di sopra dell'orizzonte e indicazioni complete sugli ostacoli e le occlusioni presenti in prossimità dell'orizzonte. Poiché però le osservazioni ad un'elevazione inferiore ad un angolo di *cut off* che generalmente è scelto intorno a 10° solitamente vengono scartate nel processamento, si sono distinti i parametri di controllo di qualità per le osservazioni ad elevazione maggiore di 10° e minore di 10° .

Nel controllo di qualità si incontrano osservazioni che presentano valori anomali causati principalmente da *clock jump* del ricevitore, *cycle slip* ed errori quasi casuali o *outlier*. Esa-



miniamo brevemente l'origine di questi errori, in particolare su quelli dipendenti dal sito di misura, *cycle slip* ed errori quasi casuali.

Clock jump

La maggior parte dei ricevitori mantengono il loro orologio interno sincronizzato al tempo GPS, aggiustando periodicamente l'orologio con l'inserimento di *clock jump*. La procedura di sincronizzazione è proprietaria e dipende dal fabbricante del ricevitore. Comunque gli effetti dei *clock jump*, come dei *cycle slip*, sulle osservazioni di codice e di fase sono noti e completamente removibili con algoritmi di preprocessamento. Non ci soffermiamo ulteriormente su questo tipo di errori, in quanto sono completamente dipendenti dal ricevitore e non forniscono alcun tipo di informazione sul sito di misura. Si noti tuttavia che devono necessariamente essere rimossi dalle osservazioni prima di procedere all'individuazione dei *cycle slip* e del *multipath*.

Cycle slip

All'avvio dell'acquisizione il ricevitore, osservando la differenza tra il segnale ricevuto e la sua replica, misura la parte frazionaria della fase del segnale ed inizializza un contatore intero. Durante la misura, il contatore è incrementato di un ciclo ogni volta che la parte frazionaria della fase cambia da 2π a 0. L'osservazione di fase $\Delta\varphi$ è così somma della frazione di fase φ e di un contatore intero n . Il numero iniziale N di cicli interi tra satellite e ricevitore è incognito. Questa ambiguità di fase N rimane costante fino a quando non si verifica una perdita del segnale. In questo caso il contatore n è reinizializzato, e questo causa un salto di un numero intero di cicli nella fase osservata (*cycle slip*).

Le cause di *cycle slip* sono diverse. La più frequente è l'interruzione del segnale dovuta ad ostruzioni quali alberi, costruzioni o altri ostacoli fisici. Si possono poi verificare *cycle slip* su segnali con basso rapporto segnale-rumore, dovuto a cattive condizioni di ionosfera, *multipath*, bassa elevazione dei satelliti o alla dinamica del ricevitore, per esempio per forti accelerazioni o rotazioni dell'antenna. Un'ultima causa sono gli errori del firmware del ricevitore, evenienza comunque piuttosto rara nei moderni apparati. Bisogna anche sottolineare che i ricevitori di nuova generazione dispongono di algoritmi di misura e pretrattamento delle osservazioni sempre più sofisticati, e *cycle slip* che non siano del primo tipo, cioè causati da ostruzioni, sono piuttosto rari. Questo tipo di *cycle slip* inoltre provoca un azzeramento del contatore n e di conseguenza un salto di fase che non è mai di pochi cicli, ma piuttosto di migliaia di cicli ed è piuttosto semplice da rilevare e correggere.

I *cycle slip* possono verificarsi su una sola delle due frequenze L1 ed L2, in particolare su quella con rapporto segnale-rumore più basso, ma generalmente, trattandosi di interruzioni del segnale dovute ad un ostacolo fisico, si verificano contemporaneamente su entrambe.

Errori quasi casuali

Multipath, diffrazione, scintillazione ionosferica, ecc. sono le principali sorgenti di errori quasi casuali, che normalmente sono omessi nei modelli funzionali e stocastici impiegati per il trattamento delle osservazioni. Poiché la stima minimi quadrati tende a ridurre e distribuire il loro effetto sull'insieme delle misure, è preferibile trattare gli errori quasi casuali separatamente da *cycle slip* e *clock jump*.

Il *multipath*, o riflessioni multiple del segnale, si verifica quando il segnale ricevuto è riflesso da qualche ostacolo. Superfici riflettenti possono essere edifici, il terreno, o qualsiasi oggetto radio riflettente a 1.6 GHz. Il *multipath* è un errore, o disturbo, dipendente dal sito di misura



ed è per questo motivo particolarmente interessante in questa fase preliminare di scelta del sito. Due importanti caratteristiche del *multipath* sono:

- Il segnale di multipath raggiunge l'antenna sempre dopo il segnale diretto, in quanto il suo percorso di propagazione è maggiore.
- Il segnale di multipath è normalmente più debole del segnale diretto, perché parte della sua potenza viene persa per assorbimento o diffrazione durante la riflessione del segnale.

Il segnale di multipath distorce la funzione di correlazione del segnale, con conseguenti errori di misura.

L'effetto della diffrazione produce un rapido abbassamento del rapporto segnale-rumore in prossimità di ostacoli. A basse elevazioni può essere confuso con gli effetti dovuti al minor guadagno dell'antenna e con gli effetti dell'atmosfera.

L'effetto degli errori quasi casuali, qualora non si tratti di *outlier* veri e propri, generalmente si fa sentire sulle osservazioni per più epoche, con andamento imprevedibile. Gli errori quasi casuali possono rendere difficile il corretto fissaggio di eventuali *cycle slip*, o in ogni caso renderlo più lento, il che significa che sono necessarie più epoche per determinare un nuovo valore intero dell'ambiguità di fase.

Il software TEQC

Il software TEQC (pronuncia "tek") è un semplice e potente strumento per il preprocessamento delle osservazioni GPS, ma anche GLONASS e SBAS (*Satellite Based Augmentation System*). Include funzioni di modifica del formato dei dati, modifica ed estrazione di metadati, controllo di qualità (*Translation, Editing, Quality Check*). Il software è disponibile al seguente indirizzo web:

- <http://www.unavco.org/facility/software/teqc/teqc.html>

Una breve guida all'uso di TEQC nel controllo di qualità e all'interpretazione dei risultati si trova alle pagine

- http://www.unavco.org/facility/software/teqc/tutorial.html#sec_11
- http://www.unavco.org/facility/software/teqc/tutorial.html#sec_21

dello stesso sito.

I file binari nel formato DAT di Trimble sono stati trasformati nel formato di interscambio RINEX con TEQC. La sintassi del comando TEQC è la seguente:

```
teqc -tr d +nav nomefile.nav nomefile.dat > nomefile.obs
```

dove:

- `-tr` Input in formato Trimble
- `d` Indica che sono presenti i file DAT (dati), ION (ionosfera), EPH (effemeridi), MES (messaggi)
- `+nav` Abilita la creazione del file di navigazione (effemeridi) in formato RINEX

I file DAT contengono oltre alle osservazioni anche i valori SNR (*Signal to Noise Ratio*), espressi in una scala arbitraria dipendente dal tipo di ricevitore. Nel passaggio da DAT a RINEX i valori SNR sono trasformati in una scala convenzionale 0-9.



Eseguita la trasformazione nel formato RINEX è possibile effettuare il controllo di qualità. La sintassi del comando è la seguente:

```
teqc +qc nomefile.obs
```

dove l'opzione `+qc` indica l'esecuzione di TEQC in modalità controllo di qualità.

Il controllo di qualità è eseguito con le seguenti opzioni per tutti i siti di misura:

- Numero di canali del ricevitore 12
- Massima variazione di ionosfera 400.00 cm/min
- Evidenzia assenza di osservazioni per più di 10.00 min
- RMS atteso sul multipath di P1 50.00 cm
- RMS atteso sul multipath di P2 65.00 cm
- Massimo sqm sul multipath 4.00 cm
- Dati nella finestra di media mobile (MP) 50
- Minimo SNR su L1 0
- Minimo SNR su L2 0
- Maschera di elevazione (*cut off*) 10.00°
- Soglia elevazione di comparazione 25.00°
- Intervallo di campionamento orbite 10 min
- SV con osservazioni di codice per calcolo posizione 5
- Larghezza grafici del sommario 72 caratteri
- Indicatori di dati sul grafico del sommario sì
- Calcola ionosfera sì
- Calcola derivata della ionosfera sì
- Filtro passa alto sulla ionosfera no
- Calcola multipath sì
- Rileva clock slip sì
- Tolleranza per clock slip 1.00^{-2} ms
- Rileva LLI slip sì
- Output file per il plottaggio sì

È necessario spiegare il significato di alcuni di questi parametri.

Massima variazione di ionosfera: valore di soglia sulla derivata della ionosfera; viene usato nella rilevazione di *cycle slip*.

Massimo sqm sul multipath: valore di soglia sul valore di scarto quadratico medio del multipath; viene usato nella rilevazione di *cycle slip*.

Dati nella finestra di media mobile (MP): i valori di multipath sono calcolati come scostamento da un valore di media mobile. Questa opzione definisce l'apertura della finestra mobile su cui eseguire l'operazione di media.

Soglia elevazione di comparazione: valore di soglia definito per distinguere osservazioni a bassa ed alta elevazione. Alcuni parametri di controllo di qualità sono riportati in modo distinto per queste due categorie di osservazioni.

Intervallo di campionamento orbite: la posizione dei satelliti è calcolata dai parametri kepleriani noti dalle effemeridi ad intervalli prefissati. Poiché questo calcolo è piuttosto lento, si preferisce non eseguirlo ad ogni epoca di misura. Le posizioni intermedie sono calcolate per interpolazione di una curva *spline*.



Rileva LLI slip: rileva *cycle slip* marcati dal ricevitore con l'indicatore di perdita di aggancio (*Loss of Lock Indicator*, LLI).

Output file per il plottaggio: scrive i file di plottaggio dei valori di SNR (*.sn1, *.sn2) e multipath (*.mp1, *.mp2) su entrambe le frequenze, di ionosfera e derivata della ionosfera (*.ion, *.iod), di azimut ed elevazione (*.azi, *.ele). Questi file contengono gli output del controllo di qualità in un formato idoneo alla creazione di skyplot. Per il plottaggio di questi grafici si è usato il programma QC2SKY.

Il software QC2SKY

Gli skyplot dell'output di TEQC sono stati realizzati con il programma QC2SKY, scritto da Marco Roggero in linguaggio Fortran e liberamente disponibile. Un commento ai file sorgente si trova all'Allegato B della presente relazione. QC2SKY produce dei file immagine in formato bitmap, contenenti gli skyplot dei valori SNR e del multipath su entrambe le frequenze, di ionosfera e derivata della ionosfera. Gli output di TEQC sono riportati sugli skyplot in funzione dell'elevazione e dell'azimut del satellite all'istante dell'osservazione secondo due diversi sistemi di coordinate, cartesiano e polare, spiegati dalle figure 2 e 3.

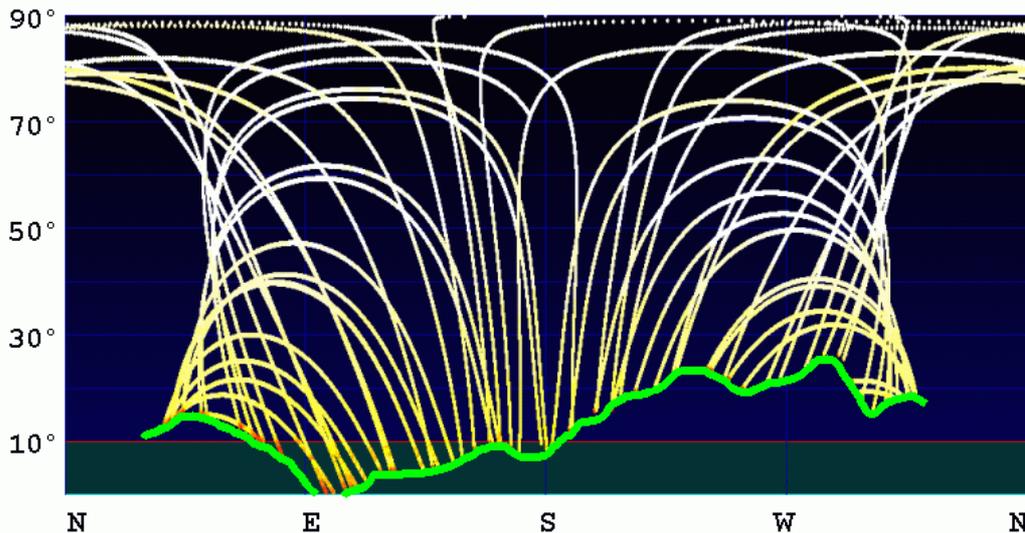


Fig. 2 – Sistema cartesiano. Gli azimut sono riportati sull'asse delle ascisse, le elevazioni sull'asse delle ordinate. Gli output di TEQC, in questo caso il rapporti segnale su rumore della frequenza L1, sono rappresentati con una scala cromatica. La linea verde evidenzia le occlusioni all'orizzonte.

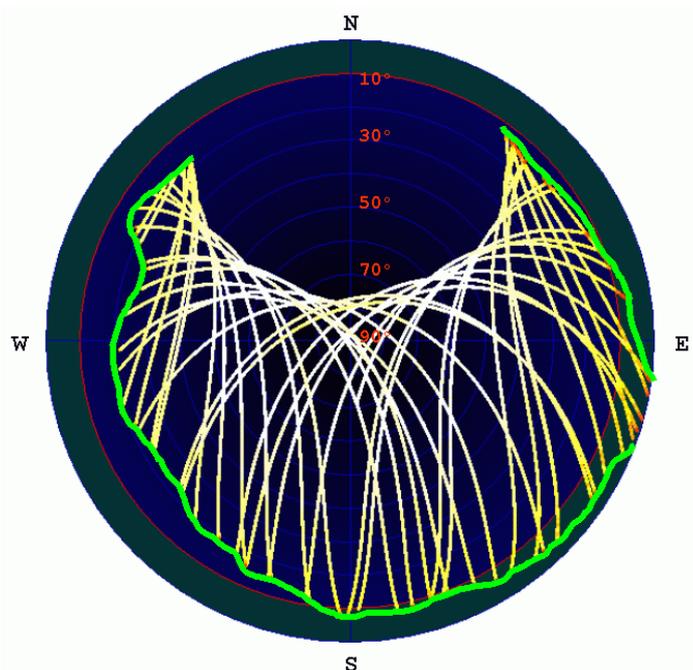


Fig. 3 – Sistema polare.

Scale cromatiche

Il software QC2SKY adotta un'unica scala cromatica per ogni tipo di grafico, variandone unicamente il limite superiore. La decodifica delle scale cromatiche è rappresentata in fig. 4.

QC2SKY COLOR SCALE

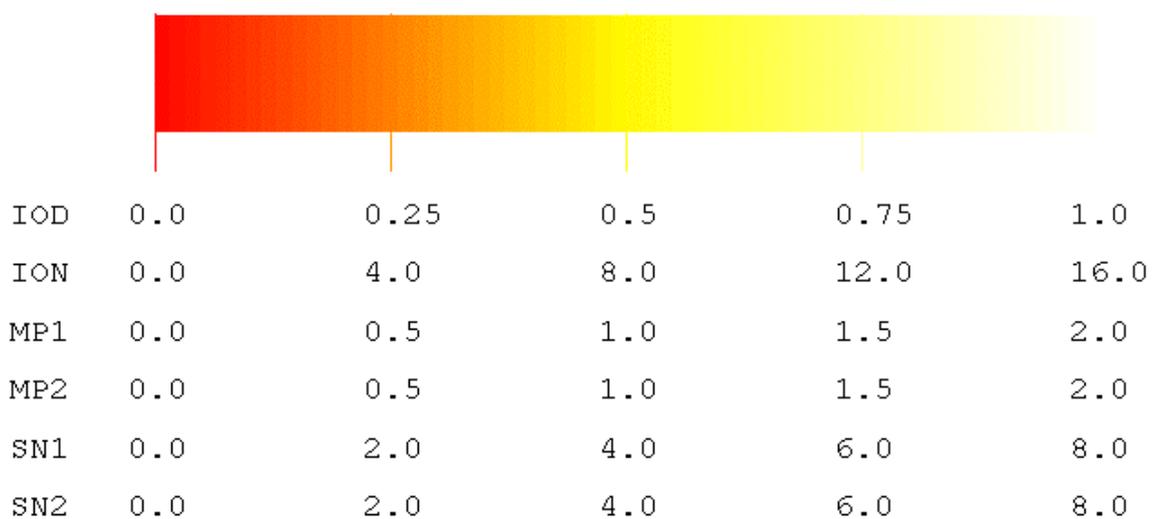


Fig. 4 – Decodifica delle scale cromatiche di rappresentazione.



OATO – Osservatorio Astronomico, Comune di Pino Torinese

Le osservazioni sul sito dell'Osservatorio Astronomico sono state acquisite per circa 52 ore, intervallo di tempo ampiamente sufficiente per ogni tipo di analisi. Non è stato possibile posizionare l'antenna in corrispondenza della posizione definitiva prevista per l'installazione della stazione permanente, tuttavia il sito di misura presenta apparentemente caratteristiche simili.

Le occlusioni presenti sopra la linea dell'orizzonte sono causate da alberi che potranno in parte essere tagliati in fase di installazione della stazione. Tali occlusioni per il sito su cui sono state eseguite le osservazioni preliminari sono comunque tutte al di sotto dell'elevazione di *cut off* di 10° , pertanto non causano alcun problema in fase di controllo di qualità. Le occlusioni dell'orizzonte sul sito previsto per l'installazione della stazione sono riportate in figura 6.

L'orizzonte ampiamente libero sul sito di osservazione preliminare ha consentito di registrare una percentuale di osservazioni complete molto elevata rispetto al numero di osservazioni attese, pari a circa il 98%. Molto poche sono le osservazioni scartate dal controllo di qualità, mentre i valori stimati di *multipath* si presentano nella norma su entrambe le frequenze.

Non è stata rilevata alcuna interruzione o degradamento del segnale che possa essere imputata ad un disturbo in radiofrequenza.

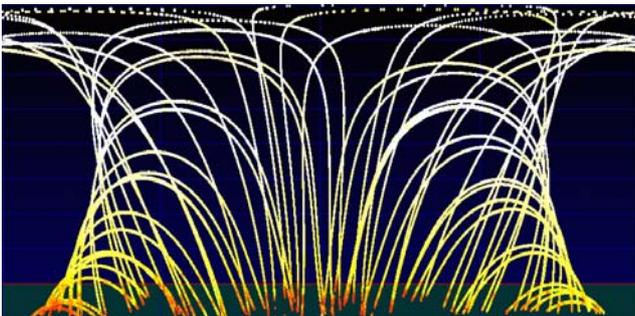


Fig. 5 – OATO - Rapporto segnale/rumore su L1.

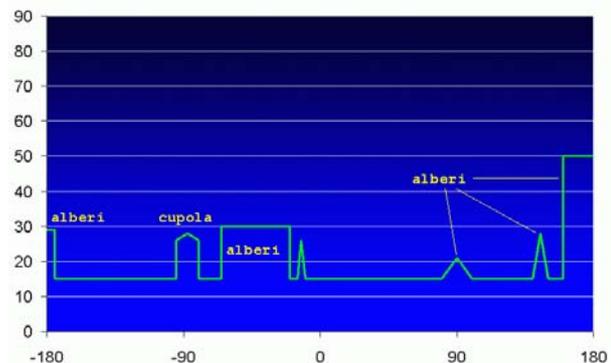
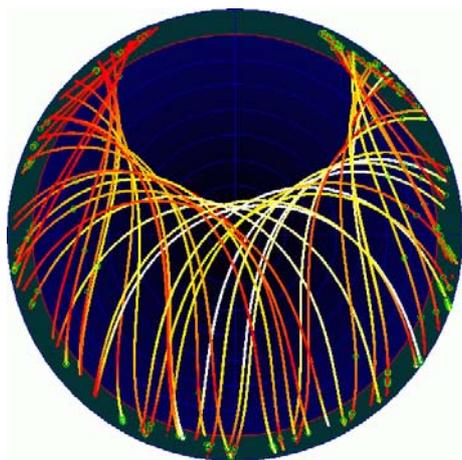
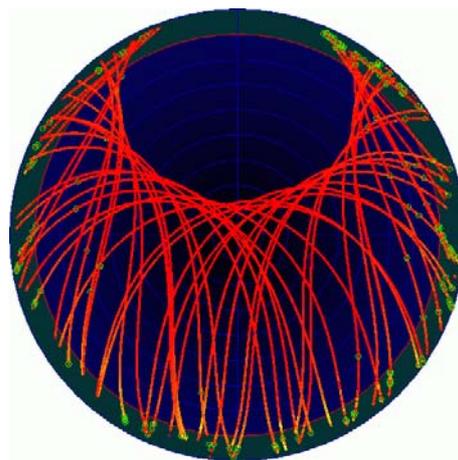


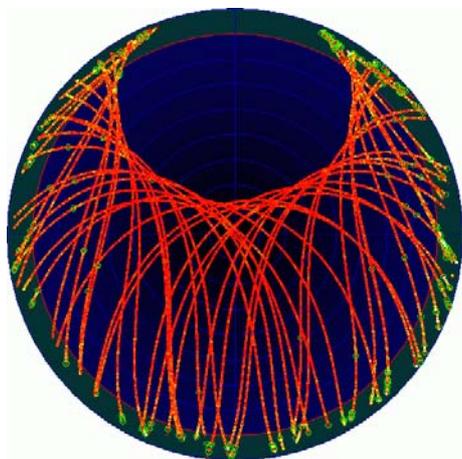
Fig. 6 – OATO – Occlusioni sull'orizzonte sul sito definitivo di installazione della stazione.



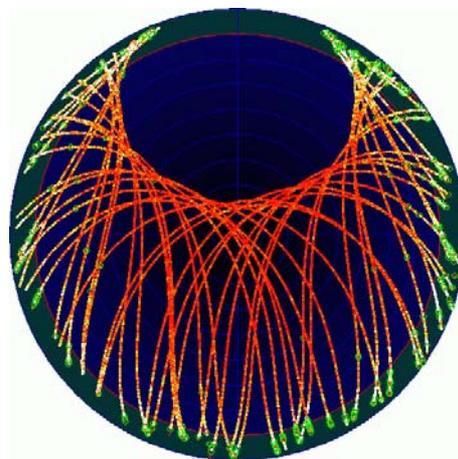
OATO - Ritardo ionosferico [m]



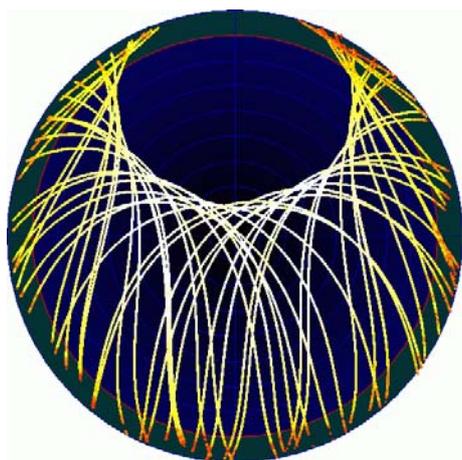
OATO - Derivata del ritardo ionosferico [m]



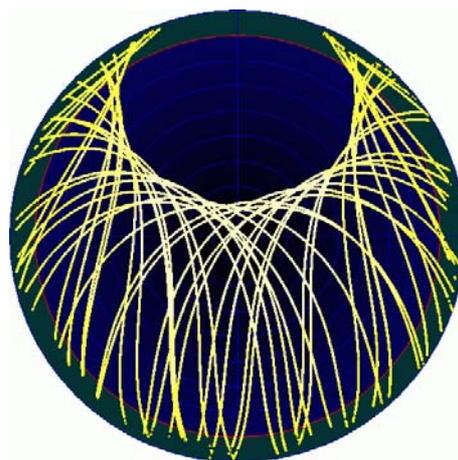
OATO - Multipath su L1 [m]



OATO - Multipath su L2 [m]



OATO - Rapporto segnale/rumore su L1



OATO - Rapporto segnale/rumore su L2

Fig. 7 – OATO skyplot.



GAST – Rifugio Gastaldi, Comune di Balme

Le osservazioni sul sito del Rifugio Gastaldi sono state acquisite per più di 24 ore, intervallo di tempo che consideriamo sufficiente, anche se inferiore alle 48 richieste dallo standard UNAVCO.

Il sito presenta forti occlusioni sopra la linea dell'orizzonte, dovute alle cime circostanti che contornano la conca del Crot del Ciaussinè. In particolare risulta fortemente occluso tutto il settore occidentale, fino ad un'elevazione media di 20° e fino ad un massimo di 26°.

Le forti occlusioni non hanno consentito di registrare una percentuale di osservazioni complete molto elevata rispetto al numero di osservazioni attese; le osservazioni complete sono infatti solo l'86%. Sono comunque poche le osservazioni scartate dal controllo di qualità, e i valori stimati di *multipath* si presentano nella norma su entrambe le frequenze.

Non è stata rilevata alcuna interruzione o degradamento del segnale che possa essere imputata ad un disturbo in radiofrequenza.

Nel complesso le osservazioni acquisite sono risultate molto "pulite", con un elevato rapporto segnale su rumore e pochissimi *cycle slip*.

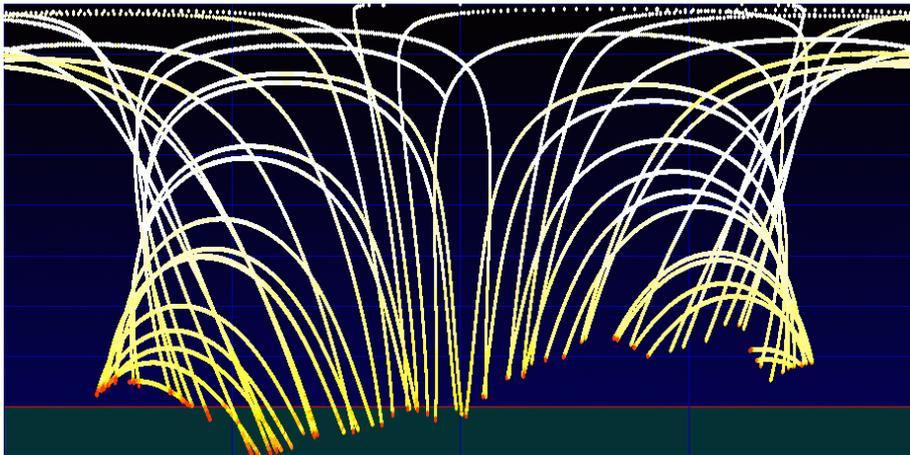
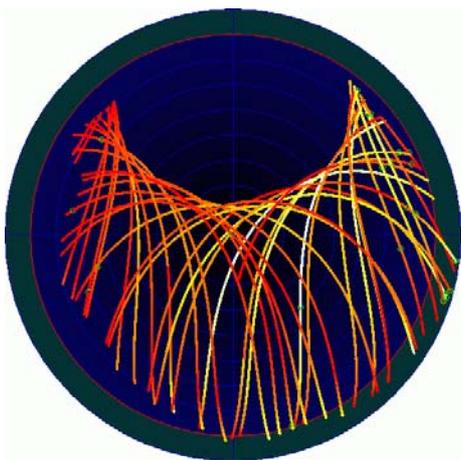
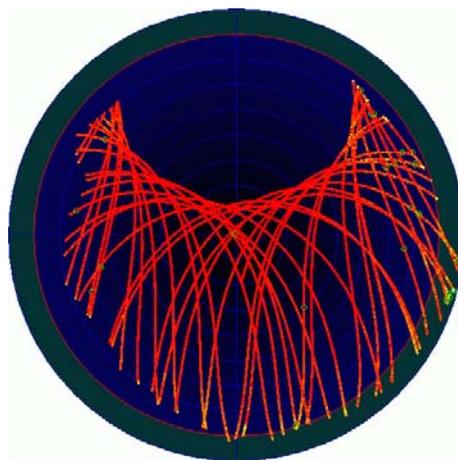


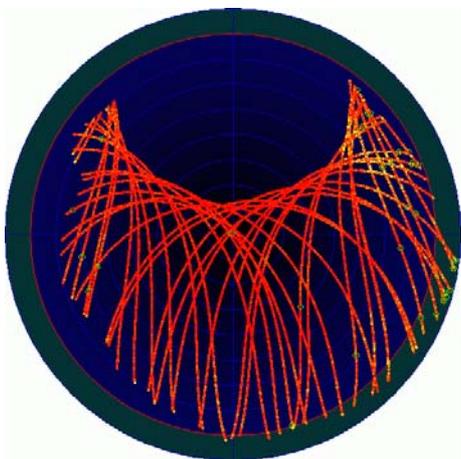
Fig. 8 – GAST - Rapporto segnale/rumore su L1.



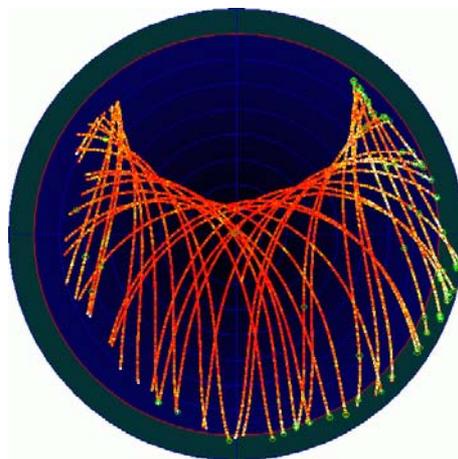
GAST - Ritardo ionosferico [m]



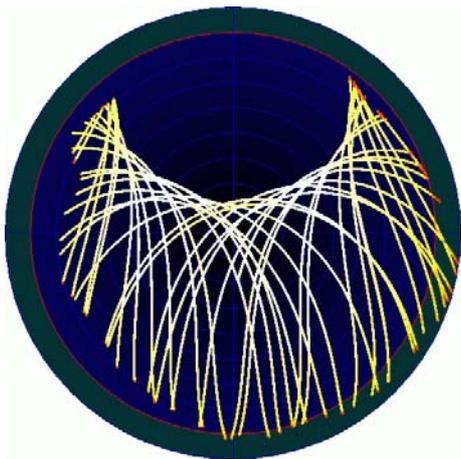
GAST - Derivata del ritardo ionosferico [m]



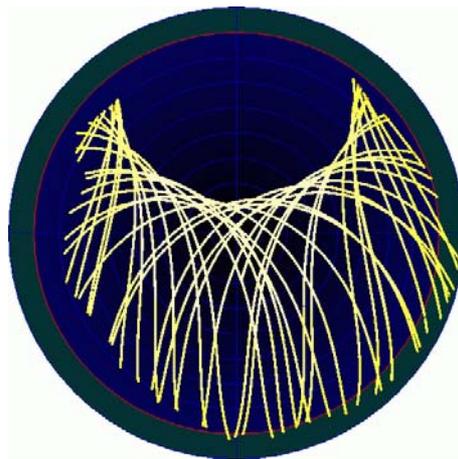
GAST - Multipath su L1 [m]



GAST - Multipath su L2 [m]



GAST - Rapporto segnale/rumore su L1



GAST - Rapporto segnale/rumore su L2

Fig. 9 - GAST skyplot.



AGNE – Lago Agnel, Comune di Ceresole Reale

Le osservazioni sul sito del Lago Agnel sono state acquisite per più di 27 ore, intervallo di tempo che consideriamo sufficiente, anche se inferiore alle 48 richieste dallo standard UNAVCO.

Non è stato possibile posizionare l'antenna in corrispondenza della posizione definitiva prevista per l'installazione della stazione permanente, tuttavia il sito di misura presenta apparentemente caratteristiche simili, anche se con occlusione dell'orizzonte leggermente maggiore.

Il sito presenta forti occlusioni sopra la linea dell'orizzonte, dovute alle cime circostanti in particolare in direzione del colle del Nivolet. Risultano fortemente occlusi tutti i settori dal sud-occidentale fino a settentrione, con un'elevazione media delle occlusioni di 20° e fino ad un massimo di 27°. Le occlusioni dell'orizzonte sul sito previsto per l'installazione della stazione sono un poco inferiori rispetto a quelle presenti sul sito di misura.

Le forti occlusioni non hanno consentito di registrare una percentuale di osservazioni complete molto elevata rispetto al numero di osservazioni attese; le osservazioni complete sono infatti solo l'85%. Sono comunque poche le osservazioni scartate dal controllo di qualità, e i valori stimati di *multipath* si presentano nella norma su entrambe le frequenze.

Non è stata rilevata alcuna interruzione o degradamento del segnale che possa essere imputata ad un disturbo in radiofrequenza.

Nel complesso le osservazioni acquisite sono risultate molto "pulite", con un elevato rapporto segnale su rumore e pochissimi *cycle slip*. Le caratteristiche del sito sono molto simili a quelle rilevate al Rifugio Gastaldi.

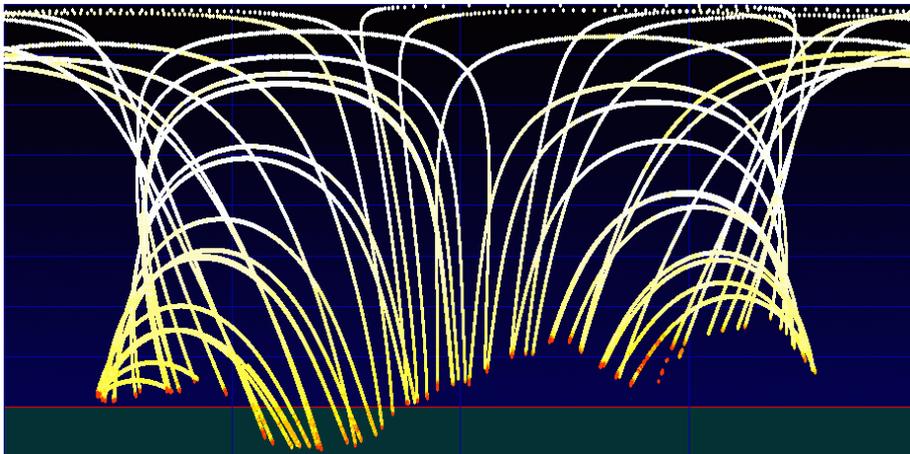
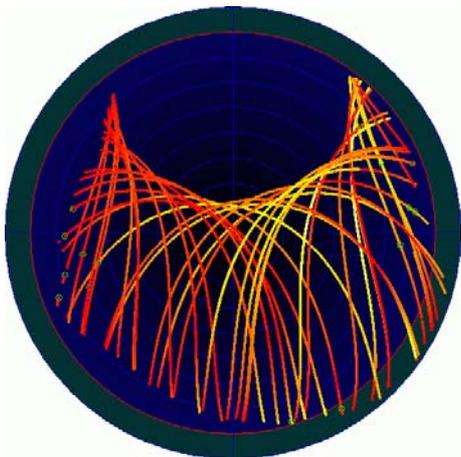
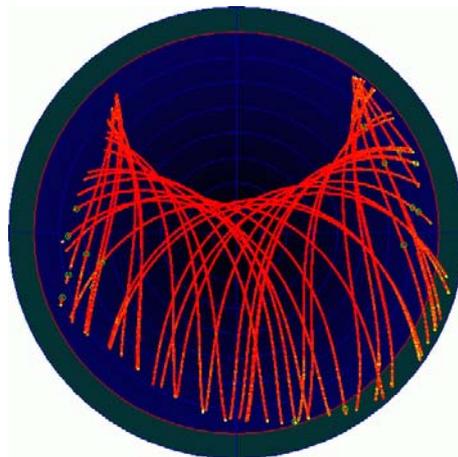




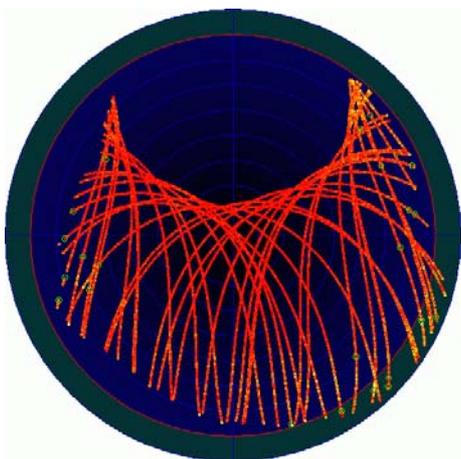
Fig. 10 – AGNE - Rapporto segnale/rumore su L1.



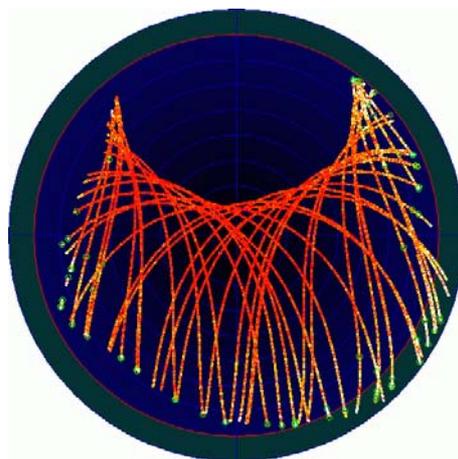
AGNE - Ritardo ionosferico [m]



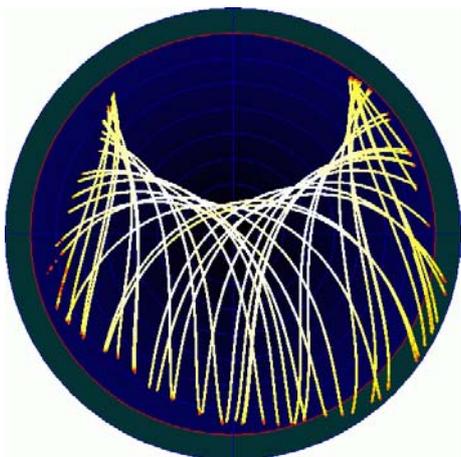
AGNE - Derivata del ritardo ionosferico [m]



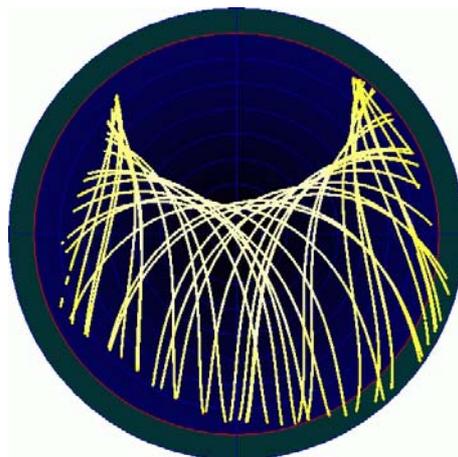
AGNE - Multipath su L1 [m]



AGNE - Multipath su L2 [m]



AGNE - Rapporto segnale/rumore su L1



AGNE - Rapporto segnale/rumore su L2

Fig. 11 – AGNE skyplot.



CARZ – Monte Carze, Comune di Trarego

Le osservazioni sul sito di Monte Carze sono state acquisite per più di 29 ore, intervallo di tempo che consideriamo sufficiente, anche se inferiore alle 48 richieste dallo standard UNAVCO.

L'orizzonte ampiamente libero sul sito di osservazione ha consentito di registrare una percentuale di osservazioni complete molto elevata rispetto al numero di osservazioni attese, oltre il 99%.

Sono poche le osservazioni scartate dal controllo di qualità, e i valori stimati di *multipath* si presentano nella norma su entrambe le frequenze.

In prossimità del sito di misura si trova un pannello riflettente (ripetitore) che non ha causato problemi alle osservazioni, anche perché essendo ubicato sul pendio sottostante la cima di Monte Carze, si trova al di sotto della linea dell'orizzonte dell'antenna GPS.

Non è stata rilevata alcuna interruzione o degradamento del segnale che possa essere imputata ad un disturbo in radiofrequenza.

Nel complesso le osservazioni acquisite sono risultate molto "pulite", con un elevato rapporto segnale su rumore e pochissimi *cycle slip*.

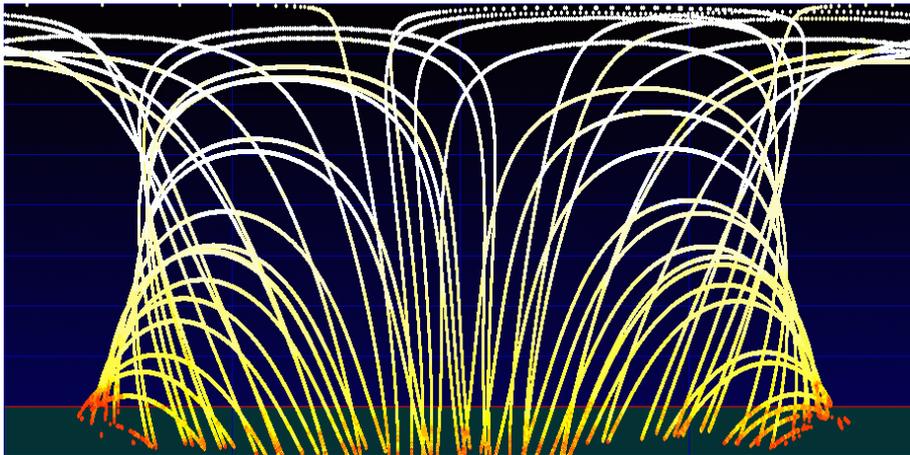
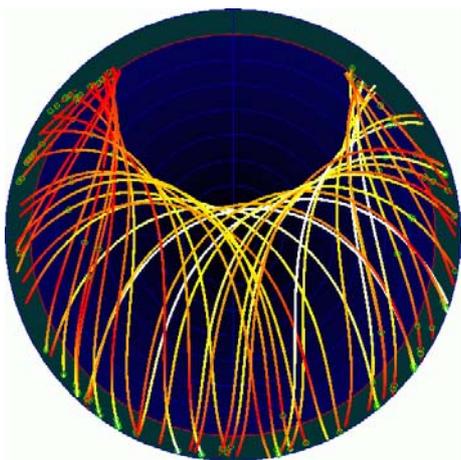
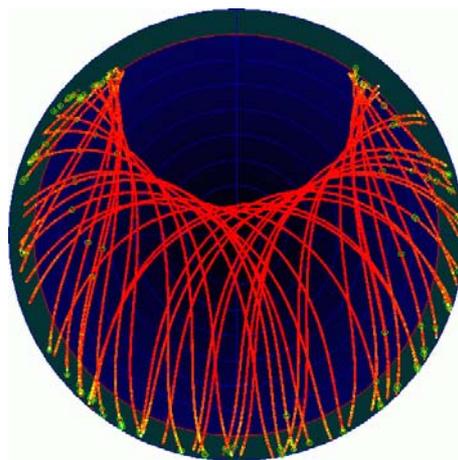


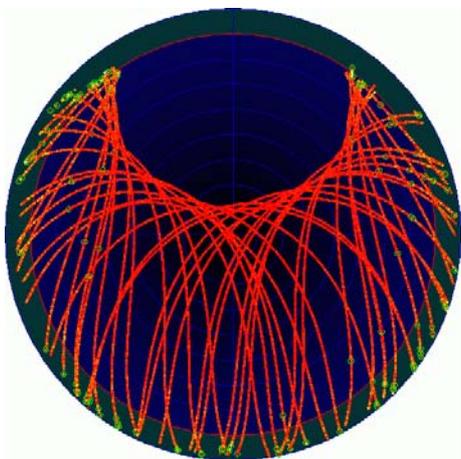
Fig. 12 – CARZ - Rapporto segnale/rumore su L1.



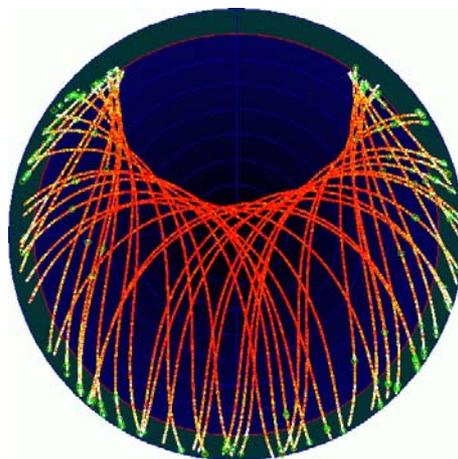
CARZ - Ritardo ionosferico [m]



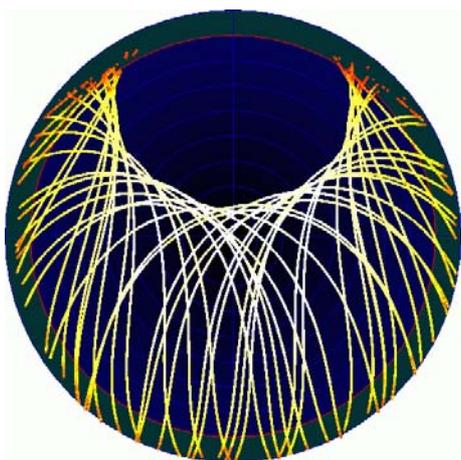
CARZ - Derivata del ritardo ionosferico [m]



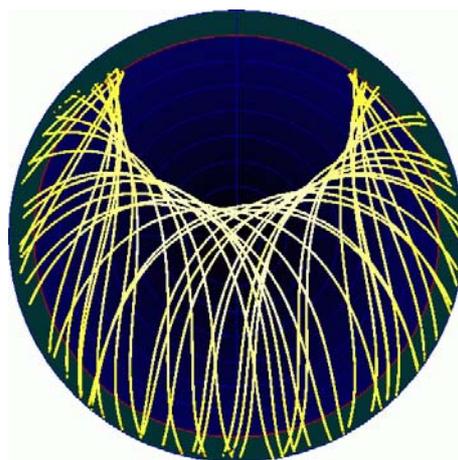
CARZ - Multipath su L1 [m]



CARZ - Multipath su L2 [m]



CARZ - Rapporto segnale/rumore su L1



CARZ - Rapporto segnale/rumore su L2

Fig. 13 – CARZ skyplot.



DEVE – Alpe Devero, Comune di Baceno

Le osservazioni sul sito dell'Alpe Devero sono state acquisite per meno di 22 ore, intervallo di tempo appena sufficiente per un controllo di qualità affidabile.

Non è stato possibile posizionare l'antenna in corrispondenza della posizione definitiva prevista per l'installazione della stazione permanente, inoltre il sito di misura presenta caratteristiche morfologiche molto, con occlusione dell'orizzonte molto elevata.

Le forti occlusioni sono dovute alle cime circostanti, ad un edificio con impalcatura e ad alberi. Risultano fortemente occlusi i settori sud-orientale, sud-occidentale ed occidentale, con un'elevazione delle occlusioni compresa tra i 15° e i 25°. Le occlusioni dell'orizzonte sul sito previsto per l'installazione della stazione sono tuttavia molto inferiori rispetto a quelle presenti sul sito di misura.

Le forti occlusioni non hanno consentito di registrare una percentuale di osservazioni complete molto elevata rispetto al numero di osservazioni attese; le osservazioni complete sono infatti solo il 75%. Abbastanza elevato anche il numero di osservazioni scartate dal controllo di qualità (circa il 3%), probabilmente a causa della diffrazione e della riduzione del rapporto segnale-rumore dovuti ad ostacoli sopra l'orizzonte. Superiore alla norma il valore stimato di *multipath* sulla frequenza L2.

Non è stata rilevata alcuna interruzione o degradamento del segnale che possa essere imputata ad un disturbo in radiofrequenza.

Le osservazioni acquisite sono risultate buone per elevazioni superiori ai 20-25°, e consentono di ritenere che sarà possibile ottenere buoni risultati ripetendo le misure sul sito previsto per l'installazione della stazione permanente.

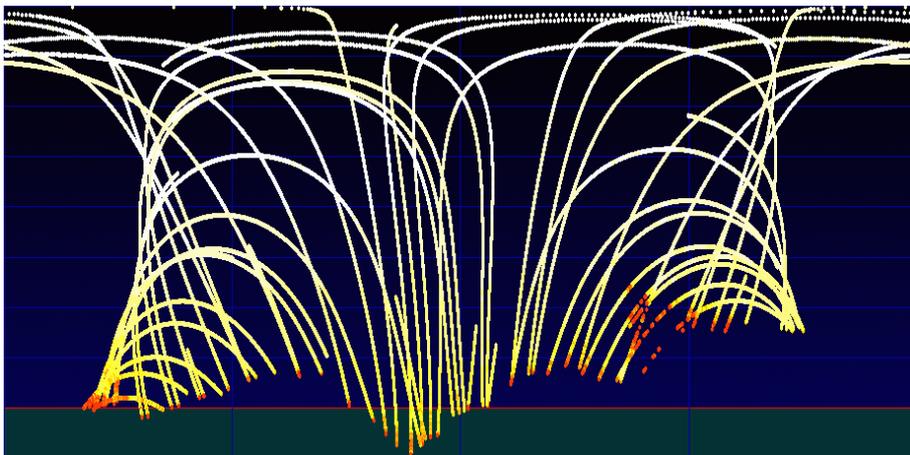
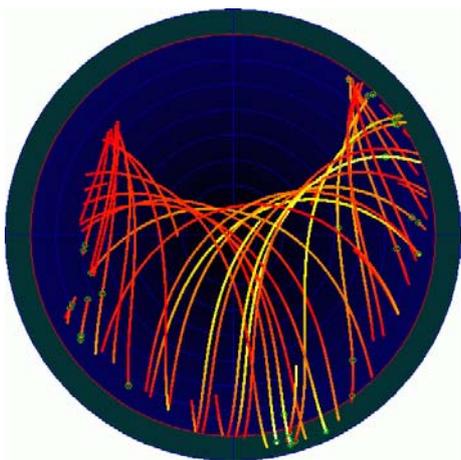
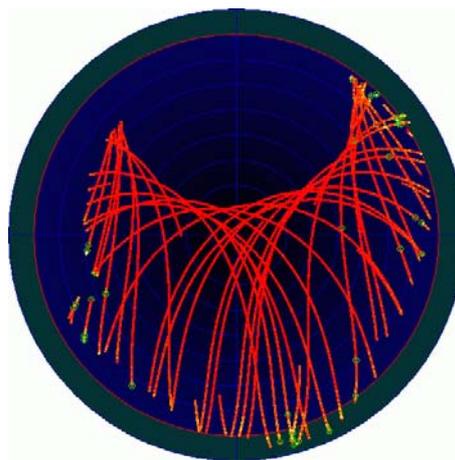


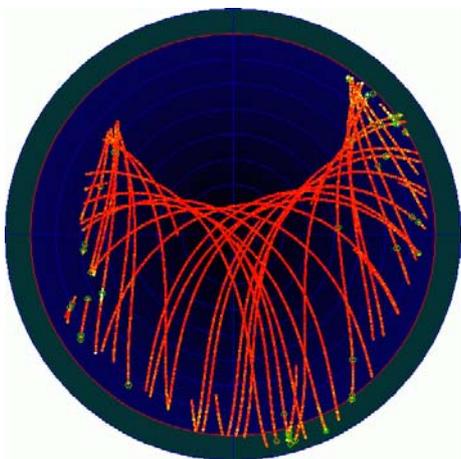
Fig. 14 – DEVE - Rapporto segnale/rumore su L1.



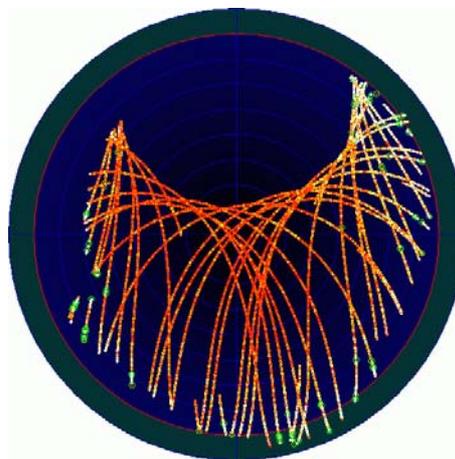
DEVE - Ritardo ionosferico [m]



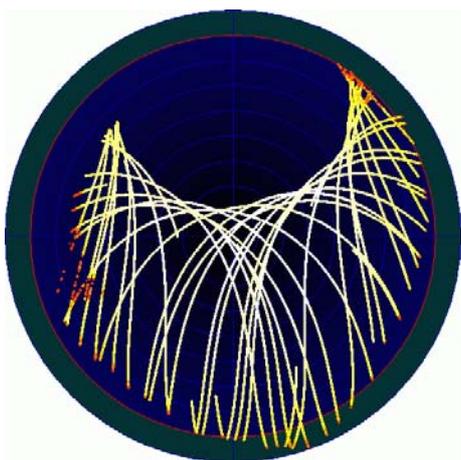
DEVE - Derivata del ritardo ionosferico [m]



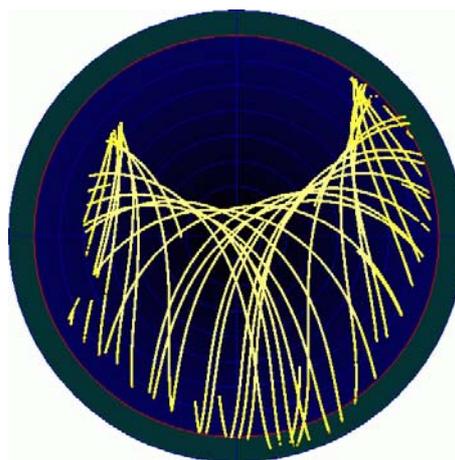
DEVE - Multipath su L1 [m]



DEVE - Multipath su L2 [m]



DEVE - Rapporto segnale/rumore su L1



DEVE - Rapporto segnale/rumore su L2

Fig. 15 - DEVE skyplot.



MURA – Bric Berico, Comune di Murazzano

Le osservazioni sul sito di Bric Berico sono state acquisite per più di 25 ore.

L'antenna è stata posizionata in prossimità della localizzazione definitiva prevista per l'installazione della stazione permanente, scelta in considerazione della presenza di un'antenna radio della protezione civile e della stabilità della costruzione.

Il sito di misura presenta visibilità ottima, con limitate occlusioni dell'orizzonte dovute più che altro alla già citata antenna, che si trova in direzione ENE rispetto all'antenna GPS. In quella direzione si notano infatti interruzioni del segnale fino ad un'elevazione di 60° sull'orizzonte.

L'antenna radio non è attualmente attiva, ma trasmetterà sulle seguenti frequenze, che non dovrebbero creare disturbo al segnale GPS:

- VHF 164 MHz
- VHF 430-440 MHz
- microonde 7GHz

Si nota inoltre che l'antenna è direzionale, ed orientata in direzione opposta alla direzione dell'antenna GPS; anche per questo motivo non si ritiene che debba creare disturbo alla ricezione dei segnali GPS.

Non è stata rilevata alcuna interruzione o degradamento del segnale che possa essere imputata ad un disturbo in radiofrequenza.

Le osservazioni acquisite sono risultate buone per elevazioni superiori al cut-off di 10°.

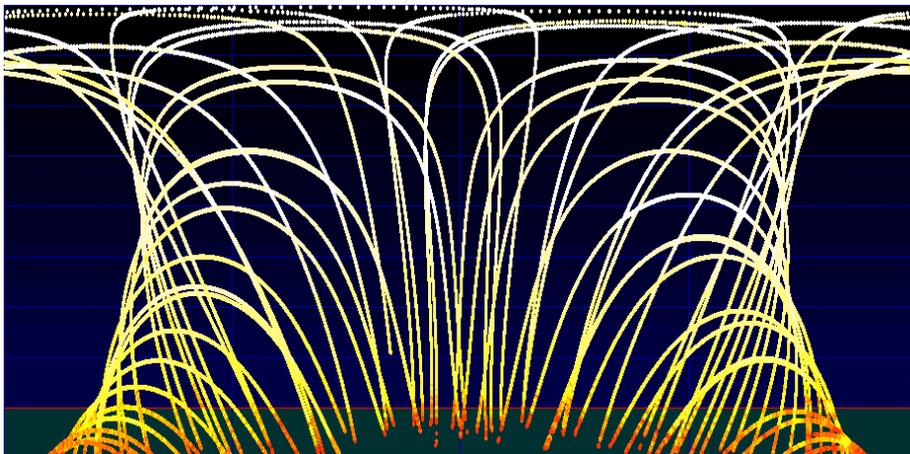
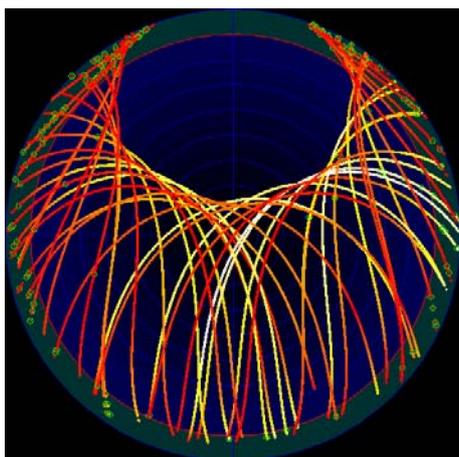
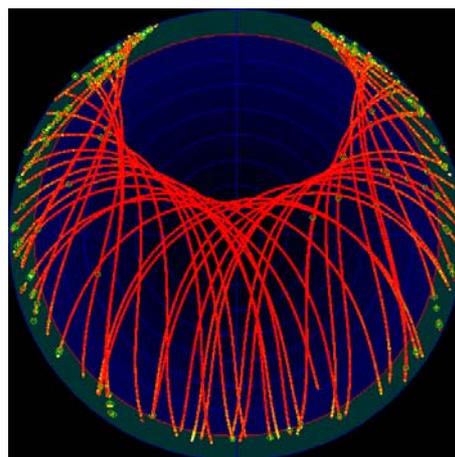


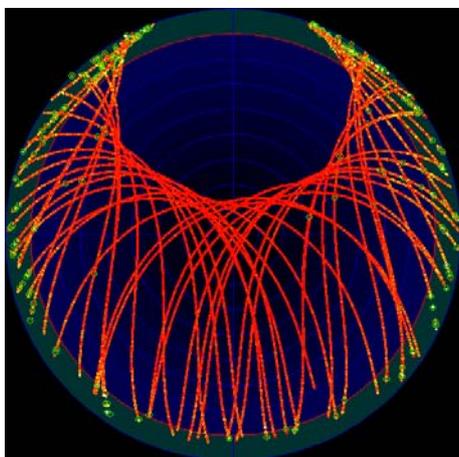
Fig. 16 – MURA - Rapporto segnale/rumore su L1.



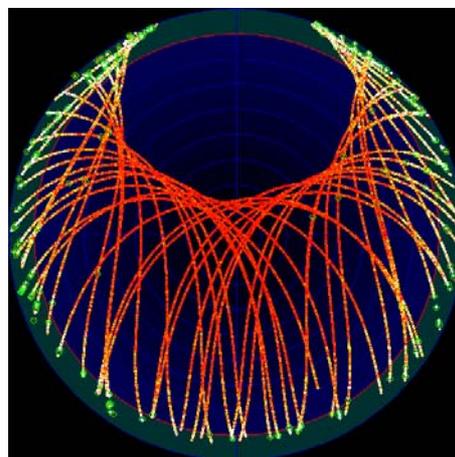
MURA - Ritardo ionosferico [m]



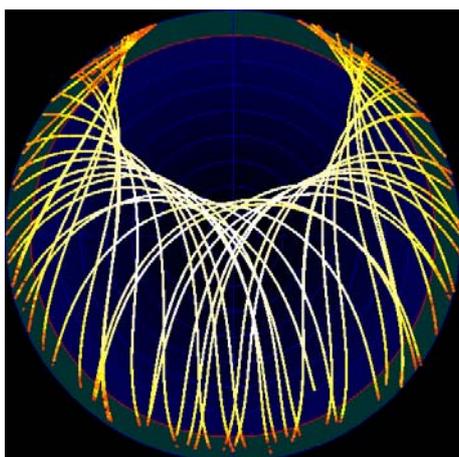
MURA - Derivata del ritardo ionosferico [m]



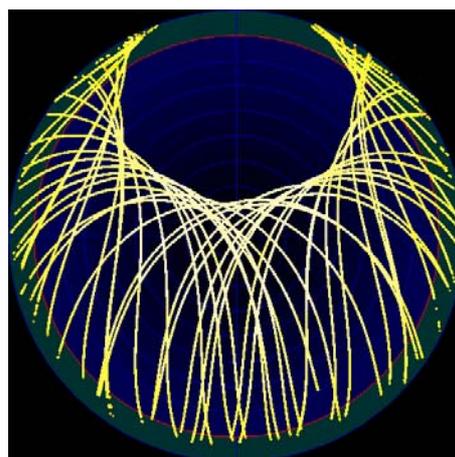
MURA - Multipath su L1 [m]



MURA - Multipath su L2 [m]



MURA - Rapporto segnale/rumore su L1



MURA - Rapporto segnale/rumore su L2

Fig. 17 – MURA skyplot.



PARO – Comune di Paroldo

Le osservazioni sul sito di Paroldo sono state acquisite per sole 6 ore. Ulteriori indagini sono opportune e cautelative, tuttavia i primi dati consentono di ritenere il sito idoneo.

L'antenna è stata posizionata in prossimità della localizzazione definitiva prevista per l'installazione della stazione permanente, scelta in considerazione della distanza dalla stazione meteo, della proprietà del terreno e della distanza e orientamento di un ripetitore televisivo installato nelle immediate vicinanze.

Il sito di misura presenta visibilità ottima.

Si noti che le antenne televisive sono direzionali, ed orientate in direzione opposta alla direzione dell'antenna GPS; per questo motivo si ritiene che non debba creare disturbo alla ricezione dei segnali GPS.

Non è stata rilevata alcuna interruzione o degradamento del segnale che possa essere imputata ad un disturbo in radiofrequenza.

Le osservazioni acquisite sono risultate buone per elevazioni superiori al cut-off di 10°.

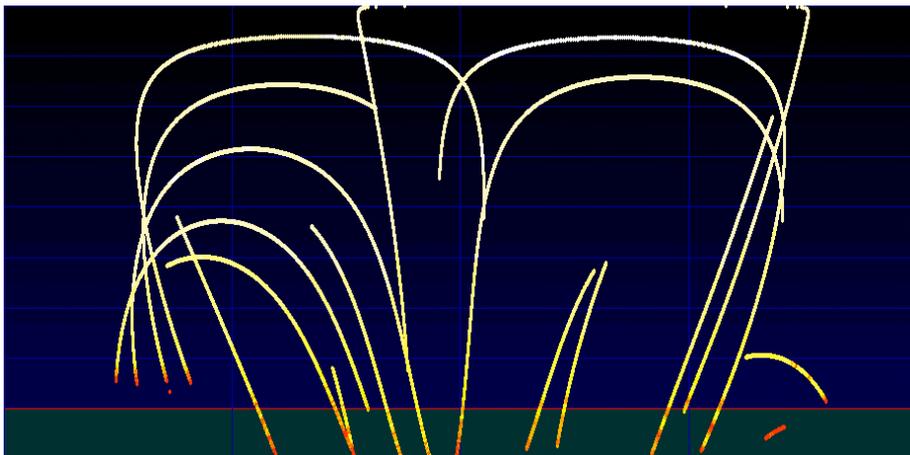
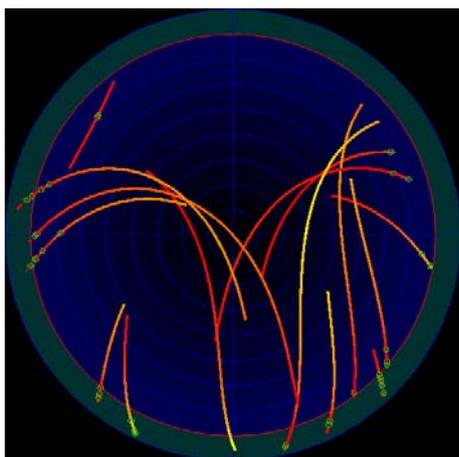
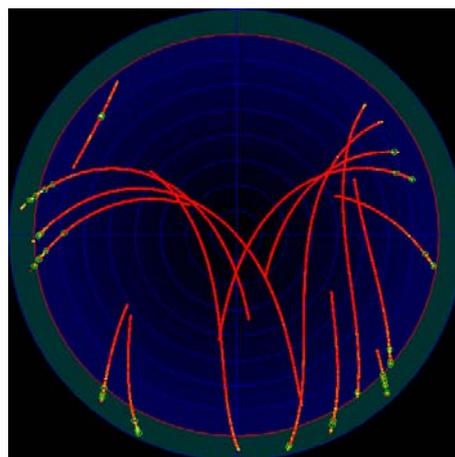


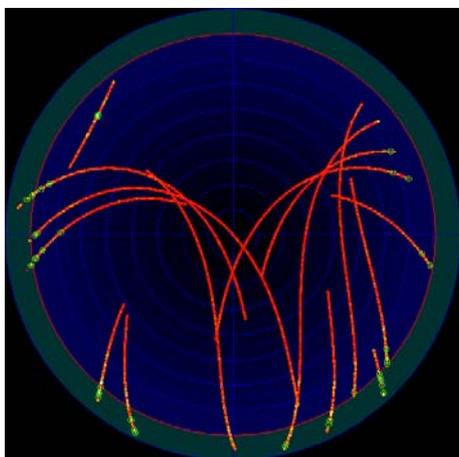
Fig. 18 – PARO - Rapporto segnale/rumore su L1.



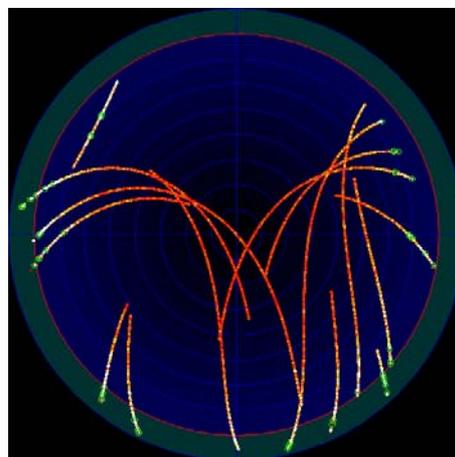
PARO - Ritardo ionosferico [m]



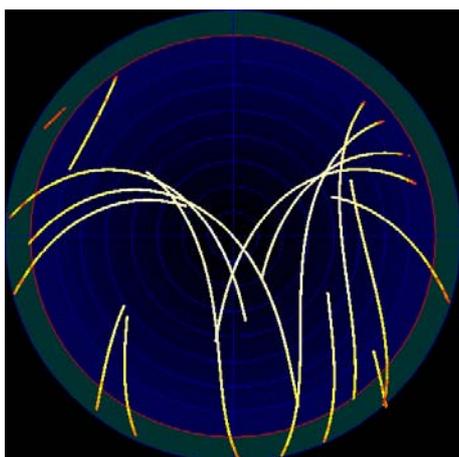
PARO - Derivata del ritardo ionosferico [m]



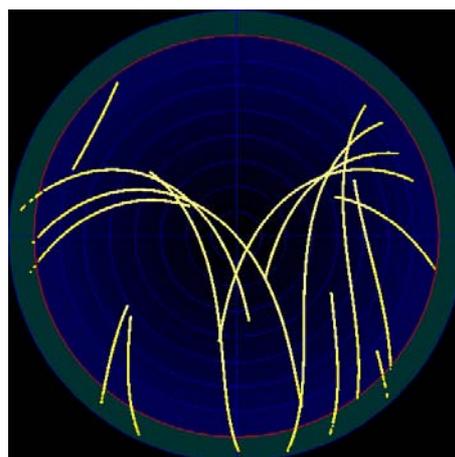
PARO - Multipath su L1 [m]



PARO - Multipath su L2 [m]



PARO - Rapporto segnale/rumore su L1



PARO - Rapporto segnale/rumore su L2

Fig. 19 – PARO skyplot.



Comparazione dei risultati e considerazioni finali

I siti esaminati sono risultati, dal punto di vista della ricezione del segnale GPS, tutti idonei all'installazione di stazioni permanenti per gli scopi del progetto ALPS-GPSQUAKENET. Anche sul sito dell'Alpe Devero, dove le misure preliminari non sono risultate soddisfacenti, dovrebbe essere possibile ottenere buoni risultati nel sito previsto per l'installazione della stazione.

In nessun caso si sono rilevati disturbi in radiofrequenza.

In riferimento al quadro riassuntivo della tabella 3, oltre ai già citati problemi sul sito dell'Alpe Devero, si nota una elevata percentuale di *cycle slip* sulle osservazioni di Pino Torinese. Questo parametro è giustificato dal fatto che le misure di Pino includono un gran numero di osservazioni a bassa elevazione, quindi con minore rapporto segnale-rumore e maggior numero di *cycle slip*. Se si escludono le osservazioni ad elevazione inferiore a 10°, la percentuale di *cycle slip* rispetto al numero totale di osservazioni scende da 0.45 a 0.11%.

Su alcuni siti i problemi dovuti ad occlusione dell'orizzonte possono essere parzialmente risolti con una migliore scelta della posizione definitiva dell'antenna o con il taglio di alberi.

I siti GAST e AGNE hanno caratteristiche anche morfologiche molto simili; su questi due siti il controllo di qualità ha fornito risultati quasi identici. Il sito AGNE è pertanto una buona alternativa a GAST, che presenta maggiori problemi logistici.

Stazione	Durata [ore]	ΔT [s]	Satelliti osservati [N.]	Epoche senza oss. [%]	Osservazioni complete ($>10^\circ$) [%]	Osservazioni scartate ($>10^\circ$) [%]	Multipath medio su L1 [m]	Multipath medio su L2 [m]	Cycle slip ($<10^\circ$) [%]	Cycle slip ($>10^\circ$) [%]
OATO	52,08	30	28	0	98,3	0,3	0,27	0,67	0,45	0,11
GAST	24,39	10	28	0	86,6	0,9	0,26	0,59	0,01	0,03
AGNE	27,63	10	29	0	85,3	0,9	0,26	0,62	0,01	0,02
CARZ	29,79	10	29	0	99,2	0,6	0,20	0,63	0,11	0,05
DEVE	21,74	10	29	0	75,5	3,0	0,26	1,21	0,01	0,05
MURA	25,66	10	28	0	99,6	0,0	0,24	0,64	-	0,04
PARO	5,87	10	17	0	95,5	2,2	0,27	1,15	0,12	0,13

Tab. 3 – Quadro riassuntivo degli output di TEQC per il controllo di qualità.



Formazione del bando di gara per la scelta dei ricevitori GPS

Le caratteristiche minime richieste alla strumentazione di misura GPS sono state discusse al meeting di Trieste e definite in fase di stesura del bando di gara. Si riporta il contributo dato alla definizione delle caratteristiche dei ricevitori e una panoramica degli strumenti disponibili.

Sono stati esaminati i ricevitori geodetici in doppia frequenza GPS disponibili sul mercato. Sono state considerate minimali alcune caratteristiche di uso specifico in stazioni permanenti:

- predisposizione alla ricezione di un campione esterno di frequenza;
- predisposizione alla connessione ad un modulo GPS meteorologico;
- predisposizione al controllo remoto, alla trasmissione dei dati in tempo reale e in contemporanea alla memorizzazione locale senza l'ausilio di PC esterno;

Altre caratteristiche tecniche sono legate alle particolari condizioni ambientali che ci attendiamo di trovare in stazioni remote anche ad alta quota, alla possibilità di interruzione delle comunicazioni remote anche per più giorni ed eventualmente dell'alimentazione elettrica:

- memoria interna di almeno 128 MB;
- campo di temperatura di funzionamento da -40°C a $+50^{\circ}\text{C}$;
- alimentazione compatibile con 12 V continui;
- riavvio automatico con mantenimento della configurazione e salvataggio dei dati in caso di caduta della corrente;

Dal lato comunicazioni si sono considerate tutte le possibilità, richiedendo:

- presenza di tre porte seriali e porta ethernet;
- predisposizione alla trasmissione programmata dei dati tramite radiodem, GSM modem e linea telefonica.

Per gli scopi geodinamici della rete GAIN è stato escluso il sistema GLONASS, pertanto l'eventuale possibilità di ricezione di tale sistema non è stata valutata come caratteristica migliorativa.

Si presti attenzione ai consumi di potenza dichiarati: questi dovrebbero essere riferiti all'insieme ricevitore ed antenna, in condizioni di ricezione medie di una costellazione di 6-8 satelliti, quindi l'impiego di 12-16 dei 24 canali disponibili.



Firm	Receiver	Channels	Glonass	Memory	Power supply	Power consumption	Operating temperature
Trimble	NetRS	24	-	150 Mb	11-28 VDC	3,5 W	-40 °C to +65 °C
Trimble	5700 CORS	24	-	128 Mb	10,5-28 VDC	2,5 W	-40 °C to +65 °C
Thales	μZ-CGRS	24	-	128 Mb	10-28 VDC	5,6 W	-40 °C to +60 °C
Thales	iCGRS	24	-	128 Mb	10-28 VDC	6,6 W	-40 °C to +55 °C
Leica	GRX1200Pro	24	-	32 - 256 Mb	10,5-28 VDC	4,2 W	-40 °C to +65 °C
Topcon	Odyssey-RS	40	X	1Gb	6-28 VDC	4,3 W	-10 °C to +50 °C
Topcon	Legacy-E GGD	40	X	1 Gb	6-28 VDC	3,0 W	-40 °C to +55 °C
Topcon	GB-1000	40	X	1 Gb	6-28 VDC	3,8 W	-30 °C to +60 °C

Tab. 4 – Principali modelli di ricevitori GPS proposti sul mercato per l’installazione in stazioni permanenti. I consumi possono includere o no l’assorbimento dell’antenna e sono riferiti a condizioni medie.

Firm	Receiver	RS232 Com.	Ethernet Com.	PC	Meteo Input frequency	Sampling	RTCM out	L2C	External clock
Trimble	NetRS	4	1	Linux embedded	X	1 - 10 Hz	2.3	X	X
Trimble	5700 CORS	3	-	External	X	1 - 10 Hz	2.3	-	-
Thales	μZ-CGRS	4	-	External	X	1 - 5 Hz	optional	-	X
Thales	iCGRS	4	1	Linux embedded	X	1 - 5 Hz	2.3	-	X
Leica	GRX1200Pro	4	1	-	X	1 - 20 Hz	2.3 / 3.0	X	X
Topcon	Odyssey-RS	4	1	External	x	1 - 20 Hz	2.3	-	X
Topcon	Legacy-E GGD	4	-	External	x	1 - 20 Hz	2.3	-	X
Topcon	GB-1000	3	1	External	x	1 - 20 Hz	2.3	-	X

Tab. 5 – Principali modelli di ricevitori GPS proposti sul mercato per l’installazione in stazioni permanenti.

Firm	Receiver	Control software
Trimble	NetRS	HTML web browser
Trimble	5700 CORS	TRS
Thales	μZ-CGRS	Micro-Manager Pro Remote Operation
Thales	iCGRS	HTML web browser
Leica	GRX1200Pro	Spider
Topcon	Odyssey-RS	Topnet +/MeridianaSAT/PC-CDU
Topcon	Legacy-E GGD	Topnet +/MeridianaSAT/PC-CDU
Topcon	GB-1000	Topnet +/MeridianaSAT/PC-CDU

Tab. 6 – Principali modelli di ricevitori GPS proposti sul mercato per l’installazione in stazioni permanenti. I software di controllo.



Redazione station form e log file, attribuzione dome number

All'installazione delle stazioni è seguita la loro ufficializzazione secondo quanto previsto dagli standard IGS internazionalmente accettati. Si descrive la procedura effettuata, da impiegarsi nel caso dell'inserimento di ulteriori nuove stazioni nella rete. Il primo passo è la richiesta dei nomi delle stazioni e della loro registrazione nell'elenco IERS/ITRF. La procedura è la seguente:

- Verificare la disponibilità del nome ed effettuare la richiesta, alla pagina <http://itrf.ensg.ign.fr> Nella scroll bar di sinistra, alla voce "IERS Network"
 - o cliccare su "Manage cart"
 - o cliccare su "Add points to cart by code"
 - o inserire l'acronimo ID di 4 caratteri scelto

Il sistema verificherà se l'ID è disponibile o eventualmente già esistente.

- Completata l'installazione e quando la stazione sia stata resa operativa, accedere alla stessa pagina
 - o cliccare su DOMES number: DOMES request
 - o compilare il DOMES INFORMATION FORM (DIF)
 - o inviare il DIF online

si riceverà una conferma da ITRF con il DOMES number assegnato (continent – country – station - occupation code).

- È possibile anche inviare il DIF via e-mail a Xavier Collilieux (collilie@ensg.ign.fr).

Una copia del DIF deve essere inviata al PS (R. Riva) e ai responsabili dei WP5 e WP6 (R. Laffi e H. Drewes).

Ottenuti i domes number, è necessario compilare lo station form per il PS (R. Riva).



Station number	1	2	3	4
Station name	Osservatorio astronomico di Torino	Lago Agnel	Alpe Devero	Monte Carza
RINEX ID (4-char)	OATO	AGNE	DEVE	CARZ
DOMES number	12724M003	12777M001	12779M001	12778M001
A-priori X coordinate (m, WGS84)	4473388.939	4447564.277	4368538.450	4384934.066
A-priori Y coordinate (m, WGS84)	610018.364	557096.829	634264.242	669439.554
A-priori Z coordinate (m, WGS84)	4491078.368	4525649.602	4590604.538	4569350.818
Antenna type and model	LEIAT504	LEIAT504	LEIAT504	LEIAT504
Antenna cut-off angle (deg)	10	0	0	0
Observation sampling period (s)	15	15	15	15
Receiver type and model	LEICA GRX1200PRO	LEICA GRX1200PRO	LEICA GRX1200PRO	LEICA GRX1200PRO
Type of station electricity supply (solar panels, cable, etc.)	cable	cable	cable	solar panel
Type of data transmission (GSM, cable, radio, etc.)	cable (ADSL)	GSM	GSM	GSM
There are obstructions over the cut-off angle (Yes, No)?	No	No	No	No

Tab. 7 – Station form.

In conformità agli standard IGS sono stati compilati i log file delle stazioni, elencati in tabella 8. Le istruzioni per la compilazione sono consultabili all'indirizzo

ftp://igs.cb.jpl.nasa.gov/pub/station/general/site_log_instr.txt

AGNE	agne_20051006.log	domes_DIF_AGNE.req
CARZ	carz_20051006.log	domes_DIF_CARZ.req
DEVE	deve_20051006.log	domes_DIF_DEVE.req
OATO	oato_20051006.log	domes_DIF_OATO.req

Tab. 8 – Log file.

Il log file (anche ditto site log) contiene l'intera storia della stazione, ad esempio le date di tutti i cambiamenti di ricevitore o antenna. Inoltre riporta sinteticamente i parametri più importanti della stazione e del sito. Il file è preparato dall'IGS e compilabile a cura di un responsabile della stazione.

Si raccomanda il tempestivo aggiornamento delle informazioni contenute in station form e log file, ogni qualvolta necessario.



Setup procedure automatiche di trasmissione dati

Si descrivono le impostazioni necessarie a configurare con il programma Spider la creazione dei file di dati e il loro trasferimento al data center.

I file prodotti possono essere configurati dal Local Site Server come esemplificato in figura 20, curando di selezionare nella scheda *FTP* il server per l'invio dei dati. I file giornalieri a 15 secondi devono essere nel formato compact RINEX (Hatanaka) e compressi UNIX o non compressi. Non è accettata dal data center alcun'altra modalità di compressione. Si è scelto di includere nei file di osservazione le misure doppler e i valori del rapporto segnale su rumore (SNR, Signal to Noise Ratio), in ogni caso questa scelta è opzionale. Infine è necessario includere anche i messaggi navigazionali (effemeridi), selezionando *Navigation* nella scheda *Contents*. Non sono accettati dal data center file di osservazioni senza il rispettivo file di navigazione, indispensabile per il controllo di qualità.

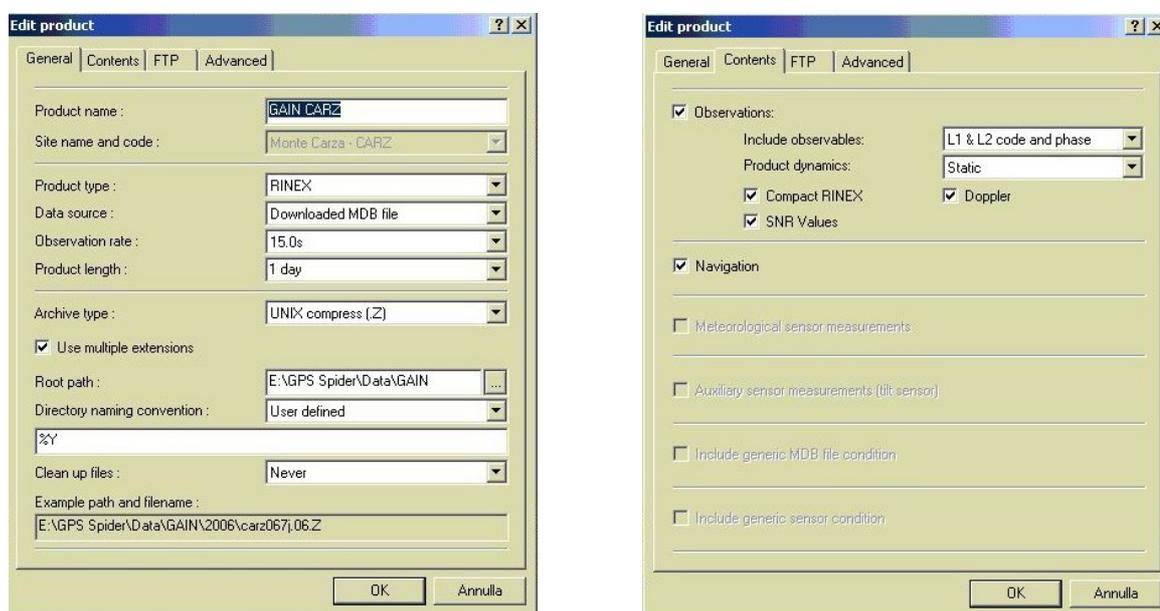


Fig. 20 – Configurazione dei file products.

I parametri della connessione ftp al data center possono essere verificati presso Galileian Plus (già FMR Spazio) contattando Angelo Amodio⁴ o Massimiliano Chersich⁵.

Per caricare i file giornalieri di Spider sul sito ftp di alps-gps, nella scheda *New FTP location* bisogna inserire:

- Name: Alps-GPS ftp site (o altro a piacere)
- FTP host server: 140.105.54.55
- User name: arpap
- Password: *****
- FTP directory: \
- Send command: lasciare vuoto

⁴ angelo.amodio@fmrcons.com o aamodio@galileianplus.it

⁵ massimiliano.chersich@fmrcons.com



Calcolo della rete

Reti GNSS permanenti per la geodinamica necessitano di un inquadramento geodetico definito da una rigorosa metodologia e controllato nel tempo. Sono particolarmente critici gli aspetti legati al datum. Nel caso della rete geodinamica GAIN, inquadrata in IGb00, non si pone il problema di un inquadramento nel datum nazionale; assumono piuttosto maggiore importanza il controllo del datum nel tempo e l'analisi della sua deformazione geodinamica.

Si analizzano infine in dettaglio le strategie di processamento della rete regionale con il software Bernese 5.0.

Sistemi di riferimento

Si esaminano brevemente i sistemi di riferimento ITRS e IGS, con l'obiettivo di sottolineare le implicazioni relative all'inquadramento geodetico delle reti regionali e di fornire le basi necessarie alla discussione delle strategie di calcolo e di compensazione della rete.

Il sistema ITRS

L'International Terrestrial Reference System è definito e controllato dal Centro ITRS dello IERS, secondo le seguenti condizioni:

- È geocentrico, con origine coincidente con il centro di massa della Terra, calcolato includendo gli oceani e l'atmosfera.
- L'unità di lunghezza è il metro del Sistema Internazionale. Questa scala è consistente con il tempo coordinato per un sistema locale geocentrico (TCG), in accordo con le risoluzioni IAU e IUGG del 1991.
- L'orientamento è dato inizialmente dall'orientamento BIH (Bureau International de l'Heure) riferito al 1984.0.

L'IERS Reference Pole (IRP) e l'IERS Reference Meridian (IRM) sono in accordo con le corrispondenti direzioni BIH a meno di 5 mas. Si vedano per maggiori dettagli le Convenzioni IERS del 1996. L'ITRS è connesso all'ICRS (International Celestial Reference System) per mezzo dei parametri EOP (Earth Orientation Parameters).

Il datum ITRF (International Terrestrial Reference Frame) è fissato in base a misure di geodesia spaziale. Il fattore di scala è ricavato da una media pesata di tre soluzioni VLBI e cinque soluzioni SLR. L'origine (traslazioni e velocità) da una media pesata delle sole cinque soluzioni SLR. L'orientamento dipende invece dalle rotazioni ITRF97(97.0) e dalle velocità di rotazione del modello NNR-NUVEL1A, stimate su una selezione di 50 siti, scelti secondo i seguenti criteri:

- disponibilità di osservazioni continue negli ultimi tre anni;
- localizzazione su una zolla rigida e lontano da zone in deformazione;
- errore formale della velocità (risultato delle combinazioni ITRF) inferiore a 3 mm/y;
- residui sulle velocità inferiori a 3 mm/y in almeno tre diverse soluzioni.

Ai fini della nostra analisi interessa sottolineare che la realizzazione dell'ITRS, l'ITRF, è basata su stime di posizioni e velocità di un insieme di stazioni a terra, ottenute da misure VLBI, LLR, SLR, GPS e DORIS. Le soluzioni, connesse nei siti di misura detti di collocazione, in cui sono effettuate misure di geodesia spaziale con più di uno di questi sistemi, non so-



no tra loro perfettamente coerenti. Tali incoerenze sono presenti nella soluzione combinata ITRF.

Il sistema IGS

Dopo che nel 2001 l'ITRF2000 fu reso disponibile, una prima realizzazione GPS denominata IGS2000(v1) o semplicemente IGS00, fu preparata usando la soluzione cumulativa della settimana GPS 1131 (IGS01P37.SNX). Scopo della realizzazione GPS del RF è migliorare la consistenza interna, non garantita in ITRF2000 dalla combinazione delle soluzioni VLBI, LLR, SLR, GPS e DORIS, in particolare a causa delle inevitabili incertezze legate alla collocazione. Il sistema di riferimento IGS non può essere evidentemente di precisione paragonabile all'ITRF, né lo vuole sostituire, ma semplicemente è stato introdotto come supporto alle sole misure GPS, in quanto intrinsecamente più coerente. Si fa raccomandazione generale agli utenti dei prodotti IGS (soluzioni di ionosfera, troposfera ed effemeridi), l'uso delle coordinate IGS00.

L'IGS Reference Frame (RF) è costituito da un insieme di stazioni GPS selezionate dall'IGS Reference Frame Working Group (RFWG), sulla base di criteri di qualità (prestazioni, monumentazione, collocazione geografica). Ad ogni aggiornamento della realizzazione del RF, il numero di stazioni selezionate è stato aumentato, al fine di aumentare la qualità generale della realizzazione e di conseguenza i prodotti IGS che da essa dipendono.

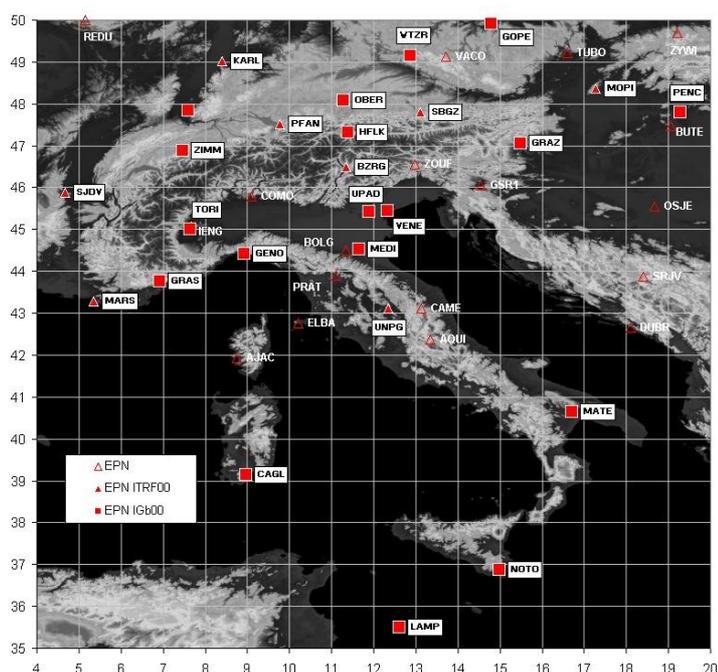


Fig. 21 – Le stazioni della rete EPN (EUREF Permanent Network) che interessano il territorio italiano. Si evidenziano le stazioni MATE, GRAS, GRAZ e ZIMM, che fanno parte della realizzazione IGS00.

La consistenza e la stabilità dei prodotti IGS, dipendono in modo critico dalla scelta delle stazioni di riferimento che contribuiscono alla realizzazione del RF. Un buon comportamento di coordinate e residui osservati nelle serie temporali, è un importante indicatore del contributo della singola stazione di riferimento alla stabilità della realizzazione. Sebbene siano state considerate circa 200 stazioni, solo poche si sono dimostrate rispondenti ai criteri di qualità



prefissati. Per la realizzazione dell'IGS2000(v1), è stato originariamente scelto un sottoinsieme di 54 stazioni di alta qualità. In seguito il numero di stazioni usate è stato gradualmente ridotto a circa 45.

L'IGS2000(v2) Reference Frame (RF) detto anche IGb00 è la realizzazione GPS dell'ITRF00 ufficialmente in uso dall'11 gennaio 2004 (GPS week 1253; MJD 53015). Include 99 stazioni, 47 delle quali già usate per l'IGS2000(v1), di cui si sono stimate coordinate e velocità in base alla soluzione cumulativa IGS03P33.SNX.

I parametri della trasformazione di Helmert tra ITRF2000 e la realizzazione IGS2000(v2) relativi all'epoca 1998.0 sono stati stimati dall'IGS su 71 stazioni comuni (IGSMail-4642). Le restanti 28 stazioni non sono state usate perché non disponibili in ITRF2000 o perché presentano differenze significative di posizione o velocità tra ITRF e la realizzazione IGS. Nella stima dei 14 parametri di trasformazione (7 di posizione e 7 di velocità) si sono assunti pesi unitari. L'RMS dei residui è inferiore al millimetro nella componente planimetrica delle posizioni e velocità, e rispettivamente di 2.6 e 1.5 mm/y nella componente altimetrica di posizione e velocità. I residui sulle stazioni di interesse per l'area italiana (tab. 9), pur essendo estremamente contenuti, possono darci un'idea dei problemi di incoerenza intrinseci in ITRF2000. Si osservino ad esempio i residui sulle coordinate della stazione di Zimmerwald, che è un sito di colocazione, in quanto dispone oltre che della stazione GPS anche del telescopio per misure Satellite Laser ranging. Il residuo in quota, pari a -6.5 mm, non è affatto trascurabile.

	$\Delta\phi$	$\Delta\lambda$	Δh	ΔV_ϕ	ΔV_λ	ΔV_h
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm/y]	[mm/y]	[mm/y]
GRAS	-0.8	-0.5	-2.6	-0.2	-0.1	-0.6
GRAZ	-0.4	0.1	0.0	0.2	0.7	-2.1
MATE	-0.1	-0.3	1.8	0.3	-0.8	-1.7
ZIMM	-1.3	0.3	-6.5	0.5	-0.7	2.2
WTZR	-0.2	-0.4	1.5	-0.1	-0.2	-1.2

Tab. 9 - Residui della trasformazione di Helmert tra ITRF2000 e IGS2000(v2) sulle stazioni di interesse per l'area italiana (IGSMail-4642).

Le velocità planimetriche stimate in IGS03P33.SNX sono state anche confrontate con le velocità previste dal modello geodinamico NNR-NUVEL1A, e mostrano un sostanziale accordo. I residui maggiori sono ovviamente sulle stazioni di bordo delle placche, mentre i movimenti verticali, non previsti dal modello, sono generalmente in accordo con gli effetti previsti di rebound post glaciale. Gli RMS dei residui sono di (3.0, 2.3 e 2.9) mm/y nelle componenti Nord, Est e verticale. Si noti (tab. 10) che le velocità della stazione di Matera presentano i residui più elevati rispetto alle velocità previste dal modello, inoltre non sono in accordo con le velocità ITRF2000. Le velocità delle altre stazioni, sulla parte continentale più stabile della placca eurasiatica, presentano invece scarti inferiori. Tale confronto è criticabile, perché fortemente dipendente dall'affidabilità del modello. Risultati in maggiore accordo con ITRF2000 sono dati dal più recente modello APKIM2000, calcolato dal Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut e proposto dal Prof Hermann Drewes nell'ambito del progetto ALPS-GPSQuakeNet.



	ΔV_ϕ	ΔV_λ	V_h
	[mm/y]	[mm/y]	[mm/y]
GRAS	-0.5	-0.3	0.3
GRAZ	-1.2	-0.4	0.2
MATE	-4.9	-2.4	-0.7
ZIMM	-1.0	-0.1	-0.3
WTZR	-0.3	-1.1	2.7

Tab. 10 - Residui delle differenze di velocità NNR-NUVELIA e IGS2000(v2) sulle stazioni di interesse per l'area italiana (IGSMail-4642). Le velocità verticali non sono previste nel modello geodinamico, pertanto l'ultima colonna riporta dei valori assoluti di spostamento.

Inquadramento geodetico della rete regionale

È necessario, prima di procedere alla descrizione delle soluzioni praticamente adottate, richiamare alcuni concetti che interessano le reti regionali di stazioni permanenti, legati ai sistemi di riferimento. Alcuni di questi concetti sono di interesse generale, altri sono di interesse più specifico per le applicazioni in tempo reale o per la geodinamica.

Abbiamo già accennato, parlando di sistemi di riferimento, ai problemi inerenti la coerenza delle coordinate della rete di stazioni permanenti con i prodotti IGS. Questo impone di fatto la scelta del sistema di riferimento in cui la rete deve essere compensata, vincolando la soluzione alle coordinate (introdotte con le loro varianze) di alcune stazioni IGS appropriatamente scelte.

Le coordinate delle stazioni IGS sono disponibili nei sistemi di riferimento ITRF00, IGB00 e ETRS89. Abbiamo già discusso le caratteristiche del sistema ITRF00, sottolineando il fatto che non garantisce la massima coerenza con i prodotti IGS utilizzati per la compensazione. Inoltre l'ITRF00 fornisce coordinate e velocità riferite all'epoca 1997.0, che vengono propagate linearmente nel tempo; si noti che l'ipotesi lineare può non essere valida oltre un certo numero di anni. L'IGB00, al contrario, è il RF che garantisce la massima auto-consistenza, ed è disponibile sia una soluzione a lungo termine (coordinate e velocità all'epoca 1998.0) che la serie delle soluzioni settimanali.

Dobbiamo infine tenere presente il sistema di riferimento ETRS89, introdotto in Europa per scopi cartografici, e la sua realizzazione italiana, l'IGM95. Purtroppo ETRS89 non è consistente con le effemeridi IGS e con i parametri EOP. Infatti, poiché per definizione l'ETRS89 coincide con l'ITRF89(89.0), segue che la trasformazione da ITRF00 (o da IGS00) a ETRS89 è deformativa. In Italia nella pratica del rilevamento è in uso la realizzazione IGM95, che purtroppo introduce ulteriori deformazioni rispetto ad ETRS89, deformazioni dovute in parte agli inevitabili errori di misura in fase di realizzazione della rete (anni 1992-95), in parte alle altrettanto inevitabili deformazioni crostali della nostra amata penisola, non più trascurabili dopo dieci anni trascorsi dalla realizzazione di IGM95.

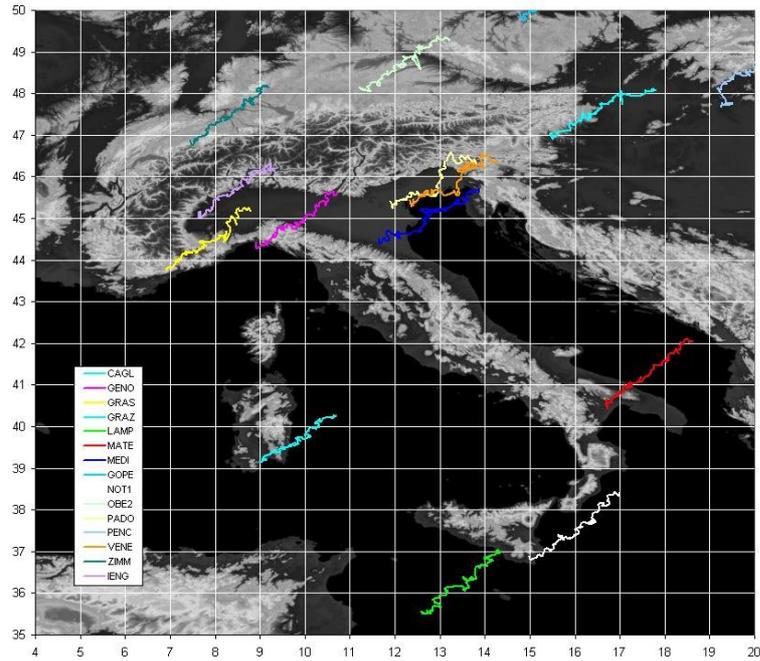


Fig. 22 – Traiettorie di 15 stazioni IGS nel periodo 2004-2005, estratte dalle soluzioni (SI-NEX) settimanali IGb00.

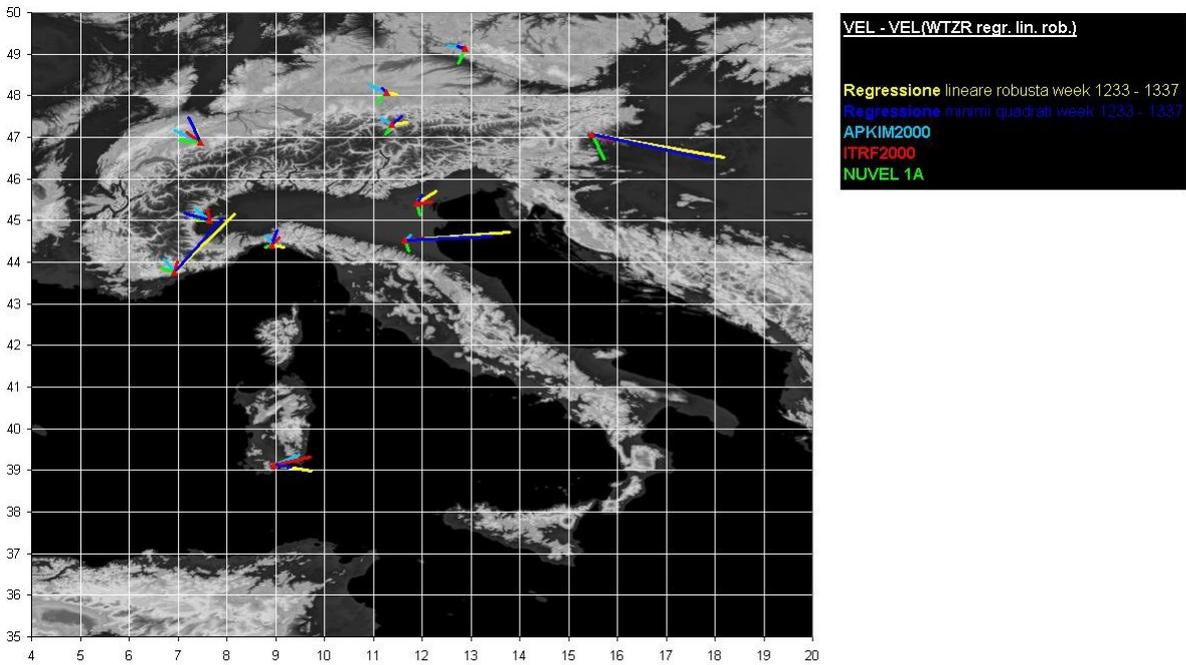


Fig. 23 – Velocità relative alla stazione WTZR, che si considera stabile rispetto alla placca eurasiatica, ricavate dalle soluzioni IGb00 (vettori blu e gialli) e dai modelli APKIM2000, ITRF2000 e NUVELIA.



Strategia di calcolo

La strategia di calcolo adottata dal Politecnico di Torino per la compensazione della rete regionale, s'ispira alle procedure standard implementate dall'AIUB (Astronomisches Institut Universität Bern), dal CODE (Center for Orbit Determination in Europe) e alle raccomandazioni diffuse ai centri di calcolo della rete EPN (EUREF Permanent Network).

L'allineamento alle procedure standard è facilitato dall'uso del software Bernese versione 5.0, la cui distribuzione include il file PCF RNX2SNX, input del Bernese Processing Engine (BPE). Tale file contiene i parametri standard per tutti i passi dell'analisi dei file di dati RINEX, fino alla creazione dei file di risultati in formato SINEX. Per l'automatizzazione del calcolo con il BPE si è costruita una procedura automatica per lo scaricamento dei dati, delle orbite e degli altri prodotti accessori al programma⁶.

La rete è stata fino ad ora compensata con le osservazioni di 6 stazioni EPN geometricamente ben distribuite: Torino, Gras, Zimmerwald, Genova, Medicina, Bolzano. In futuro sarà necessaria una nuova definizione delle stazioni di vincolo, definizione coordinata con i centri di calcolo di Trieste, Milano e Munich.

I dati sono stati sottoposti a controllo di qualità secondo lo standard UNAVCO, e successivamente a pretrattamento per mezzo del modulo Bernese RNXSMT (RiNeX SMooThing). RNXSMT rileva cycle slips e outlier nelle osservazioni di fase e codice, ed inoltre liscia le osservazioni di codice con le osservazioni di fase. La procedura di calcolo di RNXSMT è basata sull'utilizzo delle combinazioni lineari di fasi e codici di Melbourne-Wübena (L_6), *Geometry-Free* (L_4) e *Iono-Free* (L_3) ed è in grado di prescindere da effetti risultanti dalla posizione reciproca di satelliti e vertici della rete, dagli effetti di ionosfera e troposfera, nonché dai *bias* degli orologi. Non sono quindi necessarie informazioni geometriche a priori.

Un altro passo preliminare e di preparazione dei dati a disposizione è il calcolo dei bias degli orologi dei ricevitori, che permette la sincronizzazione delle osservazioni. Per far ciò è sufficiente la precisione con la quale vengono determinati assieme alle coordinate nel posizionamento di codice ($1 \mu\text{s} \approx 300 \text{ m}$) e l'uso del programma CODSP. Per questi calcoli si è adottato il modello troposferico di Saastamoinen.

La scelta delle basi della rete è automatica, ed è effettuata dal modulo SNGDIFF (SiNGle DiFFerences) in base al criterio della minima distanza. La ricerca dei *cycle slip* è affidata al modulo MAUPRP (Manual and AUtomatic PRoProcessing). Il programma è in grado di processare sia differenze singole che misure non differenziate, in ogni caso sono richieste orbite di precisione al di sotto del metro e può sia partire dal presupposto che le combinazioni *wide lane* non siano affette da *cycle slip*, il che è sicuramente vero se i dati di ingresso sono stati sottoposti a lisciatura (RNXSMT) preliminare. In alternativa può procedere allo *screening* dei salti nelle acquisizioni per le basi selezionate per il calcolo.

L'angolo di *cut-off* per le osservazioni è stato fissato a 10° . Sono stati stimati i ritardi di troposfera, non il gradiente orizzontale. È stato a priori assunto il modello troposferico di Saastamoinen, mappato con la funzione dry Niell. Il ritardo troposferico zenitale è stimato con la funzione wet Niell.

⁶ Per ottenere il software NetDownload inoltrare richiesta all'autore: roggero@atlantic.polito.it



Setup delle reti locali di controllo

È in corso la campagna di misura per il controllo annuale della stabilità locale delle stazioni della rete GAIN, che darà nel tempo indicazioni su eventuali fenomeni deformativi locali in atto. Presso ogni stazione GPS sono stati rilevati un minimo di tre fuori centro GPS e di tre capisaldi di livellazione, materializzati su roccia o in alternativa su fondazioni massicce di opere in calcestruzzo non troppo recenti. Se possibile si fanno coincidere rete GPS e rete di livellazione, posizionando appositi capisaldi a testa tonda, provvisti di filettatura per l'antenna GPS e di mira per la messa in stazione con piombo ottico.

È di fondamentale importanza la materializzazione e la misura di reti locali di controllo contestualmente all'installazione delle stazioni permanenti. Si tratta poi di decidere con che frequenza è necessario monitorare queste reti di controllo, operazione piuttosto onerosa in termini di tempo e risorse umane impiegate in campagna.

A livello di progetto Alps GPS Quakenet si è deciso di procedere come segue:

- monitoraggio annuale con misure GPS e di livellazione;
- la livellazione sarà limitata ad un caposaldo;
- in caso di risultati sospetti si estenderà la livellazione all'intera rete di controllo, costituita da almeno 3 capisaldi a distanza di 100-1000 m dalla stazione GPS.

AGNE

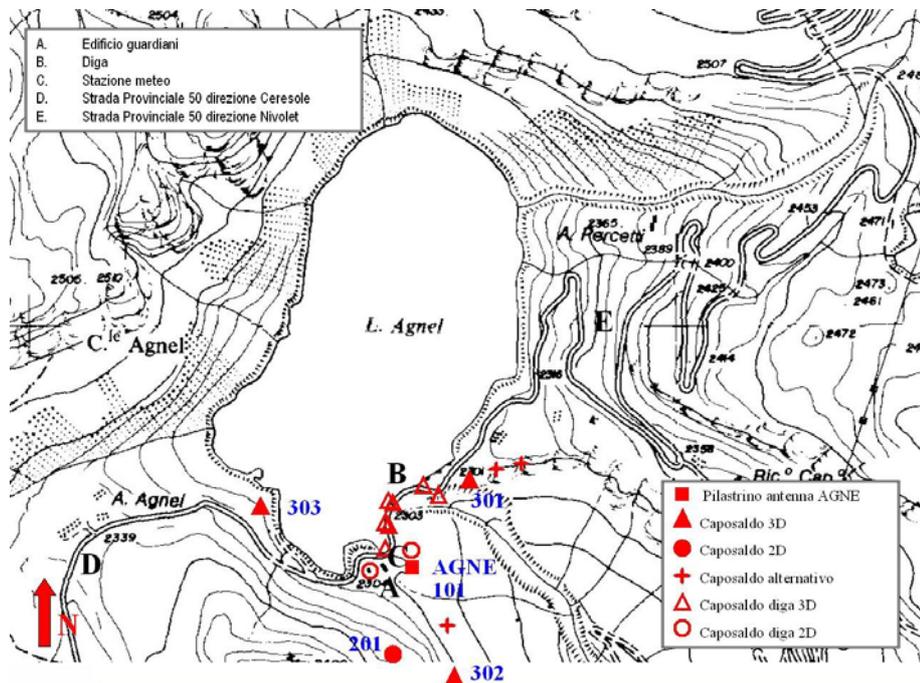


Fig. 24 – Rete locale di controllo istituita presso la stazione permanente del Lago Agnel. Sono riportati anche i capisaldi preesistenti.

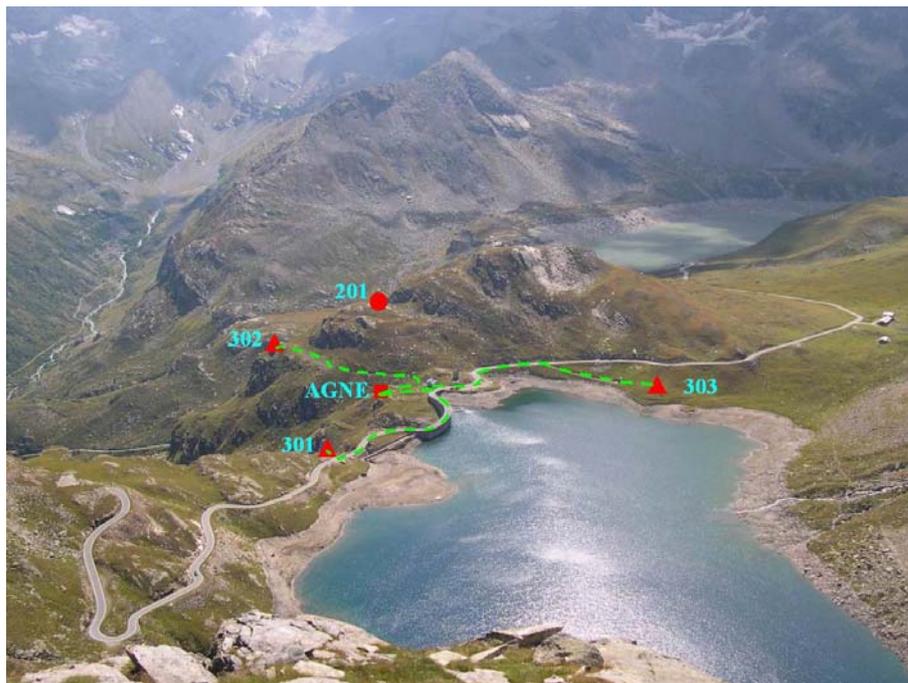


Fig. 25 – Livellazione (---) della rete locale di controllo istituita presso la stazione permanente del Lago Agnel; sono rappresentati con un triangolo i caposaldi 3D (GPS e livellazione) e con un pallino il caposaldo GPS 201.

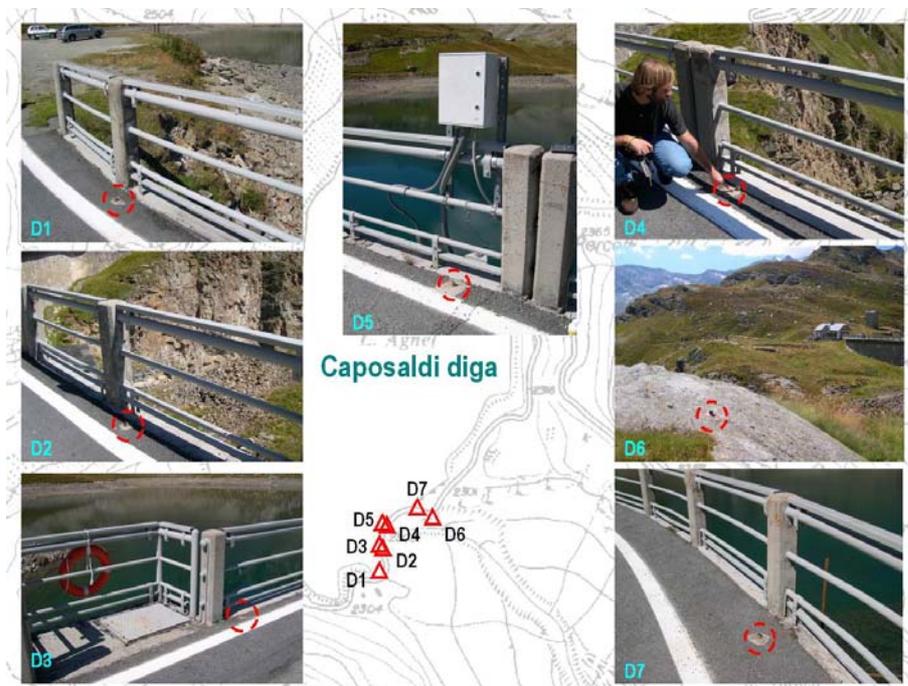


Fig. 26 – Caposaldi preesistenti, rete di controllo della diga del Lago Agnel.

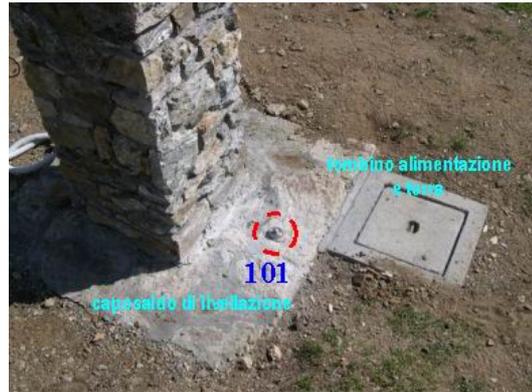


Fig. 27 – Vertice di livellazione alla base del pilastrino GPS del Lago Agnel.

A	B	andata	ritorno	Δh	scarto	quota
		[m]	[m]	[m]	[mm]	[m]
101	BAM	2,4835	2,4832	2,483	0,3	0,000
101	301	0,3949	0,3948	0,395	0,1	-2,089
101	302	8,7607	8,7579	8,759	2,8	6,276
101	303	2,0167	2,0155	2,016	1,2	-0,467

Tab. 11 – Livellazione caposaldi rete locale di controllo Lago Agnel.

DEVE

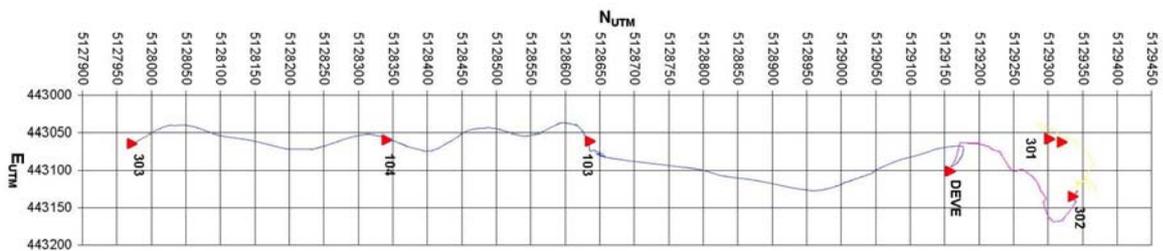


Fig. 28 – Rete locale di livellazione della stazione dell'Alpe Devero.

A	B	andata	ritorno	Δh	scarto	quota
		[m]	[m]	[m]	[mm]	[m]
101	BAM	2,1197	2,1198	2,120	0,1	0,000
101	301	-17,1742	-17,1734	-17,174	0,8	-19,294
101	302	-1,5923	-1,5916	-1,592	0,7	-3,712
101	303	-61,9306	-61,9346	-61,933	4,0	-64,052

Tab. 12 - Livellazione caposaldi rete locale di controllo Alpe Devero.



A	B	andata	ritorno	Δh	scarto	quota
		[m]	[m]	[m]	[mm]	[m]
101	102	-12,6014	-12,6014	-12,601	0,0	-14,721
102	103	-13,2641	-13,2655	-13,265	1,4	-27,986
103	104	-11,9215	-11,9231	-11,922	1,6	-39,908
104	303	-24,1436	-24,1446	-24,144	1,0	-64,052

Tab. 13 - Livellazione caposaldi intermedi da 101 a 303.

A	B	andata	ritorno	Δh	scarto	quota
		[m]	[m]	[m]	[mm]	[m]
101	105	-6,1434	-6,1428	-6,143	0,6	-8,263
105	301	-11,0308	-11,0306	-11,031	0,2	-19,294
105	302	4,5511	4,5512	4,551	0,1	-3,712

Tab. 14 - Livellazione caposaldi intermedi da 101 a 301 e 302.

CARZ

A	B	andata	ritorno	Δh	scarto	quota
		[m]	[m]	[m]	[mm]	[m]
101	BAM	2,5558	2,5559	2,556	0,1	0,000
101	301	-22,9000	-22,8998	-22,900	0,2	-25,456
101	302	-1,8823	-1,8820	-1,882	0,3	-4,438
101	303	-2,9578	-2,9578	-2,958	0,0	-5,514

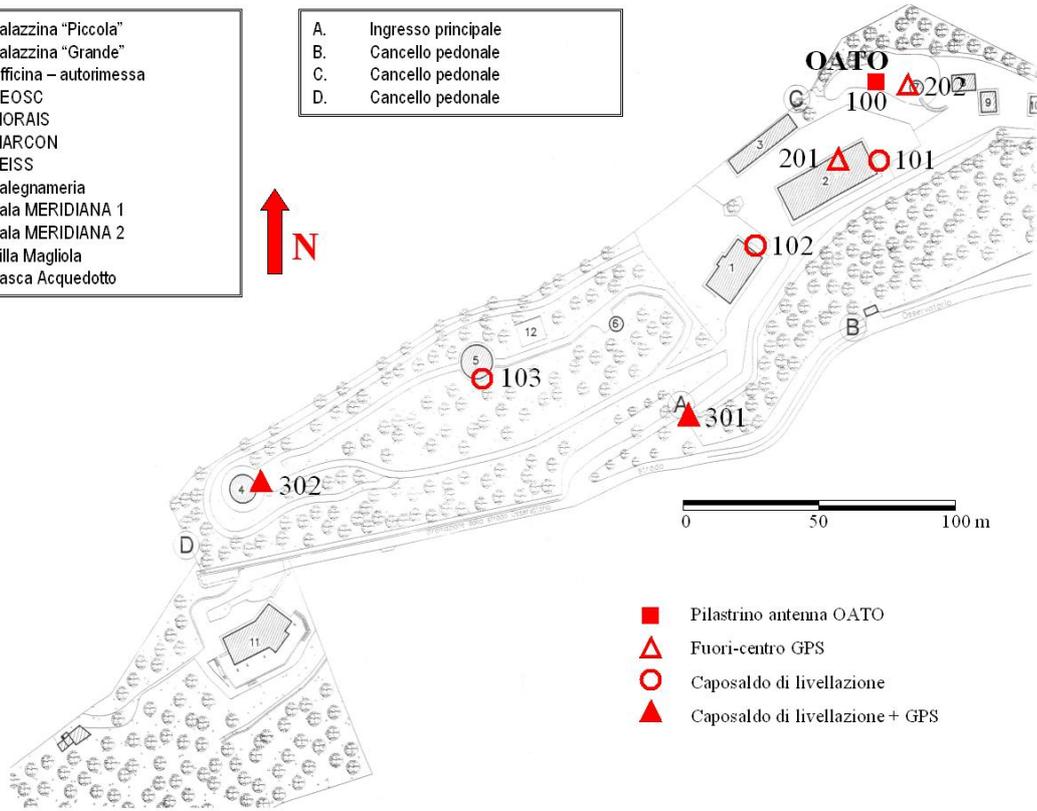
Tab. 15 – Livellazione caposaldi rete locale di controllo Monte Carza.



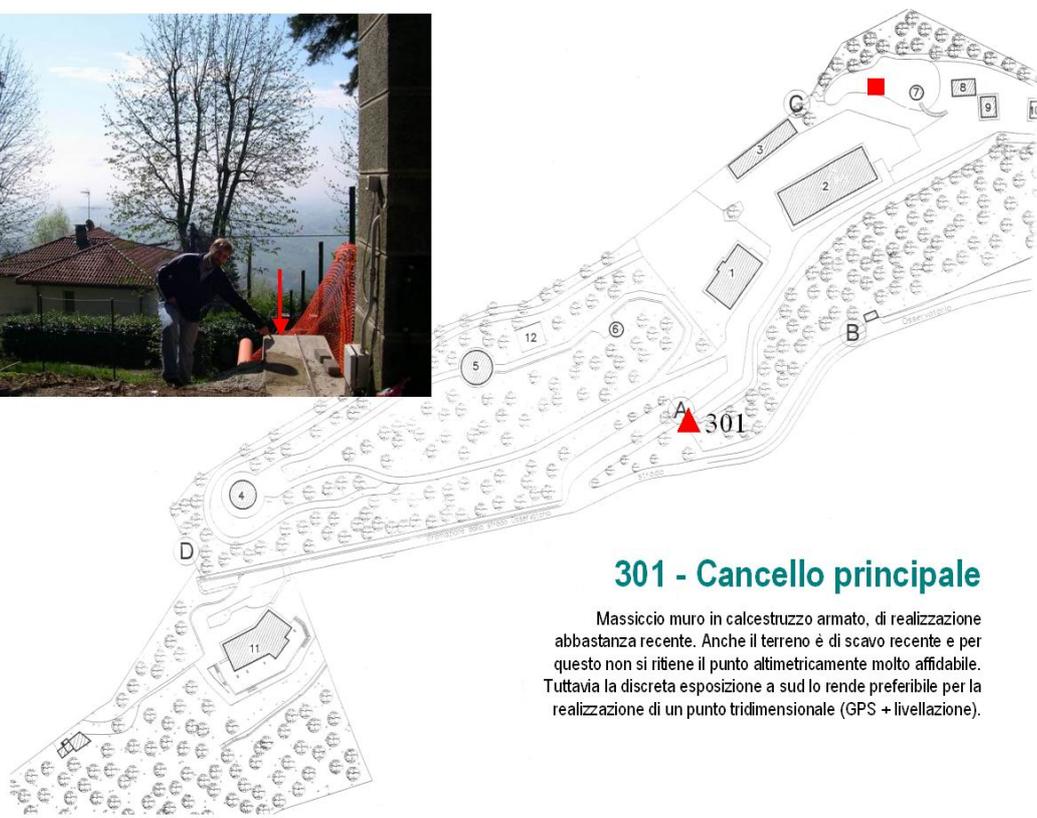
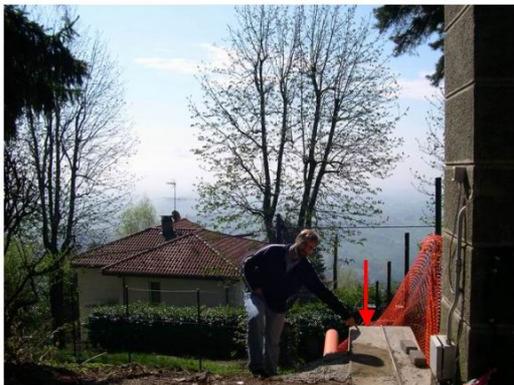
OATO

1. Palazzina "Piccola"
2. Palazzina "Grande"
3. Officina – autorimessa
4. REOSC
5. MORAIS
6. MARCON
7. ZEISS
8. Falegnameria
9. Sala MERIDIANA 1
10. Sala MERIDIANA 2
11. Villa Magliola
12. Vasca Acquedotto

- A. Ingresso principale
- B. Cancellone pedonale
- C. Cancellone pedonale
- D. Cancellone pedonale



- Pilastrino antenna OATO
- ▲ Fuori-centro GPS
- Caposaldo di livellazione
- ▲ Caposaldo di livellazione + GPS



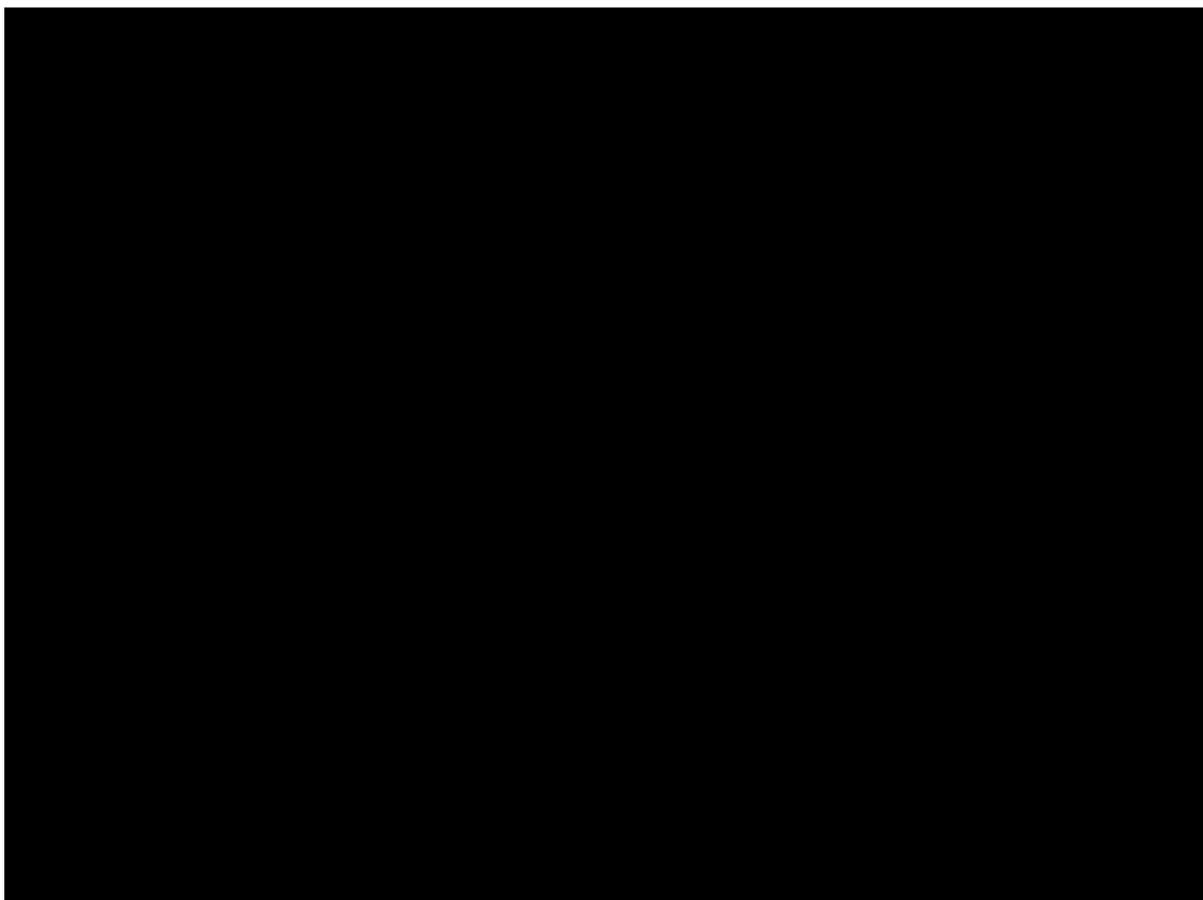
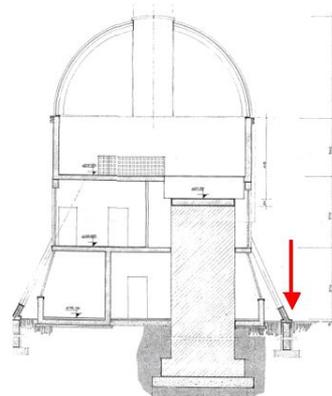
301 - Cancellone principale

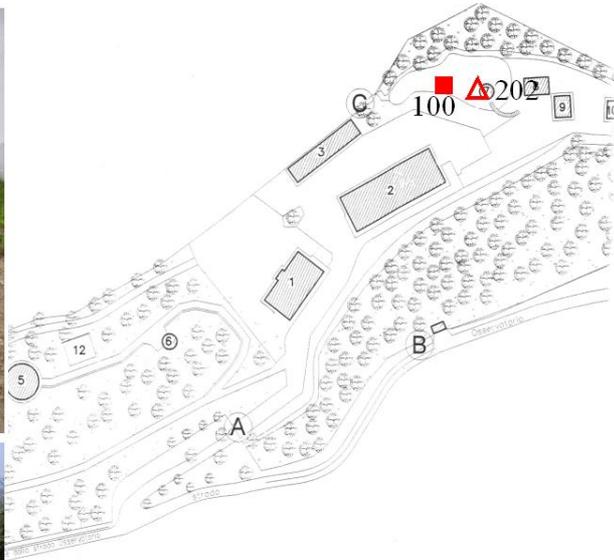
Massiccio muro in calcestruzzo armato, di realizzazione abbastanza recente. Anche il terreno è di scavo recente e per questo non si ritiene il punto altimetricamente molto affidabile. Tuttavia la discreta esposizione a sud lo rende preferibile per la realizzazione di un punto tridimensionale (GPS + livellazione).



302 - REOSC

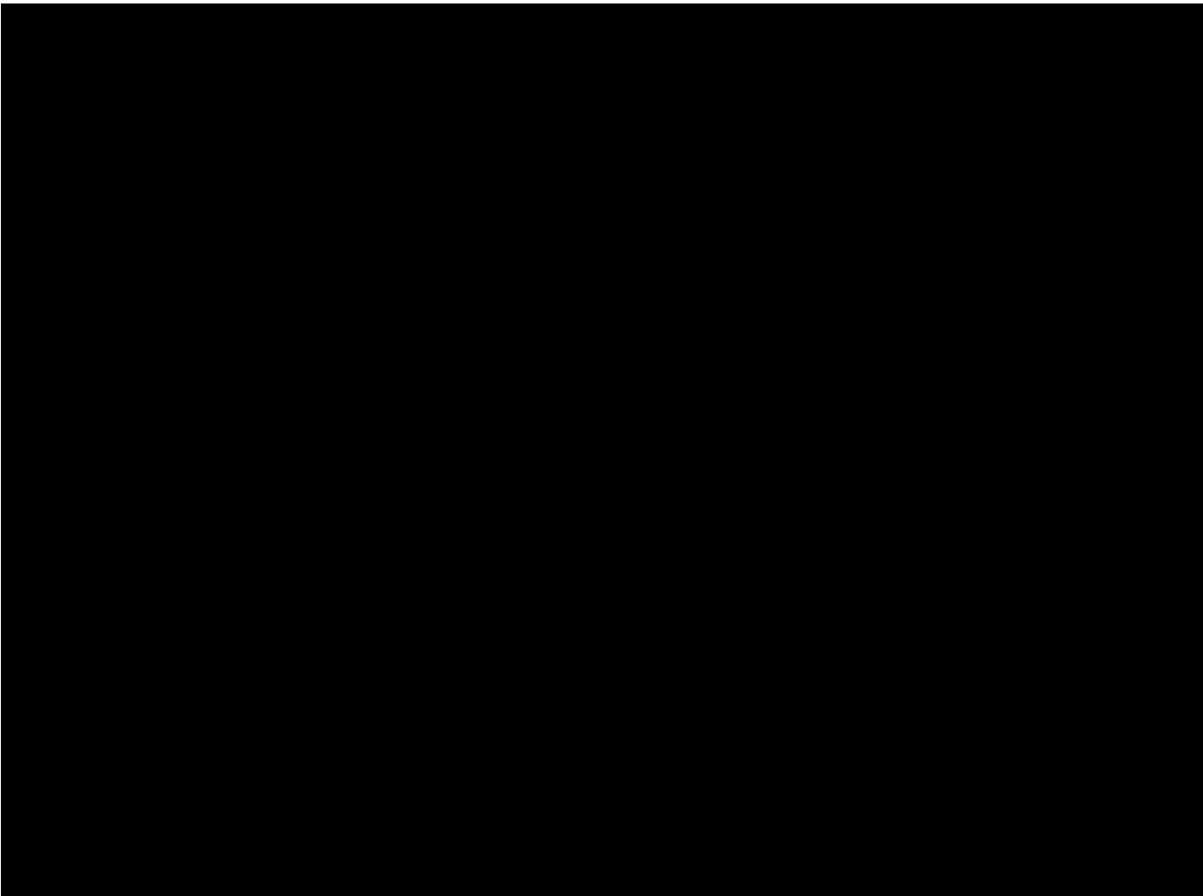
I plinti di fondazione della struttura reticolare di sostegno della cupola sono idonei al posizionamento di un caposaldo di livellazione. La visibilità del cielo non è ottima, sia per la prossimità della cupola che per la presenza di alberi, tuttavia sufficiente per misure GPS (visibilità migliore verso est). Si è realizzato un fuori centro GPS livellabile e stazionabile con treppiede.

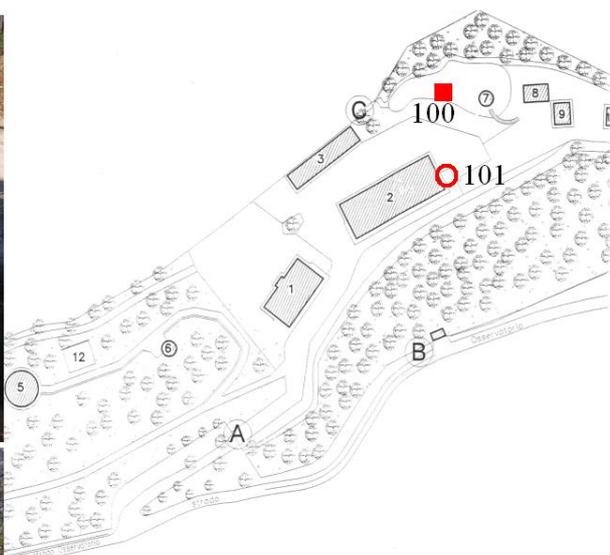
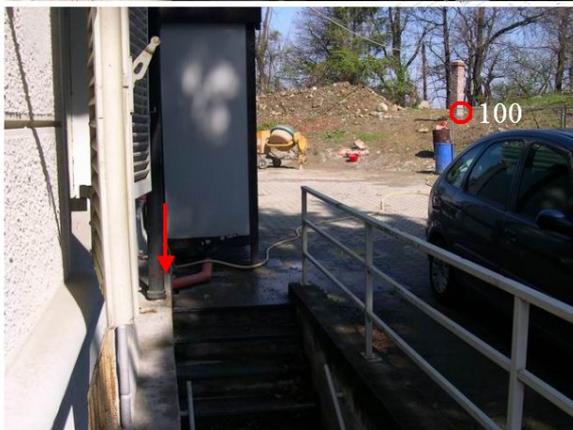




202 - Fuori centro ZEISS

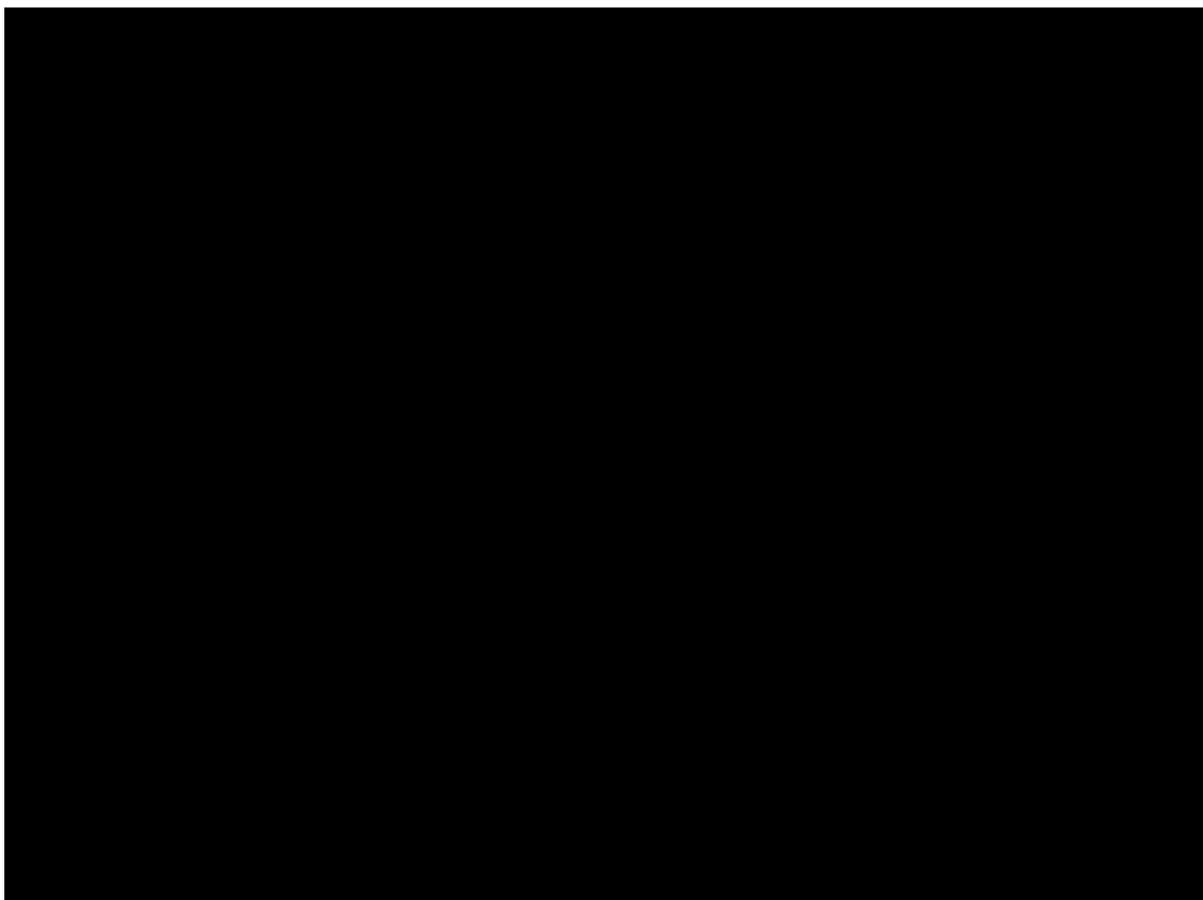
Nell'area dell'Osservatorio sono installate numerose manichette antincendio. I plinti di fondazione, poco profondi, non sono stabili altimetricamente. Tuttavia possono essere impiegati come fuori centro GPS e costituiscono un valido riferimento planimetrico. Si è scelto un fuori centro in prossimità della cupola Zeiss, a pochi metri dal pilastro dell'antenna OATO. Altri punti di questo tipo sono idonei al posizionamento di fuori centro GPS solo planimetrici.

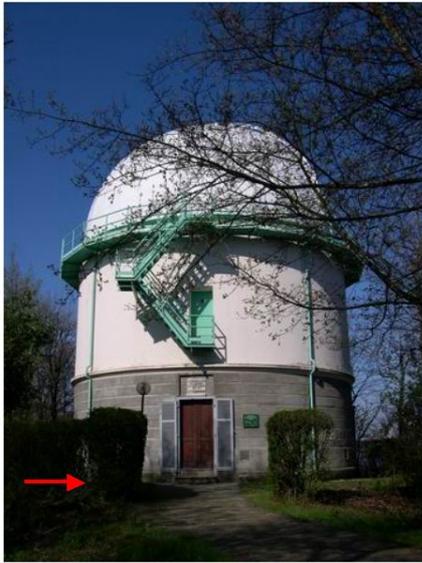




101 - Fondazioni Palazzina Grande

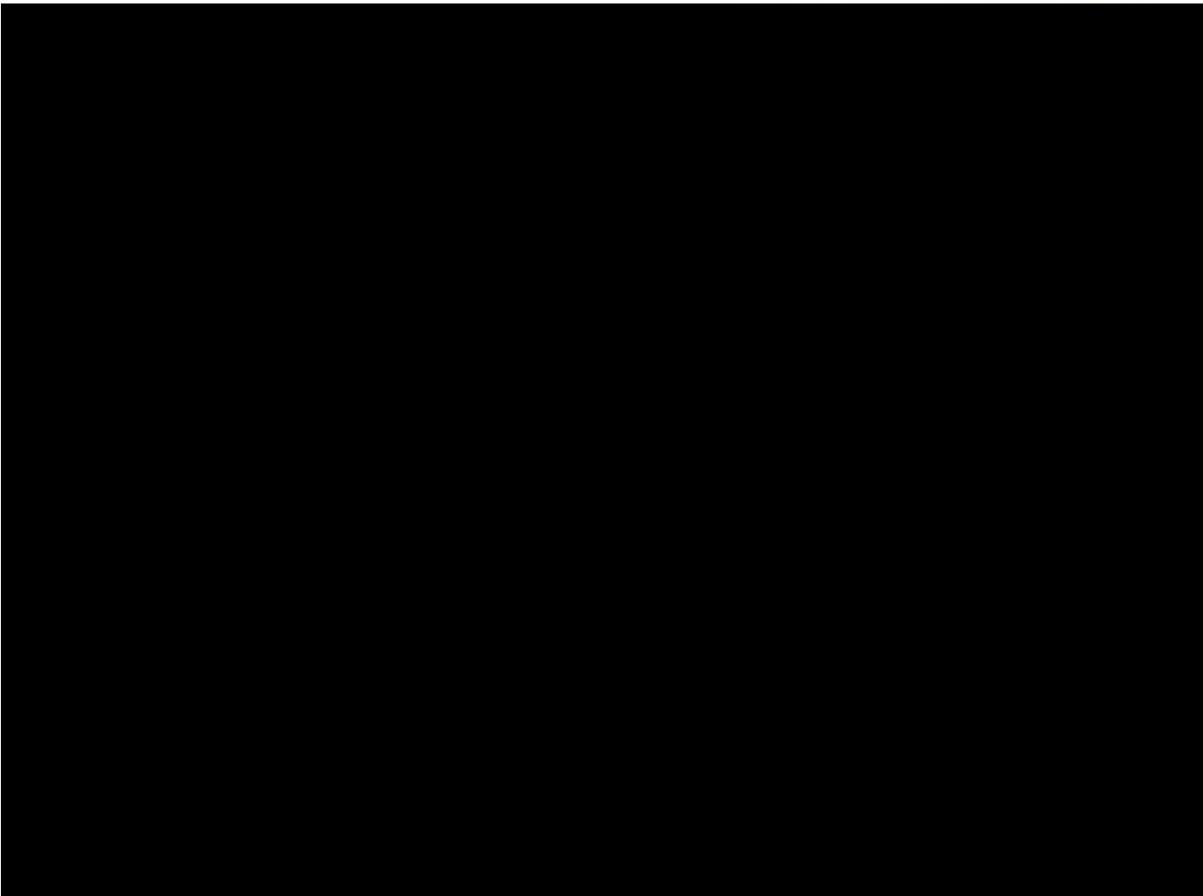
Come già accennato, per la stabilità delle fondazioni ormai consolidate nel tempo della palazzina grande, si ritiene questo edificio ottimo anche per il posizionamento di un caposaldo di livellazione. Il punto scelto è sul lato NE, in vista del pilastro dell'antenna OATO.





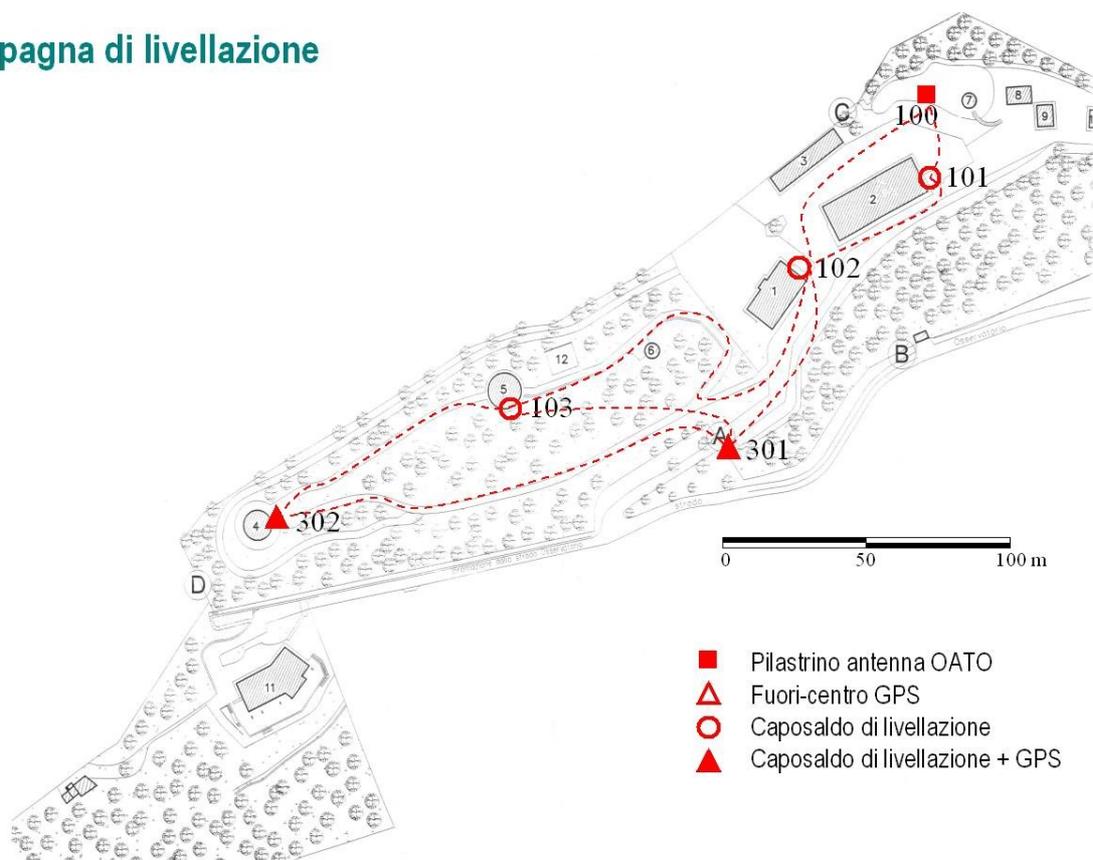
103 - MORAIS

La cupola è costruita sulle antiche fondazioni di una torre di epoca romana; si suppone che siano ormai consolidate. Un vecchio caposaldo di livellazione è inciso sulla soglia dell'ingresso. Il nuovo caposaldo è infisso a muro, sul basamento della cupola, lato sud.





Campagna di livellazione



La campagna di livellazione presso la stazione OATO non è ancora stata eseguita.



Bibliografia

Società Geologica Italiana (1992), “Le Alpi dal Monte Bianco al Lago Maggiore”, BE-MA editrice.

A. Caporali, S. Martin (2000), “First results from GPS measurements on present day alpine kinematics”, *Journal of Geodynamics*, n. 30, 275 – 283.

F. Sansò, M. C. De Lacy (2001), “Uno studio sulle diverse applicazioni del GPS e sul futuro sviluppo della rete di stazioni permanenti GPS sul territorio italiano orientate alla creazione di un servizio geodetico nazionale”, *International Geoid Service*.

A. Cina, A. Manzano (2003), “Studio di fattibilità per l'istituzione di una rete di stazioni permanenti GPS nella regione Piemonte”.

Cina, A., Manzano, A. Piras, M. Roggero, M. (2004), “Rete test MRS in Piemonte: impianto e risultati”, *Bollettino SIFET*, n. 2, 2004.

M. Roggero (2004), “Reti di stazioni GPS permanenti per il posizionamento geodetico”, Tesi.

A. Aoudia, R. Barzaghi, A. Borghi, R. Sabadini, A. M. Marotta, G. Panza, C. Troisi, A. M. Manzano, M. Roggero, A. Lucchetta, C. Carraro, G. Zampedri, R. Laffi, S. Crotta, S. De Donatis, P. G. Gerbino, D. Sguerso, C. Voelksen, H. Drewes, A. Valpersdorf, M. Zivcic (2004), “Il progetto ALPS-GPSQuakenet”, *Atti della VIII Conferenza Nazionale ASITA*, 12/2004.

A. M. Marotta, R. Sabadini (2004), “The signature of tectonics and glacial isostatic adjustment revealed by strain rate in Europe”, *Geophysical Journal International*, n. 157, 865 – 870.

A. M. Manzano (2004), “Stazioni permanenti GNSS in Italia: scopi, usi e prospettive”, *Atti della VI Conferenza Nazionale ASITA*, Vol. I.

E. Benazzo, L. Biagi, A. Manzano, M. Pesenti, M. Roggero (2004), “Reti GPS permanenti su scala regionale in Piemonte, inquadramento geodetico e strategie d'analisi”, *Atti del Convegno Nazionale SIFET 2005*.



Allegato A – Attività svolte dal sub-contractor nell'ambito del progetto

Supporto scientifico

1. Studio dei requisiti tecnici dei siti idonei all'installazione delle stazioni GPS per le finalità del progetto, caratteristiche della monumentazione, caratteristiche delle stazioni e dei ricevitori GPS da installare.
2. Analisi tecnica dell'offerta sul mercato di ricevitori GPS geodetici, preliminare alla stesura del bando di gara relativo all'aggiudicazione della fornitura dei ricevitori da installare nelle stazioni permanenti della rete.
3. Collaborazione alla stesura e verifica del capitolato speciale d'appalto, parte tecnica.
4. Partecipazione al meeting di Milano.
5. Partecipazione al meeting di Munich del 16 e 17 febbraio 2004.
6. Partecipazione al meeting di Trieste del 22 maggio 2004.
7. Partecipazione al meeting di Grenoble dell'11 febbraio 2005.
8. Partecipazione al meeting di Courmayeur del 24 febbraio 2006.
9. Preparazione di script Bernese 5.0 per il processamento automatico della rete.
10. Produzione del software NetDownload per lo scaricamento automatico e la preparazione dei dati necessari alle elaborazioni giornaliere Bernese.

Supporto didattico

1. Assistenza al tecnico ARPA Ernesto Benazzo nell'apprendimento del software di calcolo Bernese 5.0.
2. Redazione di un tutorial per il Bernese 5.0 (Bernese 5.0 Cookbook).

Attività di campagna

1. Sopralluogo e 48 ore di misure preliminari presso l'osservatorio Astronomico, Comune di Pino Torinese, nei giorni dal 16 al 18 giugno 2004.
2. Sopralluogo e 24 ore di misure preliminari presso il Rifugio Gastaldi, Comune di Balme, nei giorni 28 e 29 giugno 2004.
3. Sopralluogo e 24 ore di misure preliminari presso il lago Agnel, Comune di Ceresole Reale, il giorno 9 luglio 2004.
4. Sopralluogo e 24 ore di misure preliminari presso Monte Carza, Comune di Trarego Viggiona, nei giorni 9 e 10 agosto 2004.
5. Sopralluogo e 24 ore di misure preliminari presso l'Alpe Devero, Comune di Baceno, nei giorni 9 e 10 agosto 2004.
6. Sopralluogo e 26 ore di misure preliminari presso il Bric Berico, Comune di Murazano, il giorno 7 aprile 2005.
7. Sopralluogo presso l'osservatorio Astronomico, Comune di Pino Torinese, per caposaldi rete di controllo, il giorno 13 aprile 2005.
8. Installazione supporto antenna e materializzazione caposaldi rete di controllo presso la stazione di Pino Torinese, il giorno 22 aprile 2005.
9. Sopralluogo presso stazione di Monte Carza, per caposaldi rete di controllo e monumentazione, il giorno 23 maggio 2005.
10. Materializzazione caposaldi rete di controllo presso stazione di Monte Carza, il giorno 6 giugno 2005.



11. Installazione ricevitore e antenna nella stazione di Pino Torinese, il giorno 7 giugno 2005.
12. Sopralluogo presso Alpe Devero, per caposaldi rete di controllo il giorno 15 giugno 2005.
13. Sopralluogo e materializzazione caposaldi rete di controllo presso stazione di Monte Carza, il giorno 15 giugno 2005.
14. Sopralluogo presso Lago Agnel, per caposaldi rete di controllo il giorno 28 giugno 2005.
15. Materializzazione caposaldi rete di controllo presso stazione di Lago Agnel, il giorno 30 agosto 2005.
16. Installazione ricevitore e antenna nella stazione di Alpe Devero, il giorno 1 settembre 2005.
17. Campagna di livellazione rete di controllo stazione di Alpe Devero, il giorno 5 settembre 2005.
18. Campagna di livellazione e misure GPS rete di controllo stazione di Alpe Devero, il giorno 15 settembre 2005.
19. Campagna di livellazione e misure GPS rete di controllo stazione di Monte Carza, il giorno 16 settembre 2005.
20. Campagna di livellazione e misure GPS rete di controllo stazione di Lago Angel, il giorno 4 ottobre 2005.
21. Sopralluogo e 6 ore di misure preliminari presso il Comune di Paroldo, il giorno 8 febbraio 2006.

Analisi preliminari

1. Controllo di qualità dei dati rilevati durante le misure preliminari di campagna con il software TEQC dell'UNAVCO e QC2SKY.
2. Relazione tecnica relativa alle misure preliminari GPS.

Pubblicazioni

A. AOUDIA, R. BARZAGHI, A. BORGHI, R. SABADINI, A. M. MAROTTA, G. PANZA, C. TROISI, A. M. MANZINO, M. ROGGERO, A. LUCCHETTA, C. CARRARO, G. ZAMPEDRI, R. LAFFI, S. CROTTA, S. DE DONATIS, P. G GERBINO, D. SGUERSO, C. VOELKSEN, H. DREWES, A. WALPERSDORF, M. ZIVCIC, Il progetto ALPS-GPSQuakenet, in Atti della VIII Conferenza ASITA, 12/2004.

E. BENAZZO, L. BIAGI, A. MANZINO, M. PESENTI, M. ROGGERO, Reti GPS permanenti su scala regionale in Piemonte, inquadramento geodetico e strategie d'analisi, in Atti del Convegno Nazionale SIFET 2005.

E. BENAZZO, H. BENDEA, F. DIOTRI, J. P. FOSSON, A. M. MANZINO, M. PESENTI, G. RE FIORENTIN, M. ROGGERO, C. TROISI, M. VAGLIASINDI, Realizzazione della rete geodetica GAIN in Piemonte e Valle d'Aosta, in Atti della IX Conferenza ASITA, 12/2005.



Allegato B – Sorgente FORTRAN del software QC2SKY

```
program QC2SKY
use dflib

implicit integer*4      (a-n)
implicit real*8         (o-z)

type (windowconfig) wc
type (wxycoord) xy

logical status /.FALSE./

character*100 file,filename,f_azi,f_ele,f_iod,f_ion,f_mpl,f_mp2,f_sn1,f_sn2,f_out
character*8    tempc(31)
character*1    ev,back
real*8         track(20000,31,8),temp(31,2)
integer*4      sv(31),res4,col(256)
integer*2      res2,px(1),py(1)

equivalence (evr,evc)

1      format (<nsat>(F8.3,2X))
2      format (360(F8.3,1X))
3      format (<nsat>(A8,A1,1X))

pi      = 3.1415926535897932384626434d0

!-----
!Input options
!-----
write (*,*) 'Set file name:'
read  (*,*) file
write (*,*) 'Set cut-off angle:'
read  (*,*) cut
write (*,*) 'Set line width [1-9]:'
read  (*,*) width
write (*,*) 'Background color [B - W]:'
read  (*,*) back

if (width.gt.9.d0) width = 9.d0
width  = width/1000.d0

!-----
!Setting graphs
!-----
! Set the x & y pixels to 1024X768 and font size to 8x12
wc%numxpixels = 1024
wc%numypixels = 768
wc%numtextcols = -1
wc%numtextrows = -1
wc%numcolors   = -1
wc%title       = "QC2SKY"C
wc%fontsize    = #0008000C

status = SETWINDOWCONFIG (wc)
if (.NOT.status) status = SETWINDOWCONFIG(wc)

status = GETWINDOWCONFIG (wc)

npx      = wc.numxpixels
npy      = wc.numypixels

call     SETVIEWPORT (INT2(npy/10), INT2(npy/10), INT2(npy/10+7*npy/10),
INT2(npy/10+7*npy/10))
res2     = SETWINDOW (.TRUE., -1.d0, -1.d0, 1.d0, 1.d0)

! Set background color
select case (back)
case ('B')
res4     = SETBKCOLORRGB (#000000)
case ('b')
res4     = SETBKCOLORRGB (#000000)

case ('W')
res4     = SETBKCOLORRGB (#FFFFFF)
case ('w')
res4     = SETBKCOLORRGB (#FFFFFF)

case default
res4     = SETBKCOLORRGB (#000000)
```



```
end select

! Set palette
do cr = #00,#FF,#08
do cc = #00,#FF,#08
  ct = (cr/#08)+(cc/#08)+#01
  col(ct) = RGBTOINTEGER (#FF,cr,cc)
end do
end do

status = REMAPALLPALETTERGB(col)

! Draw palette
!do cr = #00,#FF,#08
!do cc = #00,#FF,#08
  !ct = (cr/#08)+(cc/#08)+#01
  !col(ct)= RGBTOINTEGER (#FF,cr,cc)
  !res2 = SETCOLOR (int2(ct))
  !res2 = RECTANGLE_W($FILLINTERIOR,-1.d0+2.d0*(ct-1.d0)/64.d0, 0.0d0,-
  1.d0+2.d0*ct/64.d0, 0.3d0)
!end do
!end do
!pause

!-----
! Define and open TEQC output files
!-----
f_azi = trim(file)//'.azi'
f_ele = trim(file)//'.ele'
f_iod = trim(file)//'.iod'
f_ion = trim(file)//'.ion'
f_mp1 = trim(file)//'.mp1'
f_mp2 = trim(file)//'.mp2'
f_sn1 = trim(file)//'.sn1'
f_sn2 = trim(file)//'.sn2'
f_out = trim(file)//'.out'

open (1,file=f_azi,action='read')
open (2,file=f_ele,action='read')
open (3,file=f_iod,action='read')
open (4,file=f_ion,action='read')
open (5,file=f_mp1,action='read')
open (6,file=f_mp2,action='read')
open (7,file=f_sn1,action='read')
open (8,file=f_sn2,action='read')

!-----
! Read TEQC output
!-----
!Skip header
do f=1,8
do n=1,4
read (f,*)
end do
end do

!Read *.azi & *.ele
nepo = 0
do while (.not.(eof(1)))
  nepo = nepo+1
  read (1,*) n,sv(1:n)
  read (2,*)
  if (n.gt.0) nsat = n
  read (1,*) temp(1:nsat,1)
  read (2,*) temp(1:nsat,2)
  do n=1,nsat
    temp(n,1) = temp(n,1)+180.d0
    if (temp(n,1).lt. 0.d0) temp(n,1) = temp(n,1)+360.d0
    if (temp(n,1).gt.360.d0) temp(n,1) = temp(n,1)-360.d0
    track(nepo,sv(n),1) = temp(n,1)
    track(nepo,sv(n),2) = temp(n,2)
  end do
end do

!Read and plot TEQC output
do f=3,8

  ! Draw graphic background
  call CLEARSCREEN ($GCLEARSCREEN )

  res2 = SETCOLORRGB (#303000)
  res2 = ELLIPSE W ($FILLINTERIOR, -1.d0, -1.d0, 1.d0, 1.d0)
  res2 = SETCOLORRGB (#FFFF00)
  res2 = ELLIPSE_W ($GBORDER, -1.d0, -1.d0, 1.d0, 1.d0)
```



```

do n=cut,90,1
  if (n.gt.0) then
    r = 1.d0-n/90.d0
  else
    r = 1.d0
  end if
  res4 = RGBTOINTEGER(0, 0, 100*r)
  res2 = SETCOLORRGB (res4)
  res2 = ELLIPSE_W ($GFILLINTERIOR, -r, -r, r, r)
end do

do n=0,90,10
  if (n.gt.0) then
    r = 1.d0-n/90.d0
  else
    r = 1.d0
  end if
  res2 = SETCOLORRGB (#AA0000)
  res2 = ELLIPSE_W ($GBORDER, -r, -r, r, r)
end do

r = 1.d0-cut/90.d0
res2 = SETCOLORRGB (#0000FF)
res2 = ELLIPSE_W ($GBORDER, -r, -r, r, r)

res2 = SETCOLORRGB (#AA0000)
call MOVETO_W (-1.d0, 0.d0, xy)
call LINETO_W ( 1.d0, 0.d0)
call MOVETO_W ( 0.d0,-1.d0, xy)
call LINETO_W ( 0.d0, 1.d0)

select case (f)
  case (3)
    scale = ct
    filename = trim(file)//'iod.bmp'
  case (4)
    scale = ct/16.d0
    filename = trim(file)//'ion.bmp'
  case (5)
    scale = ct/2.d0
    filename = trim(file)//'mp1.bmp'
  case (6)
    scale = ct/2.d0
    filename = trim(file)//'mp2.bmp'
  case (7)
    scale = ct/8.d0
    filename = trim(file)//'sn1.bmp'
  case (8)
    scale = ct/8.d0
    filename = trim(file)//'sn2.bmp'
end select

nepo = 0
do while (.not.(eof(f)))
  nepo = nepo+1
  read (f,*) n,sv(1:n)
  if (n.ge.0) nsat = n
  if (nsat.gt.0) then
    temp(:,1) = 0.d0
    read (f,3) tempc(1:2*nsat)
    do n=1,nsat
      read (tempc(2*n-1),* ) v
      read (tempc(2*n ),' (A1)') ev
      track(nepo,sv(n),f) = dabs(v)
      oa = track(nepo,sv(n),1)
      oe = track(nepo,sv(n),2)
      call AE2XY(oa,oe,x,y)
      if (int2(scale*track(nepo,sv(n),f)).lt.ct) then
        res2 = SETCOLOR (int2(scale*track(nepo,sv(n),f)))
      else
        res2 = SETCOLORRGB(#FFFFFF)
      end if
      if (width.gt.1.d-3) then
        res2 = ELLIPSE_W ($GFILLINTERIOR, x-width, y+width, x+width, y-
width)
      else
        res4 = SETPIXEL_W (x,y)
      end if
      !Plot events
      if (ev.ne.' ') then
        res2 = SETCOLORRGB(#00FF00)
        res2 = ELLIPSE_W ($GBORDER, x-12.d-3, y+12.d-3, x+12.d-3, y-
12.d-3)
      end if
    end do
  end if
end while

```



```

end do
end if
end do

res4 = SAVEIMAGE_W (filename, -1.d0, 1.d0, 1.d0, -1.d0)
end do

!Plot horizon
call SETVIEWPORT (INT2(npv/10), INT2(npv/10), INT2(npv/10+12*npv/10),
INT2(npv/10+6*npv/10))

res2 = SETWINDOW (.TRUE., 0.d0, 90.d0, 360.d0, 0.d0)

! Draw graphic background
call CLEARSCREEN ($GCLEARSCREEN )

res2 = SETCOLORRGB (#303000)
res2 = RECTANGLE_W ($GFILLINTERIOR, 0.d0, 90.d0, 360.d0, 0.d0)
res2 = SETCOLORRGB (#FFFF00)
res2 = Rectangle_W ($GBORDER, 0.d0, 90.d0, 360.d0, 0.d0)

do r=cut,90,1
res4 = RGBTOINTEGER(0, 0, 90-r)
res2 = SETCOLORRGB (res4)
res2 = RECTANGLE_W ($GFILLINTERIOR, 0.d0, 90.d0, 360.d0, r)
end do

do r=cut,90,10
res2 = SETCOLORRGB (#AA0000)
call MOVETO_W ( 0.d0, r, xy)
res2 = LINETO_W (360.d0, r)
end do

r = cut
res2 = SETCOLORRGB (#0000FF)
call MOVETO_W ( 0.d0, r, xy)
res2 = LINETO_W (360.d0, r)

res2 = SETCOLORRGB (#AA0000)
call MOVETO_W ( 0.d0, 0.d0, xy)
call LINETO_W ( 0.d0,90.d0)
call MOVETO_W ( 90.d0, 0.d0, xy)
call LINETO_W ( 90.d0,90.d0)
call MOVETO_W (180.d0, 0.d0, xy)
call LINETO_W (180.d0,90.d0)
call MOVETO_W (270.d0, 0.d0, xy)
call LINETO_W (270.d0,90.d0)
call MOVETO_W (360.d0, 0.d0, xy)
call LINETO_W (360.d0,90.d0)

f = 7

scale = ct/8.d0
width = width*1.d2
do n=1,nepo
do m=1,31
if (track(n,m,f).gt.0.d0) then
oa = track(n,m,1)+180
oe = track(n,m,2)
if (oa.gt.360.d0) oa = oa-360.d0
if (int2(scale*track(n,m,f)).lt.ct) then
res2 = SETCOLOR (int2(scale*track(n,m,f)))
else
res2 = SETCOLORRGB (#FFFFFF)
end if
res2 = ELLIPSE_W($GFILLINTERIOR, oa-width, oe+width, oa+width,
oe-width)
end if
end do
end do

filename = trim(file)//'hor.bmp'
res4 = SAVEIMAGE_W (filename, 0.d0, 90.d0, 360.d0, 0.d0)

pause

close (1)
close (2)
close (3)
close (4)
close (5)
close (6)
close (7)
close (8)

```



end program



Funzione AE2XY

```
!-----  
! AE2XY Transform azimuth and elevation to cartesian coordinates  
!-----
```

```
subroutine AE2XY(az,el,x,y)  
  
implicit integer*4      (a-n)  
implicit real*8         (o-z)  
  
real*8  az,el,x,y  
  
pi      = 3.1415926535897932384626434d0  
  
!Mode 1  
az      = pi*(-az-90.d0)/180.d0  
r       = 1.d0-el/90.d0  
  
!Mode2  
!az     = pi*(-az-90)/180.d0  
!el     = pi*el/180.d0  
!r      = dcos(el)  
  
x       = r*dcos(az)  
y       = r*dsin(az)  
  
end subroutine
```



Allegato C – Domes information form

AGNE DIF

DOMES INFORMATION FORM (DIF)

1. Request from (full name) : Marco Roggero
Agency : Politecnico di Torino
Email : roggero@atlantic.polito.it
Date : 2005-10-05

2. Site Name : Lago Agnel

3. Country : 127

4. Point Description : Station of the GAIN network (Geodetic Alpine Integrated Network) <http://www.alps-gps.units.it/>

5. DOMES Number : 12777M001

6. Local Number :

7. 4-Char Code : AGNE

8. Approximate Position
Latitude (deg min) : 45 28
Longitude (deg min) : 7 8
Elevation (m) : 2353

9. Instrument : LEICA GRX1200PRO

10. Date of Installation : 2005-09-12

11. Operation Contact Name : Marco Roggero
Agency : Politecnico di Torino
E-mail : roggero@atlantic.polito.it

12. Site Contact Name : Marco Roggero
Agency : Politecnico di Torino
E-mail : roggero@atlantic.polito.it

CARZ DIF

DOMES INFORMATION FORM (DIF)

1. Request from (full name) : Marco Roggero
Agency : Politecnico di Torino
Email : roggero@atlantic.polito.it
Date : 2005-10-05

2. Site Name : Monte Carza

3. Country : 127

4. Point Description : Station of the GAIN network (Geodetic Alpine Integrated Network) <http://www.alps-gps.units.it/>

5. DOMES Number : 12778M001

6. Local Number :

7. 4-Char Code : CARZ

8. Approximate Position
Latitude (deg min) : 46 3
Longitude (deg min) : 8 41
Elevation (m) : 1162

9. Instrument : LEICA GRX1200PRO

10. Date of Installation : 2005-09-12

11. Operation Contact Name : Marco Roggero
Agency : Politecnico di Torino
E-mail : roggero@atlantic.polito.it

12. Site Contact Name : Marco Roggero
Agency : Politecnico di Torino
E-mail : roggero@atlantic.polito.it

DEVE DIF

DOMES INFORMATION FORM (DIF)

1. Request from (full name) : Marco Roggero
Agency : Politecnico di Torino
Email : roggero@atlantic.polito.it
Date : 2005-10-05

2. Site Name : Alpe Devero

3. Country : 127



4. Point Description : Station of the GAIN network (Geodetic Alpine Integrated Network) <http://www.alps-gps.units.it/>
5. DOMES Number : 12779M001
6. Local Number :
7. 4-Char Code : DEVE

8. Approximate Position
Latitude (deg min) : 46 19
Longitude (deg min) : 8 16
Elevation (m) : 1675

9. Instrument : LEICA GRX1200PRO
10. Date of Installation : 2005-09-12

11. Operation Contact Name : Marco Roggero
Agency : Politecnico di Torino
E-mail : roggero@atlantic.polito.it

12. Site Contact Name : Marco Roggero
Agency : Politecnico di Torino
E-mail : roggero@atlantic.polito.it

OATO DIF

DOMES INFORMATION FORM (DIF)

1. Request from (full name) : Marco Roggero
Agency : Politecnico di Torino
Email : roggero@atlantic.polito.it
Date : 2005-10-05

2. Site Name : Osservatorio Astronomico di Torino
3. Country : 127
4. Point Description : Station of the GAIN network (Geodetic Alpine Integrated Network) <http://www.alps-gps.units.it/>
5. DOMES Number : 12724M003
6. Local Number :
7. 4-Char Code : OATO

8. Approximate Position
Latitude (deg min) : 45 2
Longitude (deg min) : 7 46
Elevation (m) : 658.81

9. Instrument : LEICA GRX1200PRO
10. Date of Installation : 2005-06-07

11. Operation Contact Name : Marco Roggero
Agency : Politecnico di Torino
E-mail : roggero@atlantic.polito.it

12. Site Contact Name : Marco Roggero
Agency : Politecnico di Torino
E-mail : roggero@atlantic.polito.it



Allegato D – Site log



AGNE site log

AGNE Site Information Form (site log)
International GPS Service
See Instructions at:
ftp://igsceb.jpl.nasa.gov/pub/station/general/sitelog_instr.txt

0. Form

Prepared by (full name) : Marco Roggero
Date Prepared : 2005-10-06
Report Type : NEW
If Update:
Previous Site Log :
Modified/Added Sections :

1. Site Identification of the GNSS Monument

Site Name : Lago Agnel
Four Character ID : AGNE
Monument Inscription :
IERS DOMES Number : 12777M001
CDP Number :
Monument Description : REINFORCED CONCRETE PILLAR
Height of the Monument : 2.50 m
Monument Foundation : REINFORCED CONCRETE BLOCK AND STEEL RODS
Foundation Depth : 0.50 m
Marker Description : GPS ARP
Date Installed : 2005-07-05T09:00Z
Geologic Characteristic : METAMORPHIC ROCK
Bedrock Type : GNEISS
Bedrock Condition :
Fracture Spacing :
Fault zones nearby : NO
Distance/activity :
Additional Information : steel rods are fixed for 1 m in the bedrock

2. Site Location Information

City or Town : Ceresole Reale
State or Province : Torino
Country : Italy
Tectonic Plate :
Approximate Position (ITRF)
X coordinate (m) : 4447564.278
Y coordinate (m) : 0557096.829
Z coordinate (m) : 4525649.602
Latitude (N is +) : +452804.58
Longitude (E is +) : +0070822.63
Elevation (m,ellips.) : 02354.59
Additional Information :

3. GNSS Receiver Information

3.1 Receiver Type : LEICA GRX1200PRO
Satellite System : GPS
Serial Number : 453323
Firmware Version : 2.12/2.121
Elevation Cutoff Setting : 0
Date Installed : 2005-08-30T12:00Z
Date Removed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Temperature Stabiliz. : NONE
Additional Information :



- 3.x Receiver Type : (A20, from rcvr_ant.tab; see instructions)
Satellite System : (GPS/GLONASS/GPS+GLONASS)
Serial Number : (A5)
Firmware Version : (A11)
Elevation Cutoff Setting : (deg)
Date Installed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Date Removed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Temperature Stabiliz. : (none or tolerance in degrees C)
Additional Information : (multiple lines)
4. GNSS Antenna Information
- 4.1 Antenna Type : LEIAT504
Serial Number : 102721
Antenna Reference Point : BPA
Marker->ARP Up Ecc. (m) : 000.0000
Marker->ARP North Ecc(m) : 000.0000
Marker->ARP East Ecc(m) : 000.0000
Alignment from True N : 0
Antenna Radome Type : LEIS
Radome Serial Number :
Antenna Cable Type :
Antenna Cable Length : 3
Date Installed : 2005-08-30T12:00Z
Date Removed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Additional Information :
- 4.x Antenna Type : (A20, from rcvr_ant.tab; see instructions)
Serial Number : (A*, but note the first A5 is used in SINEX)
Antenna Reference Point : (BPA/BCR/XXX from "antenna.gra"; see instr.)
Marker->ARP Up Ecc. (m) : (F8.4)
Marker->ARP North Ecc(m) : (F8.4)
Marker->ARP East Ecc(m) : (F8.4)
Alignment from True N : (deg; + is clockwise/east)
Antenna Radome Type : (A4 from rcvr_ant.tab; see instructions)
Radome Serial Number :
Antenna Cable Type : (vendor & type number)
Antenna Cable Length : (m)
Date Installed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Date Removed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Additional Information : (multiple lines)
5. Surveyed Local Ties
- 5.x Tied Marker Name :
Tied Marker Usage : (SLR/VLBI/LOCAL CONTROL/FOOTPRINT/etc)
Tied Marker CDP Number : (A4)
Tied Marker DOMES Number : (A9)
Differential Components from GNSS Marker to the tied monument (ITRS)
dx (m) : (m)
dy (m) : (m)
dz (m) : (m)
Accuracy (mm) : (mm)
Survey method : (GPS CAMPAIGN/TRILATERATION/TRIANGULATION/etc)
Date Measured : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Additional Information : (multiple lines)
6. Frequency Standard
- 6.1 Standard Type : INTERNAL
Input Frequency :
Effective Dates : CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD
Notes :
- 6.x Standard Type : (INTERNAL or EXTERNAL H-MASER/CESIUM/etc)
Input Frequency : (if external)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)
7. Collocation Information
- 7.x Instrumentation Type : (GPS/GLONASS/DORIS/PRARE/SLR/VLBI/TIME/etc)
Status : (PERMANENT/MOBILE)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)
8. Meteorological Instrumentation
- 8.1.x Humidity Sensor Model :
Manufacturer :
Serial Number :



Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy (% rel h) : (% rel h)
Aspiration : (UNASPIRATED/NATURAL/FAN/etc)
Height Diff to Ant : (m)
Calibration date : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)

8.2.x Pressure Sensor Model :
Manufacturer :
Serial Number :
Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy : (hPa)
Height Diff to Ant : (m)
Calibration date : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)

8.3.x Temp. Sensor Model :
Manufacturer :
Serial Number :
Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy : (deg C)
Aspiration : (UNASPIRATED/NATURAL/FAN/etc)
Height Diff to Ant : (m)
Calibration date : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)

8.4.x Water Vapor Radiometer :
Manufacturer :
Serial Number :
Distance to Antenna : (m)
Height Diff to Ant : (m)
Calibration date : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)

8.5.x Other Instrumentation : (multiple lines)

9. Local Ongoing Conditions Possibly Affecting Computed Position

9.1.x Radio Interferences : (TV/CELL PHONE ANTENNA/RADAR/etc)
Observed Degradations : (SN RATIO/DATA GAPS/etc)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Additional Information : (multiple lines)

9.2.x Multipath Sources : (METAL ROOF/DOME/VLBI ANTENNA/etc)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Additional Information : (multiple lines)

9.3.x Signal Obstructions : (TREES/BUILDINGS/etc)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Additional Information : (multiple lines)

10. Local Episodic Effects Possibly Affecting Data Quality

10.x Date : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Event : (TREE CLEARING/CONSTRUCTION/etc)

11. On-Site, Point of Contact Agency Information

Agency : Politecnico di Torino
Preferred Abbreviation : POLITO
Mailing Address : Corso Duca Degli Abruzzi 24
: 10129 Torino
: Italy

Primary Contact
Contact Name : Marco Roggero
Telephone (primary) : +39 0161 226 390
Telephone (secondary) : +39 011 564 7630
Fax : +39 0161 226 322
E-mail : roggero@atlantic.polito.it

Secondary Contact
Contact Name : Manuele Pesenti
Telephone (primary) : +39 011 564 7675
Telephone (secondary) : +39 338 9804326
Fax : +39 011 564 7699
E-mail : manuele.pesenti@polito.it
Additional Information :

12. Responsible Agency (if different from 11.)



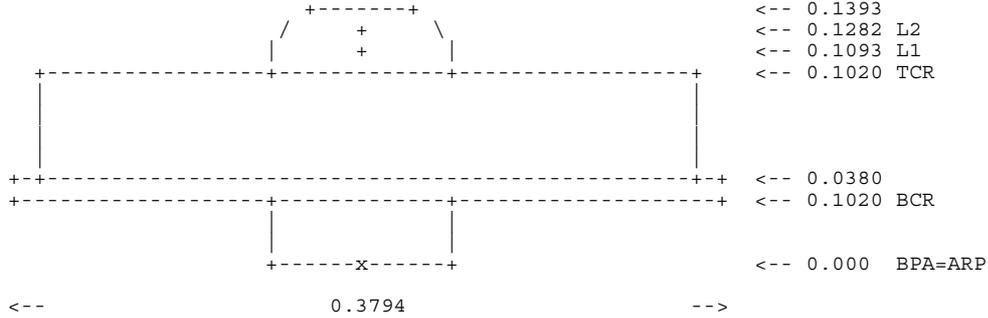
Agency : Agenzia Regionale per la Protezione Ambiente
: del Piemonte
: Centro Regionale per le Ricerche
: Territoriali e Geologiche
Preferred Abbreviation : ARPA-P
Mailing Address : Corso Unione Sovietica 216
: 10135 Torino
: Italy
Primary Contact
Contact Name : Carlo Troisi
Telephone (primary) : +39 011 3169343
Telephone (secondary) :
Fax : +39 011 3169340
E-mail : carlo.troisi@regione.piemonte.it
Secondary Contact
Contact Name : Ernesto Benazzo
Telephone (primary) : +39 011 4737861
Telephone (secondary) :
Fax : +39 011 4737879
E-mail : e.benazzo@arpa.piemonte.it
Additional Information :



13. More Information

Primary Data Center : UNITS
 Secondary Data Center : POLITO
 URL for More Information : <http://www.alps-gps.units.it/>
 Hardcopy on File
 Site Map : (Y or URL)
 Site Diagram : (Y or URL)
 Horizon Mask : (Y or URL)
 Monument Description : (Y or URL)
 Site Pictures : (Y or URL)
 Additional Information : (multiple lines)
 Antenna Graphics with Dimensions

LEIAT504



All dimensions are in meters.



CARZ site log

CARZ Site Information Form (site log)
International GPS Service
See Instructions at:
ftp://igs.cb.jpl.nasa.gov/pub/station/general/sitelog_instr.txt

0. Form

Prepared by (full name) : Marco Roggero
Date Prepared : 2005-10-06
Report Type : NEW
If Update:
Previous Site Log :
Modified/Added Sections :

1. Site Identification of the GNSS Monument

Site Name : Monte Carza
Four Character ID : CARZ
Monument Inscription :
IERS DOMES Number : 12778M001
CDP Number :
Monument Description : REINFORCED CONCRETE PILLAR
Height of the Monument : 2.50 m
Monument Foundation : REINFORCED CONCRETE BLOCK AND STEEL RODS
Foundation Depth : 0.50 m
Marker Description : GPS ARP
Date Installed : 2005-07-05T09:00Z
Geologic Characteristic : METAMORPHIC ROCK
Bedrock Type : GNEISS-AMPHIBOLITES
Bedrock Condition :
Fracture Spacing :
Fault zones nearby : NO
Distance/activity :
Additional Information : steel rods are fixed for 1 m in the bedrock

2. Site Location Information

City or Town : Trarego-Viggiona
State or Province : Novara
Country : Italy
Tectonic Plate :
Approximate Position (ITRF)
X coordinate (m) : 4384934.066
Y coordinate (m) : 0669439.554
Z coordinate (m) : 4569350.819
Latitude (N is +) : +460232.38
Longitude (E is +) : +0084048.77
Elevation (m,ellips.) : 01161.62
Additional Information :

3. GNSS Receiver Information

3.1 Receiver Type : LEICA GRX1200PRO
Satellite System : GPS
Serial Number : 452729
Firmware Version : 2.12/2.121
Elevation Cutoff Setting : 0
Date Installed : 2005-08-25T12:00Z
Date Removed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Temperature Stabiliz. : NONE
Additional Information :



```

3.x Receiver Type           : (A20, from rcvr_ant.tab; see instructions)
   Satellite System        : (GPS/GLONASS/GPS+GLONASS)
   Serial Number           : (A5)
   Firmware Version        : (A11)
   Elevation Cutoff Setting : (deg)
   Date Installed          : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
   Date Removed            : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
   Temperature Stabiliz.   : (none or tolerance in degrees C)
   Additional Information   : (multiple lines)

4. GNSS Antenna Information

4.1 Antenna Type           : LEIAT504
   Serial Number           : 102722
   Antenna Reference Point : BPA
   Marker->ARP Up Ecc. (m) : 000.0000
   Marker->ARP North Ecc(m) : 000.0000
   Marker->ARP East Ecc(m) : 000.0000
   Alignment from True N   : 0
   Antenna Radome Type     : LEIS
   Radome Serial Number    :
   Antenna Cable Type      :
   Antenna Cable Length    : 3
   Date Installed          : 2005-08-25T12:00Z
   Date Removed            : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
   Additional Information   :

4.x Antenna Type           : (A20, from rcvr_ant.tab; see instructions)
   Serial Number           : (A*, but note the first A5 is used in SINEX)
   Antenna Reference Point : (BPA/BCR/XXX from "antenna.gra"; see instr.)
   Marker->ARP Up Ecc. (m) : (F8.4)
   Marker->ARP North Ecc(m) : (F8.4)
   Marker->ARP East Ecc(m) : (F8.4)
   Alignment from True N   : (deg; + is clockwise/east)
   Antenna Radome Type     : (A4 from rcvr_ant.tab; see instructions)
   Radome Serial Number    :
   Antenna Cable Type      : (vendor & type number)
   Antenna Cable Length    : (m)
   Date Installed          : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
   Date Removed            : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
   Additional Information   : (multiple lines)

5. Surveyed Local Ties

5.x Tied Marker Name       :
   Tied Marker Usage       : (SLR/VLBI/LOCAL CONTROL/FOOTPRINT/etc)
   Tied Marker CDP Number  : (A4)
   Tied Marker DOMES Number : (A9)
   Differential Components from GNSS Marker to the tied monument (ITRS)
     dx (m)                 : (m)
     dy (m)                 : (m)
     dz (m)                 : (m)
   Accuracy (mm)           : (mm)
   Survey method            : (GPS CAMPAIGN/TRILATERATION/TRIANGULATION/etc)
   Date Measured           : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
   Additional Information   : (multiple lines)

6. Frequency Standard

6.1 Standard Type         : INTERNAL
   Input Frequency         :
   Effective Dates         : CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD
   Notes                   :

6.x Standard Type         : (INTERNAL or EXTERNAL H-MASER/CESIUM/etc)
   Input Frequency         : (if external)
   Effective Dates         : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
   Notes                   : (multiple lines)

7. Collocation Information

7.x Instrumentation Type   : (GPS/GLONASS/DORIS/PRARE/SLR/VLBI/TIME/etc)
   Status                   : (PERMANENT/MOBILE)
   Effective Dates         : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
   Notes                   : (multiple lines)

8. Meteorological Instrumentation

8.1.x Humidity Sensor Model :
   Manufacturer            :
   Serial Number           :

```



Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy (% rel h) : (% rel h)
Aspiration : (UNASPIRATED/NATURAL/FAN/etc)
Height Diff to Ant : (m)
Calibration date : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)

8.2.x Pressure Sensor Model :
Manufacturer :
Serial Number :
Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy : (hPa)
Height Diff to Ant : (m)
Calibration date : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)

8.3.x Temp. Sensor Model :
Manufacturer :
Serial Number :
Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy : (deg C)
Aspiration : (UNASPIRATED/NATURAL/FAN/etc)
Height Diff to Ant : (m)
Calibration date : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)

8.4.x Water Vapor Radiometer :
Manufacturer :
Serial Number :
Distance to Antenna : (m)
Height Diff to Ant : (m)
Calibration date : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)

8.5.x Other Instrumentation : (multiple lines)

9. Local Ongoing Conditions Possibly Affecting Computed Position

9.1.x Radio Interferences : (TV/CELL PHONE ANTENNA/RADAR/etc)
Observed Degradations : (SN RATIO/DATA GAPS/etc)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Additional Information : (multiple lines)

9.2.x Multipath Sources : (METAL ROOF/DOME/VLBI ANTENNA/etc)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Additional Information : (multiple lines)

9.3.x Signal Obstructions : (TREES/BUILDINGS/etc)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Additional Information : (multiple lines)

10. Local Episodic Effects Possibly Affecting Data Quality

10.x Date : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Event : (TREE CLEARING/CONSTRUCTION/etc)

11. On-Site, Point of Contact Agency Information

Agency : Politecnico di Torino
Preferred Abbreviation : POLITO
Mailing Address : Corso Duca Degli Abruzzi 24
: 10129 Torino
: Italy

Primary Contact
Contact Name : Marco Roggero
Telephone (primary) : +39 0161 226 390
Telephone (secondary) : +39 011 564 7630
Fax : +39 0161 226 322
E-mail : roggero@atlantic.polito.it

Secondary Contact
Contact Name : Manuele Pesenti
Telephone (primary) : +39 011 564 7675
Telephone (secondary) : +39 338 9804326
Fax : +39 011 564 7699
E-mail : manuele.pesenti@polito.it
Additional Information :

12. Responsible Agency (if different from 11.)



Agency

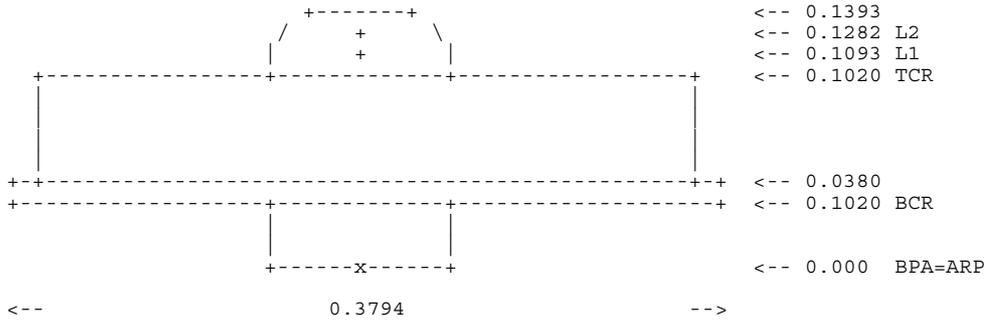
: Agenzia Regionale per la Protezione Ambiente
: del Piemonte
: Centro Regionale per le Ricerche
: Territoriali e Geologiche
Preferred Abbreviation : ARPA-P
Mailing Address : Corso Unione Sovietica 216
: 10135 Torino
: Italy
Primary Contact
Contact Name : Carlo Troisi
Telephone (primary) : +39 011 3169343
Telephone (secondary) :
Fax : +39 011 3169340
E-mail : carlo.troisi@regione.piemonte.it
Secondary Contact
Contact Name : Ernesto Benazzo
Telephone (primary) : +39 011 4737861
Telephone (secondary) :
Fax : +39 011 4737879
E-mail : e.benazzo@arpa.piemonte.it
Additional Information :



13. More Information

Primary Data Center : UNITS
 Secondary Data Center : POLITO
 URL for More Information : <http://www.alps-gps.units.it/>
 Hardcopy on File
 Site Map : (Y or URL)
 Site Diagram : (Y or URL)
 Horizon Mask : (Y or URL)
 Monument Description : (Y or URL)
 Site Pictures : (Y or URL)
 Additional Information : (multiple lines)
 Antenna Graphics with Dimensions

LEIAT504



All dimensions are in meters.



DEVE site log

DEVE Site Information Form (site log)
International GPS Service
See Instructions at:
ftp://igscb.jpl.nasa.gov/pub/station/general/sitelog_instr.txt

0. Form

Prepared by (full name) : Marco Roggero
Date Prepared : 2005-10-06
Report Type : NEW
If Update:
Previous Site Log :
Modified/Added Sections :

1. Site Identification of the GNSS Monument

Site Name : Alpe Devero
Four Character ID : DEVE
Monument Inscription :
IERS DOMES Number : 12779M001
CDP Number :
Monument Description : REINFORCED CONCRETE PILLAR
Height of the Monument : 2.20 m
Monument Foundation : REINFORCED CONCRETE BLOCK AND STEEL RODS
Foundation Depth : 0.50 m
Marker Description : GPS ARP
Date Installed : 2005-07-15T09:00Z
Geologic Characteristic : METAMORPHIC ROCK
Bedrock Type : CALCAREOUS SCHIST
Bedrock Condition :
Fracture Spacing :
Fault zones nearby : NO
Distance/activity :
Additional Information : steel rods are fixed for 1 m in the bedrock

2. Site Location Information

City or Town : Baceno
State or Province : Novara
Country : Italy
Tectonic Plate :
Approximate Position (ITRF)
X coordinate (m) : 4368538.450
Y coordinate (m) : 0634264.242
Z coordinate (m) : 4590604.538
Latitude (N is +) : +451848.81
Longitude (E is +) : +0081539.60
Elevation (m,ellips.) : 01679.42
Additional Information :

3. GNSS Receiver Information

3.1 Receiver Type : LEICA GRX1200PRO
Satellite System : GPS
Serial Number : 453317
Firmware Version : 2.12/2.121
Elevation Cutoff Setting : 0
Date Installed : 2005-09-01T12:00Z
Date Removed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Temperature Stabiliz. : NONE
Additional Information :



- 3.x Receiver Type : (A20, from rcvr_ant.tab; see instructions)
Satellite System : (GPS/GLONASS/GPS+GLONASS)
Serial Number : (A5)
Firmware Version : (A11)
Elevation Cutoff Setting : (deg)
Date Installed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Date Removed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Temperature Stabiliz. : (none or tolerance in degrees C)
Additional Information : (multiple lines)
4. GNSS Antenna Information
- 4.1 Antenna Type : LEIAT504
Serial Number : 102723
Antenna Reference Point : BPA
Marker->ARP Up Ecc. (m) : 000.0000
Marker->ARP North Ecc(m) : 000.0000
Marker->ARP East Ecc(m) : 000.0000
Alignment from True N : 0
Antenna Radome Type : LEIS
Radome Serial Number :
Antenna Cable Type :
Antenna Cable Length : 3
Date Installed : 2005-09-01T12:00Z
Date Removed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Additional Information :
- 4.x Antenna Type : (A20, from rcvr_ant.tab; see instructions)
Serial Number : (A*, but note the first A5 is used in SINEX)
Antenna Reference Point : (BPA/BCR/XXX from "antenna.gra"; see instr.)
Marker->ARP Up Ecc. (m) : (F8.4)
Marker->ARP North Ecc(m) : (F8.4)
Marker->ARP East Ecc(m) : (F8.4)
Alignment from True N : (deg; + is clockwise/east)
Antenna Radome Type : (A4 from rcvr_ant.tab; see instructions)
Radome Serial Number :
Antenna Cable Type : (vendor & type number)
Antenna Cable Length : (m)
Date Installed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Date Removed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Additional Information : (multiple lines)
5. Surveyed Local Ties
- 5.x Tied Marker Name :
Tied Marker Usage : (SLR/VLBI/LOCAL CONTROL/FOOTPRINT/etc)
Tied Marker CDP Number : (A4)
Tied Marker DOMES Number : (A9)
Differential Components from GNSS Marker to the tied monument (ITRS)
dx (m) : (m)
dy (m) : (m)
dz (m) : (m)
Accuracy (mm) : (mm)
Survey method : (GPS CAMPAIGN/TRILATERATION/TRIANGULATION/etc)
Date Measured : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Additional Information : (multiple lines)
6. Frequency Standard
- 6.1 Standard Type : INTERNAL
Input Frequency :
Effective Dates : CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD
Notes :
- 6.x Standard Type : (INTERNAL or EXTERNAL H-MASER/CESIUM/etc)
Input Frequency : (if external)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)
7. Collocation Information
- 7.x Instrumentation Type : (GPS/GLONASS/DORIS/PRARE/SLR/VLBI/TIME/etc)
Status : (PERMANENT/MOBILE)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)
8. Meteorological Instrumentation
- 8.1.x Humidity Sensor Model :
Manufacturer :
Serial Number :



Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy (% rel h) : (% rel h)
Aspiration : (UNASPIRATED/NATURAL/FAN/etc)
Height Diff to Ant : (m)
Calibration date : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)

8.2.x Pressure Sensor Model :
Manufacturer :
Serial Number :
Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy : (hPa)
Height Diff to Ant : (m)
Calibration date : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)

8.3.x Temp. Sensor Model :
Manufacturer :
Serial Number :
Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy : (deg C)
Aspiration : (UNASPIRATED/NATURAL/FAN/etc)
Height Diff to Ant : (m)
Calibration date : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)

8.4.x Water Vapor Radiometer :
Manufacturer :
Serial Number :
Distance to Antenna : (m)
Height Diff to Ant : (m)
Calibration date : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)

8.5.x Other Instrumentation : (multiple lines)

9. Local Ongoing Conditions Possibly Affecting Computed Position

9.1.x Radio Interferences : (TV/CELL PHONE ANTENNA/RADAR/etc)
Observed Degradations : (SN RATIO/DATA GAPS/etc)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Additional Information : (multiple lines)

9.2.x Multipath Sources : (METAL ROOF/DOME/VLBI ANTENNA/etc)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Additional Information : (multiple lines)

9.3.x Signal Obstructions : (TREES/BUILDINGS/etc)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Additional Information : (multiple lines)



10. Local Episodic Effects Possibly Affecting Data Quality

10.x Date : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Event : (TREE CLEARING/CONSTRUCTION/etc)

11. On-Site, Point of Contact Agency Information

Agency : Politecnico di Torino
Preferred Abbreviation : POLITO
Mailing Address : Corso Duca Degli Abruzzi 24
: 10129 Torino
: Italy

Primary Contact
Contact Name : Marco Roggero
Telephone (primary) : +39 0161 226 390
Telephone (secondary) : +39 011 564 7630
Fax : +39 0161 226 322
E-mail : roggero@atlantic.polito.it

Secondary Contact
Contact Name : Manuele Pesenti
Telephone (primary) : +39 011 564 7675
Telephone (secondary) : +39 338 9804326
Fax : +39 011 564 7699
E-mail : manuele.pesenti@polito.it
Additional Information :

12. Responsible Agency (if different from 11.)

Agency : Agenzia Regionale per la Protezione Ambiente
: del Piemonte
: Centro Regionale per le Ricerche
: Territoriali e Geologiche
Preferred Abbreviation : ARPA-P
Mailing Address : Corso Unione Sovietica 216
: 10135 Torino
: Italy

Primary Contact
Contact Name : Carlo Troisi
Telephone (primary) : +39 011 3169343
Telephone (secondary) :
Fax : +39 011 3169340
E-mail : carlo.troisi@regione.piemonte.it

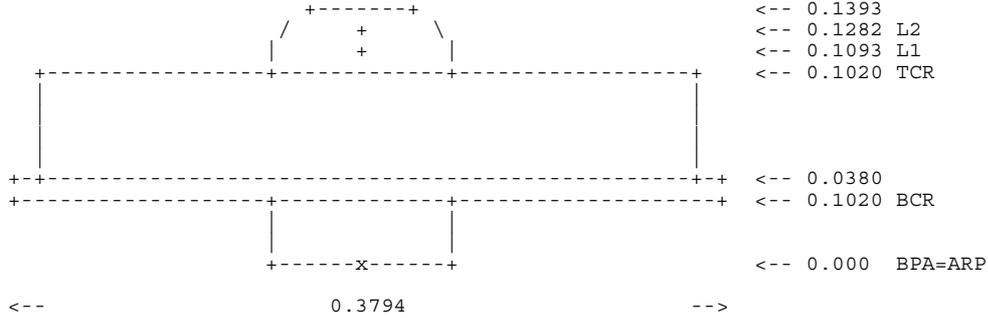
Secondary Contact
Contact Name : Ernesto Benazzo
Telephone (primary) : +39 011 4737861
Telephone (secondary) :
Fax : +39 011 4737879
E-mail : e.benazzo@arpa.piemonte.it
Additional Information :



13. More Information

Primary Data Center : UNITS
 Secondary Data Center : POLITO
 URL for More Information : <http://www.alps-gps.units.it/>
 Hardcopy on File
 Site Map : (Y or URL)
 Site Diagram : (Y or URL)
 Horizon Mask : (Y or URL)
 Monument Description : (Y or URL)
 Site Pictures : (Y or URL)
 Additional Information : (multiple lines)
 Antenna Graphics with Dimensions

LEIAT504



All dimensions are in meters.



OATO site log

OATO Site Information Form (site log)
International GPS Service
See Instructions at:
ftp://igsch.jpl.nasa.gov/pub/station/general/sitelog_instr.txt

0. Form

Prepared by (full name) : Marco Roggero
Date Prepared : 2005-10-06
Report Type : NEW
If Update:
Previous Site Log :
Modified/Added Sections :

1. Site Identification of the GNSS Monument

Site Name : Osservatorio Astronomico di Torino
Four Character ID : OATO
Monument Inscription :
IERS DOMES Number : 12724M003
CDP Number :
Monument Description : REINFORCED CONCRETE PILLAR
Height of the Monument : 2.25 m
Monument Foundation : REINFORCED CONCRETE BLOCK AND STEEL RODS
Foundation Depth : 3.00 m
Marker Description : GPS ARP
Date Installed : 2004-11-16T12:00Z
Geologic Characteristic : TERRIGENOUS DEPOSIT
Bedrock Type : ARENITE
Bedrock Condition :
Fracture Spacing :
Fault zones nearby : NO
Distance/activity :
Additional Information : steel rods are fixed for 1 m in the bedrock

2. Site Location Information

City or Town : Pino Torinese
State or Province : Torino
Country : Italy
Tectonic Plate :
Approximate Position (ITRF)
X coordinate (m) : 4473388.941
Y coordinate (m) : 0610018.366
Z coordinate (m) : 4491078.372
Latitude (N is +) : +450229.57
Longitude (E is +) : +0074555.09
Elevation (m,ellips.) : 00658.8
Additional Information :

3. GNSS Receiver Information

3.1 Receiver Type : LEICA GRX1200PRO
Satellite System : GPS
Serial Number : 453663
Firmware Version : 2.10/2.121
Elevation Cutoff Setting : 10
Date Installed : 2005-06-07T12:00Z
Date Removed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Temperature Stabiliz. : NONE
Additional Information :

3.x Receiver Type : (A20, from rcvr_ant.tab; see instructions)
Satellite System : (GPS/GLONASS/GPS+GLONASS)
Serial Number : (A5)
Firmware Version : (A11)
Elevation Cutoff Setting : (deg)
Date Installed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Date Removed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Temperature Stabiliz. : (none or tolerance in degrees C)
Additional Information : (multiple lines)

4. GNSS Antenna Information

4.1 Antenna Type : LEIAT504
Serial Number : 102724



```
Antenna Reference Point : BPA
Marker->ARP Up Ecc. (m) : 000.0000
Marker->ARP North Ecc(m) : 000.0000
Marker->ARP East Ecc(m) : 000.0000
Alignment from True N   : 0
Antenna Radome Type     : LEIS
Radome Serial Number    :
Antenna Cable Type      :
Antenna Cable Length    : 3
Date Installed          : 2005-06-07T12:00Z
Date Removed           : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Additional Information   :

4.x Antenna Type        : (A20, from rcvr_ant.tab; see instructions)
Serial Number          : (A*, but note the first A5 is used in SINEX)
Antenna Reference Point : (BPA/BCR/XXX from "antenna.gra"; see instr.)
Marker->ARP Up Ecc. (m) : (F8.4)
Marker->ARP North Ecc(m) : (F8.4)
Marker->ARP East Ecc(m) : (F8.4)
Alignment from True N   : (deg; + is clockwise/east)
Antenna Radome Type     : (A4 from rcvr_ant.tab; see instructions)
Radome Serial Number    :
Antenna Cable Type      : (vendor & type number)
Antenna Cable Length    : (m)
Date Installed          : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Date Removed           : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Additional Information   : (multiple lines)

5. Surveyed Local Ties

5.x Tied Marker Name      :
Tied Marker Usage       : (SLR/VLBI/LOCAL CONTROL/FOOTPRINT/etc)
Tied Marker CDP Number  : (A4)
Tied Marker DOMES Number : (A9)
Differential Components from GNSS Marker to the tied monument (ITRS)
  dx (m)                 : (m)
  dy (m)                 : (m)
  dz (m)                 : (m)
Accuracy (mm)           : (mm)
Survey method           : (GPS CAMPAIGN/TRILATERATION/TRIANGULATION/etc)
Date Measured           : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Additional Information   : (multiple lines)

6. Frequency Standard

6.1 Standard Type       : INTERNAL
    Input Frequency     :
    Effective Dates     : CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD
    Notes               :

6.x Standard Type       : (INTERNAL or EXTERNAL H-MASER/CESIUM/etc)
    Input Frequency     : (if external)
    Effective Dates     : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
    Notes               : (multiple lines)
```



7. Collocation Information

7.x Instrumentation Type : (GPS/GLONASS/DORIS/PRARE/SLR/VLBI/TIME/etc)
Status : (PERMANENT/MOBILE)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)

8. Meteorological Instrumentation

8.1.x Humidity Sensor Model :
Manufacturer :
Serial Number :
Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy (% rel h) : (% rel h)
Aspiration : (UNASPIRATED/NATURAL/FAN/etc)
Height Diff to Ant : (m)
Calibration date : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)

8.2.x Pressure Sensor Model :
Manufacturer :
Serial Number :
Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy : (hPa)
Height Diff to Ant : (m)
Calibration date : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)

8.3.x Temp. Sensor Model :
Manufacturer :
Serial Number :
Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy : (deg C)
Aspiration : (UNASPIRATED/NATURAL/FAN/etc)
Height Diff to Ant : (m)
Calibration date : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)

8.4.x Water Vapor Radiometer :
Manufacturer :
Serial Number :
Distance to Antenna : (m)
Height Diff to Ant : (m)
Calibration date : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)

8.5.x Other Instrumentation : (multiple lines)

9. Local Ongoing Conditions Possibly Affecting Computed Position

9.1.x Radio Interferences : (TV/CELL PHONE ANTENNA/RADAR/etc)
Observed Degradations : (SN RATIO/DATA GAPS/etc)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Additional Information : (multiple lines)

9.2.x Multipath Sources : (METAL ROOF/DOME/VLBI ANTENNA/etc)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Additional Information : (multiple lines)

9.3.x Signal Obstructions : (TREES/BUILDINGS/etc)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Additional Information : (multiple lines)

10. Local Episodic Effects Possibly Affecting Data Quality

10.x Date : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Event : (TREE CLEARING/CONSTRUCTION/etc)

11. On-Site, Point of Contact Agency Information

Agency : Politecnico di Torino
Preferred Abbreviation : POLITO
Mailing Address : Corso Duca Degli Abruzzi 24
: 10129 Torino
: Italy

Primary Contact
Contact Name : Marco Roggero
Telephone (primary) : +39 0161 226 390
Telephone (secondary) : +39 011 564 7630



Fax : +39 0161 226 322
E-mail : roggero@atlantic.polito.it
Secondary Contact
Contact Name : Manuele Pesenti
Telephone (primary) : +39 011 564 7675
Telephone (secondary) : +39 338 9804326
Fax : +39 011 564 7699
E-mail : manuele.pesenti@polito.it
Additional Information :

12. Responsible Agency (if different from 11.)

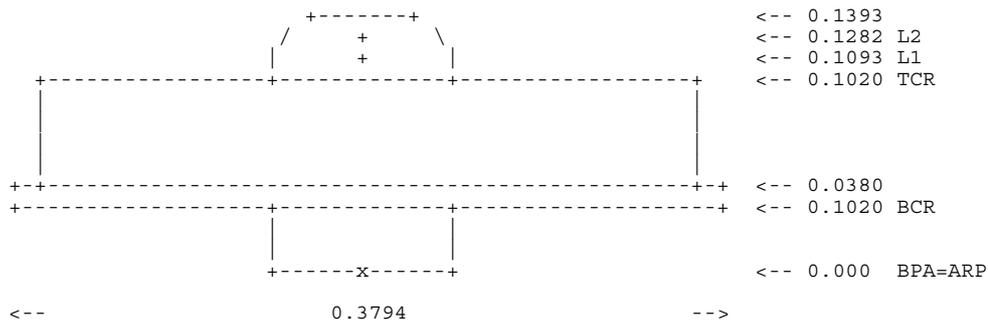
Agency : Agenzia Regionale per la Protezione Ambiente
: del Piemonte
: Centro Regionale per le Ricerche
: Territoriali e Geologiche
Preferred Abbreviation : ARPA-P
Mailing Address : Corso Unione Sovietica 216
: 10134 Torino
: Italy
Primary Contact
Contact Name : Carlo Troisi
Telephone (primary) : +39 011 3169343
Telephone (secondary) :
Fax : +39 011 3169340
E-mail : carlo.troisi@regione.piemonte.it
Secondary Contact
Contact Name : Ernesto Benazzo
Telephone (primary) : +39 011 4737861
Telephone (secondary) :
Fax : +39 011 4737879
E-mail : e.benazzo@arpa.piemonte.it
Additional Information :



13. More Information

Primary Data Center : UNITS
 Secondary Data Center : POLITO
 URL for More Information : <http://www.alps-gps.units.it/>
 Hardcopy on File
 Site Map : (Y or URL)
 Site Diagram : (Y or URL)
 Horizon Mask : (Y or URL)
 Monument Description : (Y or URL)
 Site Pictures : (Y or URL)
 Additional Information : (multiple lines)
 Antenna Graphics with Dimensions

LEIAT504



All dimensions are in meters.



Allegato E – Tutorial Bernese 5.0

```

*****
*                               BERNESE 5.0 COOKBOOK                               *
*                               version 0.2                                       *
*                               by Marco Roggero, 28/01/2005                       *
*                               roggero@atlantic.polito.it                         *
*****

```

Support

Pierre Fridez Astronomical Institute, University Berne
 Sidlerstrasse 5, 3012, Berne (CH)
 email pierre.fridez@aiub.unibe.ch
 tel +41 316318593
 fax +41 316313869

<http://www.bernese.unibe.ch/index.html>

Bug list & compiler options (please check it!)

Check the bug list and compiler options at

<http://www.bernese.unibe.ch/support.html#BUGS>
http://www.bernese.unibe.ch/support_cmp.html

Debugged files are also available at

<ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BERN50/BUGS/24-MAY-2004/>

Bernese Required files

The anonymous ftp server of the AIUB contains daily updated files resulting from our GNSS data analysis performed for the IGS in both international and Bernese format. The server may be accessed through

<ftp://ftp.unibe.ch/aiub/>
<http://www.aiub.unibe.ch/download/>

The main directories are:

BSWUSER50/ATM	BSW troposphere and ionosphere files
/GEN	General BSW files
/ORB	BSW ERP, clock, DCB files
/STA	Station coordinate files
/TXT	Diverse text files

Some of the products are stored in yearly subdirectories, e.g.,

<ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/ATM/yyyy/>
<http://www.aiub.unibe.ch/download/BSWUSER50/ATM/yyyy/>

Contact igsauto@aiub.unibe.ch for further information.

General remarks:

- All filenames are in uppercase.

- Most of the files are unix-compressed (indicated by the extension .Z). Use compress.exe to deflate Z files:

`compress -Ad filename`

Compress is available at:

<ftp://ftp.externet.hu/pub/mirror/sac/pack/comp430d.zip>
<ftp://ftp.externet.hu/pub/mirror/sac/pack/comp16u.zip>

Please check compress options of the current version, typing

`compress -h`

Is also possible to use recent versions of WinRAR (<http://www.winrar.it/>).

- We use the following abbreviations for time in the filenames below (menu time variables refer to the respective variables used in the Bernese GPS Software, Version 5.0):

Used time abbreviation	Menu time variable	Description
mm	\$M	Month
yy	\$Y	Year (two digits)
ddd	\$+0	Day of Year (DOY)
dddh	\$\$+0	Hourly session (DOY+character indicating the hourly session A,...,X)
yyyy	\$Y+0	Year (four digits)
wwww	\$W+0	GPS Week
yyymm	\$M+0	Year, Month
wwwwd	\$WD+0	GPS Week and Day
yyddd	\$YD+0	Year and DOY

Note that for every variable the format is fixed; the suffix +n is referred to an integer time shift.



Data content in the directories in BSWUSER50

The following list of files refers to the content of the directory tree BSWUSER50.
For deviations in the directory BSWUSER consult the remarks below.

Please note that all products are based on a rigorous GNSS (GPS and GLONASS) combined analysis.

- ATM contains troposphere and ionosphere files in Bernese format in yearly subdirectories:

yyyy/CORyyddd.TRP.Z troposphere information in Bernese format from rapid solution where final information is not yet available
CORwwwd.ION.Z ionosphere files of rapid solution where final information is not yet available
CODyyddd.TRP.Z troposphere path delays of final solution
CODwwwd.ION.Z ionosphere information in Bernese format
COEyyddd.TRP.Z troposphere path delays of EUREF solution
COEyyddd.INX.Z ionosphere information in IONEX format
COEyyddd.ION.Z ionosphere information in Bernese format

- GEN contains general files such as DATUM., PHAS_IGS.REL, RECEIVER., SATELLIT., SAT_yyyy.CRX, gravity fields, nutation models, and subdaily pole models.

- ORB contains daily updated files containing the P1-P2 and P1-C1 DCB values, respectively, and some ERP files in Bernese Format

P1C1.DCB CODE moving 30-day P1-C1 DCB solution, Bernese format, containing only the GPS satellites
P1P2.DCB CODE moving 30-day P1-P2 DCB solution, Bernese format, containing all GPS and GLONASS satellites
P1P2_ALL.DCB CODE moving 30-day P1-P2 DCB solution, Bernese format, containing all GPS and GLONASS satellites and all stations used
BULLETT A.ERP accumulated Bulletin A Earth rotation parameters as of 1992.
C04_yyyy.ERP yearly files containing the final IERS C04 Earth rotation information.

Yearly subdirectories contain the following files in Bernese format:

yyyy/CORwwwd.ERP.Z daily CODE rapid ERP files where final information is not yet available
CODwww7.ERP.Z weekly CODE final ERP files as from week 0978
ERDyyddd.CLK.Z broadcast clock information
CODyyddd.CLK.Z high rate (30 sec) satellite clock corrections from the CODE final IGS solution
CORyyddd.DCB.Z daily P1-P2 DCB estimates of rapid where final information is not yet available
CODyyddd.DCB.Z daily P1-P2 DCB estimates of final solution

The ERP files CODwww7.ERP.Z are fully consistent with the CODE final orbits available at URL

<ftp://ftp.unibe.ch/aiub/CODE/yyyy/CODwwwd.EPH.Z>
<http://www.aiub.unibe.ch/download/CODE/yyyy/CODwwwd.EPH.Z>

whereas the files CORwwwd.ERP.Z are consistent with the CODE rapid orbits available at URL

ftp://ftp.unibe.ch/aiub/CODE/CODwwwd.EPH_R
http://www.aiub.unibe.ch/download/CODE/CODwwwd.EPH_R

- STA contains CODE's ocean loading file, station coordinates and velocities in the ITRFyy, IGS_yy, and EURF97 realizations, and the IGS fiducial stations file list:

ITRFyy.CRD Coordinate extraction in Bernese format from ITRFxx
ITRFyy.VEL Velocity extraction in Bernese format from ITRFxx
IGS_yy.CRD Coordinates in Bernese format from the IGS' realization of ITRFxx
IGS_yy.VEL Velocities in Bernese format from the IGS' realization of ITRFxx
IGS_00_R.CRD coordinates of the IGS fiducial sites in IGS00 realization of ITRF2000
IGS_00_R.VEL velocities of the IGS fiducial sites in IGS00 realization of ITRF2000
IGS_00.FIX list of IGS fiducial sites
EURF97.CRD Coordinate extraction in Bernese format from EURF97
EURF97.VEL Velocity extraction in Bernese format from EURF97
ITRF00DE.BLQ CODE's ocean loading file

Yearly subdirectories contain the following files in Bernese format:

yyyy/CODwww7.CRD.Z weekly coordinate files of the CODE final global solution as from week 0978
COEwww7.CRD.Z weekly coordinate files of the CODE EUREF solution as from week 0886

=====

Useful links

=====

AIUB <http://www.aiub.unibe.ch/> Astronomisches Institut Universität Bern
CODE <http://www.aiub.unibe.ch/igs.html> IGS Center for Orbit Determination in Europe
IGS <http://igs.cb.jpl.nasa.gov/> International GPS Service

<ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/pub/gps/data/daily/>
<ftp://igs.ifag.de/EUREF/>
<http://itrf.ensg.ign.fr/>
http://itrf.ensg.ign.fr/ITRF_solutions/2000/ITRF2000.php
http://www.epncb.oma.be/_trackingnetwork/maps.html



 * DOUBLE DIFFERENCE SOLUTION *

Processing steps for a double-difference solution in Bernese GPS Software, Version 5.0

Step	Processing step	Involved programs	Reference
1	Data transfer, copy data into the campaign	ftp	Chapter 4
2	PPP procedure to complete the list of a priori coordinates/velocities (if necessary)	BPE(PPP.PCF)	Section 20
3	Import data into Bernese format	RXOBV3	Chapter 4
4	Prepare Earth orientation and orbit information	POLUPD, PRETAB, ORBGEN	Chapter 5
5	Data preprocessing	CODSPP, SNGDIF, MAUPRP, GPSEST, RESRMS, SATMRK	Chapter 6
6	Make a first solution	GPSEST	Chapter 7
7	Resolve ambiguities	GPSEST	Chapter 8
8	Create normal equations	GPSEST	Chapter 8
9	NEQ-based multisession solution	ADDNEQ2	Chapter 9

Remark: the following example is described in BERNese 5.0 Tutorial (<http://www.bernese.unibe.ch/docs/TERMINAL.pdf>)

Program	Par.	Input file	Menu command sequence ->	
*	2.2		Campaign	Edit list of campaigns
*	2.2		Campaign	Select active campaign
*	2.2		Campaign	Create new campaign
*	2.2		Configure	Set session/compute_date
* COVEL	2.6		Service	Coordinate tools
* RNXGRA	2.7		RINEX	RINEX utilities
* RXOBV3	2.7		RINEX	Import RINEX to Bernese format
				Extrapolate coordinates
				Create observation statistics
				Observation files
* POLUPD	3.1		Orbits/EOP	Handle EOP files
* PRETAB	3.2		Orbits/EOP	Create tabular orbits
* ORBGEN	3.2		Orbits/EOP	Create standard orbits
				Convert IERS to Bernese format
* CODSPP	3.3.1		Processing	Code-based clock synchronization
	3.3.1		Processing	Program output extraction
				Code-based clock synchronization
* SNGDIF	3.3.2		Processing	Baseline file creation
* MAUPRP	3.3.3		Processing	Phase preprocessing
	3.3.3		Processing	Program output extraction
				Phase preprocessing
* GPSEST	4.1	GPSEST41.INP	Processing	Parameter estimation
* REDISP	4.1		Service	Residual files
* RESRMS	4.1		Service	Residual files
* SATMRK	4.1		Service	Bernese observation files
				Display residual file
				Generate residual statistics
				Mark/delete observations
*	4.2		Configure	Menu variables
* GPSEST	4.2	GPSEST42.INP	Processing	Parameter estimation
* GPSTXTR	4.2		Processing	Program output extraction
				Parameter estimation/stacking
* GPSEST	4.3	GPSEST43.INP	Processing	Parameter estimation
* GPSEST	5.1	GPSEST51.INP	Processing	Parameter estimation
* ADDNEQ2	5.2		Processing	Normal equation stacking
* HELMR1	5.2		Service	Coordinate tools
				Helmert transformation

* indicates required steps

 * KINEMATIC SOLUTION *

Processing steps for a kinematic solution in Bernese GPS Software, Version 5.0

Program	Par.	Input file	Menu command sequence ->	
*	2.2		Campaign	Edit list of campaigns
*	2.2		Campaign	Select active campaign
*	2.2		Campaign	Create new campaign
*	2.2		Configure	Set session/compute_date
* RNXSMT			RINEX	RINEX utilities
* RXOBV3	2.7		RINEX	Import RINEX to Bernese format
				Clean/smooth observation files
				Observation files
* POLUPD	3.1		Orbits/EOP	Handle EOP files
* PRETAB	3.2		Orbits/EOP	Create tabular orbits
* ORBGEN	3.2		Orbits/EOP	Create standard orbits
				Convert IERS to Bernese format
* CODSPP	3.3.1		Processing	Code-based clock synchronization
* SNGDIF	3.3.2		Processing	Baseline file creation
* MAUPRP	3.3.3		Processing	Phase preprocessing
* GPSEST	4.1	GPSEST41.INP	Processing	Parameter estimation
* GPSEST	4.2	GPSEST42.INP	Processing	Parameter estimation
* GPSEST	4.3	GPSEST43.INP	Processing	Parameter estimation
* GPSEST	5.1	GPSEST51.INP	Processing	Parameter estimation
* ADDNEQ2	5.2		Processing	Normal equation stacking
* HELMR1	5.2		Service	Coordinate tools
				Helmert transformation

* indicates required steps

 * ZERO DIFFERENCE SOLUTION *

Processing steps for a zero-difference solution in Bernese GPS Software, Version 5.0

Step	Processing step	Involved programs	Reference
1	Data transfer, copy data into the campaign	ftp	Chapter 4
2	PPP procedure to complete the list of a priori coordinates/velocities (if necessary)	BPE(PPP.PCF)	Section 20
3	Data preprocessing 1	RNXSMT	Chapter 6
4	Import data into Bernese format	RXOBV3	Chapter 4
5	Prepare orbit and Earth orientation information	POLUPD, PRETAB, ORBGEN	Chapter 5
6	Data preprocessing 2	CODSPP, GPSEST, RESRMS, SATMRK	Chapter 6
7	Solution for epoch parameters and/or create normal equation	GPSEST	Chapter 7
8	NEQ-based multisession solution	ADDNEQ2	Chapter 9



 * PPP SOLUTION *

===== Required data for PPP procedure in BPE, Bernese GPS Software, Version 5.0 =====

Position	Data source	Action
\ATM		
CODYYDDD.TRP	ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/ATM/YYYY/CODYYDDD.TRP.Z	deflate
COEYVDDD.INX	ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/ATM/YYYY/COEYVDDD.INX.Z	deflate
COEYVDDD.ION	ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/ATM/YYYY/COEYVDDD.ION.Z	deflate
COEYVDDD.TRP	ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/ATM/YYYY/COEYVDDD.TRP.Z	deflate
\GEN		
CONST	ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/GEN/CONST	
DATUM	ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/GEN/DATUM	
EGM96	ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/GEN/EGM96	
GEMT3	ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/GEN/GEMT3	
GPSUTC	ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/GEN/GPSUTC	
JGM3	ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/GEN/JGM3	
PHAS_IGS.REL	ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/GEN/PHAS_IGS.REL	
	To update antenna file, refer to: ftp://igsb.jpl.nasa.gov/igsb/station/general/igs_01.pcv	
	Reformat in *.REL the new required antennas.	
RECEIVER	ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/GEN/RECEIVER	
SATELLIT	ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/GEN/SATELLIT	
SAT_20YY.CRX	ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/GEN/SAT_20YY.CRX	
\ORB		
IGSYSSSS.CLK	ftp://igsb.jpl.nasa.gov/igsb/product/WWW/igsWWWWD.clk.Z	deflate and rename
IGSYSSSS.DCB	ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/ORB/YYYY/CODYVDDD.DCB.Z	deflate and rename
IGSYSSSS.IEP	ftp://igsb.jpl.nasa.gov/igsb/product/WWW/igsWWWWD7.erp.Z	deflate and rename
IGSYSSSS.PRE	ftp://igsb.jpl.nasa.gov/igsb/product/WWW/igsWWWWD.sp3.Z	deflate and rename
\ORX		
STA1SSSS.YYN		
STA2SSSS.YYN		
...		
\OUT		
IGSYSSSS.CLK	ftp://igsb.jpl.nasa.gov/igsb/product/WWW/igsWWWWD.clk.Z	deflate and rename
\RAW		
STA1SSSS.YYO		
STA2SSSS.YYO		
...		
\STA		
\$ABBINF.ABB		
\$CRDREF.CRD		
SESSIONS.SES		

 Remark: the following variables are used in file names

YYYY	4 digit year
YY	2 digit year
DDD	3 digit day of year
D	1 digit day of week
SSSS	4 digit session
WWW	4 digit GPS week
STAn	4 digit station abbreviation



=====

BPE process control file (PCF) for PPP (PPP.PCF)

=====

LIST OF BPE SCRIPTS

Unchanged

SPECIAL ACTIONS FOR BPE SCRIPTS

Unchanged

PARAMETERS FOR BPE SCRIPTS

Unchanged

BPE SERVER VARIABLES

V_A	APR	A priori information
V_B	IGS	Orbit/ERP, DCB, CLK information
V_C	PPP	CRD/TRP/TRO/SNX and CLK results
V_E	REF	CRD results referred to epoch 2000.0
V_F	ION	Station-specific ION/DCB results
V_G	RIM	Regional ION/INX/DCB results
V_STAINF		Station information file name
V_PLDINF		Tectonic plate definition file name
V_BQINF		Ocean loading correction file name
V_ABBINF	name of \STA\SABBINF.ABB	Station name abbreviation file name
V_CRDREF	name of \STA\SCRDREF.CRD	Master/reference CRD/VEL file name
V_CRDMRG	\$CRDREF_M	Merged CRD/VEL file name

Run BPE for PPP

=====

BPE 2: Process Control Options

Start with script 101 POLUPD PPP_GEN
 Skip scripts 001 PPP_COP PPP_GEN

BPE 4: Server variables set to client

As in BPE process control file (PPP.PCF)

 * MRS CAMPAIGN *

Program	Par.	Input file	Menu command sequence ->	
*	2.2		Campaign	Edit list of campaigns
*	2.2		Campaign	Select active campaign
*	2.2		Campaign	Create new campaign
*	2.2		Configure	Set session/compute date
* COVEL	2.6		Service	Coordinate tools
* RXOBV3	2.7		RINEX	Import RINEX to Bernese format
				Extrapolate coordinates
				Observation files
* POLUPD	3.1		Orbits/EOP	Handle EOP files
* PRETAB	3.2		Orbits/EOP	Create tabular orbits
* ORBGEN	3.2		Orbits/EOP	Create standard orbits
				Convert IERS to Bernese format
* CODSP	3.3.1		Processing	Code-based clock synchronization
* SNGDIF	3.3.2		Processing	Baseline file creation
* MAUPRP	3.3.3		Processing	Phase preprocessing
* GPSEST	4.1	GPSEST41.INP	Processing	Parameter estimation
* GPSEST	4.2	GPSEST42.INP	Processing	Parameter estimation
*	4.3		Configure	Menu variables
* GPSEST	4.3	GPSEST43.INP	Processing	Parameter estimation
* GPSEST	5.1	GPSEST51.INP	Processing	Parameter estimation
* ADDNEQ2	5.2		Processing	Normal equation stacking
HELMR1	5.2		Service	Coordinate tools
				Helmert transformation

* indicates required steps