

Rapporti tecnici INGV

La Rete GPS permanente
della Regione Puglia

140



Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia

Direttore

Enzo Boschi

Editorial Board

Raffaele Azzaro (CT)

Sara Barsotti (PI)

Mario Castellano (NA)

Viviana Castelli (BO)

Anna Grazia Chiodetti (AC)

Rosa Anna Corsaro (CT)

Luigi Cucci (RM1)

Mauro Di Vito (NA)

Marcello Liotta (PA)

Lucia Margheriti (CNT)

Simona Masina (BO)

Nicola Pagliuca (RM1)

Salvatore Stramondo (CNT)

Andrea Tertulliani - coordinatore (RM1)

Aldo Winkler (RM2)

Gaetano Zonno (MI)

Segreteria di Redazione

Francesca Di Stefano - coordinatore

Tel. +39 06 51860068

Fax +39 06 36915617

Rossella Celi

Tel. +39 06 51860055

Fax +39 06 36915617

redazionecen@ingv.it



Rapporti tecnici INGV

LA RETE GPS PERMANENTE DELLA REGIONE PUGLIA

Elisabetta D'Anastasio, Ciriaco D'Ambrosio, Gianpaolo Cecere, Giulio Selvaggi, Antonio Avallone

INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Centro Nazionale Terremoti)

140

Indice

Introduzione	5
1. Rete GPS permanente della Regione Puglia (RGRP)	5
2. Collaudo della Rete GPS Permanente della Regione Puglia (RGRP)	7
2.1 Collaudo delle stazioni GPS permanenti	8
2.2 Collaudo del Centro di Controllo e di Elaborazione dati (CCED, SWSP, SWCR).....	9
2.3 Collaudo del servizio di posizionamento in tempo reale	10
2.3.1 Collaudo in Corso d’Opera: Caso 1 – Salice Salentino	11
2.3.2 Collaudo in Corso d’Opera: Caso 2 – San Giorgio Jonico	13
2.3.3 Collaudo finale del Servizio di posizionamento RTK della RGRP – Sant’ Agata di Puglia	15
3. Analisi di qualità della RGRP	17
3.1 Parametri di qualità delle 12 stazioni della RGRP	17
3.2 Continuità e completezza dei dati delle 12 stazioni della RGRP	19
3.3 Parametri di qualità – confronto con la RING.....	21
4. Serie temporali delle stazioni GPS della RGRP e campo di velocità	22
5. Considerazioni conclusive	23
Ringraziamenti	24
Riferimenti bibliografici.....	25
Verbali di Collaudo e report redatti dagli autori per la Regione Puglia tra il 2007 ed il 2010	26
Allegati	27

Introduzione

Grazie alle opportunità offerte dai Fondi europei, la Puglia ha avviato nel 2006 la realizzazione di una rete di stazioni GPS Permanenti, la Rete GPS della Regione Puglia (di seguito indicata con la sigla RGRP, <http://gps.sit.puglia.it/>). Tale rete svolge il ruolo di infrastruttura geodetica e di riferimento cartografico regionale e offre servizi di pubblica utilità per il posizionamento e la navigazione in tempo reale. La Regione Puglia ha ritenuto conveniente stipulare una convenzione con l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) rivolta alla completa integrazione della nascente RGRP con la Rete Integrata Nazionale GPS (RING) dell'INGV. Nell'ambito di tale accordo l'INGV ha provveduto alle attività di collaudo dell'intera rete regionale e del servizio di posizionamento in tempo reale da essa fornito, oltre all'analisi di qualità sui dati acquisiti dalle stazioni della RGRP. Nel triennio 2007-2009 l'INGV ha poi effettuato, con cadenza annuale, un controllo di qualità della rete.

Considerata la qualità del lavoro di realizzazione della RGRP, i dati da essa forniti sono ritenuti validi anche a fini scientifici per lo studio della deformazione attiva nell'area pugliese. La convenzione stipulata tra l'INGV e la Regione Puglia prevede infatti uno scambio dei dati GPS in formato “*Receiver INdependent Exchange Format*” (RINEX), il formato standard con cui vengono distribuiti internazionalmente i dati GPS (<http://igsb.jpl.nasa.gov/igsb/data/format/rinex210.txt>). I dati GPS delle stazioni della RGRP vengono quindi forniti quotidianamente all'INGV, che provvede ad archivarli ed analizzarli unitamente ai dati della Rete Integrata Nazionale GPS (RING, <http://ring.gm.ingv.it>) dell'INGV e di altre reti a disposizione degli analisti dell'Istituto.

Il presente rapporto tecnico illustra le attività di collaudo svolte dagli autori e analizza la qualità della RGRP, a quasi 4 anni dalla sua nascita. Nella prima parte verrà riportata una descrizione delle attività di collaudo della rete e del servizio di posizionamento in tempo reale, nella seconda parte verrà discussa la qualità del dato globalmente fornito dalla RGRP.

1. Rete GPS permanente della Regione Puglia (RGRP)

A partire da marzo 2007 la Regione Puglia ha installato e gestisce una rete costituita attualmente da 12 stazioni permanenti GPS/GLONASS (figura 1), omogeneamente distribuite sul territorio pugliese ed installate su edifici di proprietà di Enti Pubblici. L'interdistanza media tra le 12 stazioni è compresa tra i 40 ed i 70 km.

Le 12 stazioni della RGRP sono monumentate mediante pilastrino in calcestruzzo o asta in acciaio costruiti su manufatti (prevalentemente municipi o stabili regionali), e sono strumentate con antenne Chokering modello LEICA AT504 con radome Leica (modello LEIS) e ricevitori GPS/GLONASS a doppia frequenza L1/L2 modello LEICA GRX1200GGPRO. L'acquisizione dei dati GPS e GLONASS è impostata con intervallo di campionamento ad 1 secondo. In figura 2 sono mostrati alcuni esempi di monumenti, strumentazione e manufatti su cui sono installate le stazioni della RGRP.

Le stazioni sono controllate da un Centro di Controllo ed Elaborazione Dati (CCED), con sede a Bari presso Tecnopolis CSATA S.c.r.l. (<http://gps.sit.puglia.it>). Tutte le stazioni sono collegate al CCED con connessioni di tipo TCP-IP su RUPAR (Rete Unitaria per la Pubblica Amministrazione Regionale). Il CCED provvede al controllo delle stazioni, all'archiviazione dati ed all'invio agli utenti civili dei parametri necessari per il posizionamento in tempo reale.

La figura 1 mostra la distribuzione geografica delle 12 stazioni GPS permanenti della RGRP: Accadia (ACCA), Fasano (FASA), Foggia (FOGG), Ginosa (GINO), Giurdignano (GIUR), Ischitella (ISCH), Margherita di Savoia (MARG), Poggiorsini (POGG), Salice Salentino (SASA), San Paolo di Civitate (SPCI), Ugento (UGEN) e Valenzano (VALE). In figura sono inoltre mostrate le stazioni appartenenti alla RING e le stazioni appartenenti ad altre reti presenti nell'area. L'insieme delle diverse reti offre una buona copertura spaziale per una misura della deformazione attiva nell'area, diminuendo l'interdistanza media tra le stazioni a valori compresi tra 20 e 50 km.

I rinex con campionamento a 30 secondi delle stazioni della RGRP vengono forniti quotidianamente al server di distribuzione dati GPS del CNT-INGV (<ftp://gpsgiving.gm.ingv.it>), per essere poi distribuiti alle varie sezioni dell'Istituto.

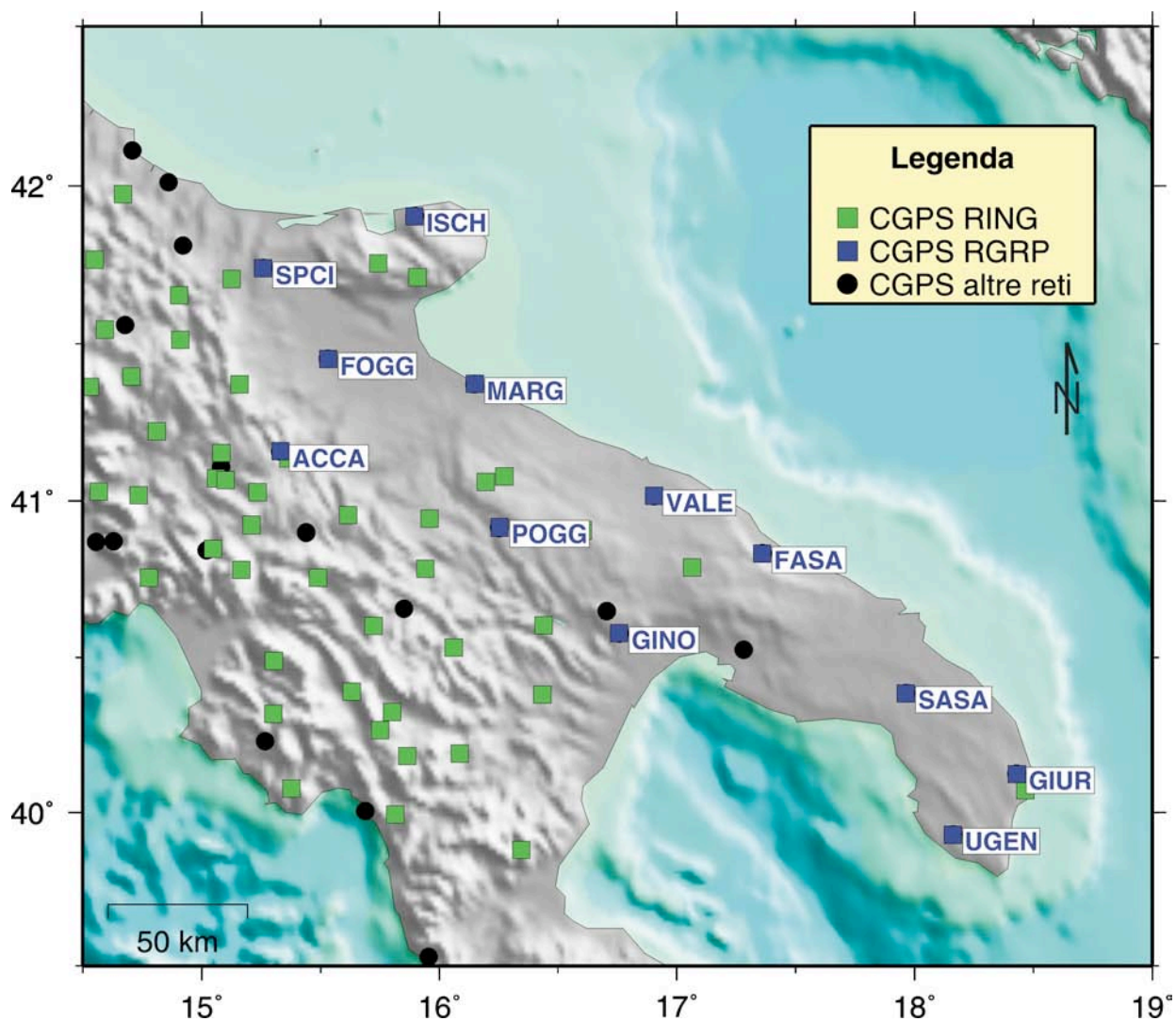


Figura 1. Collocazione e sigla delle 12 stazioni GPS permanenti della RGRP (blu). In verde sono rappresentate le stazioni appartenenti alla RING. In nero sono infine mostrate le altre stazioni GPS permanenti presenti nell'area, appartenenti alla rete dell'Agenzia Spaziale Italiana (ASI, http://geodaf.mt.asi.it/html_old/gps/gps_browser.html), alla rete Smartnet-Italpos di Leica Geosystems S.p.A. (<http://www.italpos.it>), alla rete del Collegio Geometri di Avellino (i cui dati vengono distribuiti dalla rete Smartnet-Italpos) e alla rete GPS permanente della Regione Abruzzo (<http://www.regione.abruzzo.it/xcartografia/>).



Figura 2. Monumentazione e strumentazione installata presso Ginosia (GINO) , Salice Salentino (SASA) e Giurdignano (GIUR) e manufatto su cui è installata la stazione di Ginosia (la freccia viola indica la posizione dell'antenna GPS).

2. Collaudo della Rete GPS Permanente della Regione Puglia (RGRP)

A seguito della convenzione stipulata tra la Regione Puglia e l'INGV, una Commissione Tecnica del Centro Nazionale Terremoti dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, coadiuvata da personale di Tecnopolis e di Leica Geosystems S.p.A., ha eseguito il collaudo della Rete GPS permanente della Regione Puglia (RGRP).

I lavori di collaudo, svolti tra agosto e dicembre 2007 (tabella 1), sono stati svolti in tre fasi, che hanno previsto le seguenti operazioni:

- 1) verifica della funzionalità della strumentazione installata sulle 12 stazioni permanenti (SP) della RGRP;
- 2) verifica della funzionalità del Centro di Controllo ed Elaborazione Dati della RGRP (CCED);
- 3) una volta ottenuta la piena funzionalità della RGRP è stato infine effettuato il collaudo del servizio di posizionamento in tempo reale ("*Real Time Kinematic*", RTK) fornito dal CCED della RGRP, prima che questo venisse attivato per gli utenti esterni.

La Commissione Tecnica del CNT-INGV ha poi redatto un Verbale di Collaudo in Corso d'Opera ed un Verbale di Collaudo Finale contenente i risultati delle verifiche effettuate.

Data Verifica	Località	Controllo	Sigla	Presenti		
				Tecnopolis	Leica/Marrone	INGV
09/08/2007	Accadia (FG)	SP	ACCA	M. Muschitiello	F. Matteuzzi	G. Selvaggi G. Cecere C. D'Ambrosio
09/08/2007	Foggia (FG)	SP	FOGG	M. Muschitiello	F. Matteuzzi	G. Selvaggi G. Cecere C. D'Ambrosio
09/08/2007	San Paolo di Civitate (FG)	SP	SPCI	M. Muschitiello	F. Matteuzzi	G. Selvaggi G. Cecere C. D'Ambrosio
09/08/2007	Ischitella (FG)	SP	ISCH	M. Muschitiello	F. Matteuzzi	G. Cecere C. D'Ambrosio
10/08/2007	Margherita di Savoia (FG)	SP	MARG	M. Muschitiello	F. Matteuzzi	G. Cecere C. D'Ambrosio
22/08/2007	Fasano (BA)	SP	FASA	A. Bellanova		G. Cecere C. D'Ambrosio
22/08/2007	Salice Salentino (LE)	SP	SASA	A. Bellanova M. Muschitiello		G. Cecere C. D'Ambrosio
22/08/2007	Giurdignano (LE)	SP	GIUR	A. Bellanova M. Muschitiello		G. Cecere C. D'Ambrosio
23/08/2007	Ugento (LE)	SP	GINO	M. Muschitiello		G. Cecere C. D'Ambrosio
23/08/2007	Ginosa (TA)	SP	UGEN	A. Bellanova M. Muschitiello		G. Cecere C. D'Ambrosio
23/08/2007	Poggiorsini (BA)	SP	POGG	A. Bellanova M. Muschitiello		G. Cecere C. D'Ambrosio
11/09/2007	Valenzano (BA)	SP	VALE	A. Bellanova M. Muschitiello	F. Matteuzzi Marrone	G. Cecere C. D'Ambrosio
11/09/2007	Tecnopolis	SWSP SWCR	CCED	A. Bellanova M. Muschitiello	F. Matteuzzi	G. Cecere C. D'Ambrosio
23/10/2007	San Giorgio Jonico (TA)	SWRT			F. Matteuzzi	G. Cecere C. D'Ambrosio E. D'Anastasio
24/10/2007	Salice Salentino (LE)	SWRT			F. Matteuzzi	G. Cecere C. D'Ambrosio E. D'Anastasio
04/12/2007	Sant'Agata di Puglia (FG)	SWRT		A. Bellanova		C. D'Ambrosio E. D'Anastasio V. Cardinale

Tabella 1. Verifiche effettuate dal personale INGV, Tecnopolis CSATA S.c.r.L. e Leica Geosystems S.p.A. durante le operazioni di collaudo in corso d'opera e finale.

2.1 Collaudo delle stazioni GPS permanenti

Il Collaudo in corso d'opera delle Stazioni GPS Permanenti della RGRP è consistito nella verifica di conformità della strumentazione installata (antenna, ricevitore, apparato di memorizzazione, trasmissione, alimentazione, monumentazione) alle specifiche del Capitolato Tecnico della fornitura a Tecnopolis CSATA S.c.r.l. e a quanto proposto dalla Ditta Aggiudicataria in sede di gara e di redazione del progetto esecutivo della fornitura (Leica Geosystems S.p.A.). Nell'Allegato 1 sono riportate le schede consegnate alla Regione Puglia a seguito del Collaudo in Corso d'Opera, all'interno delle quali sono indicate le non conformità riscontrate presso le 12 stazioni GPS permanenti della RGRP e le azioni correttive da apportare.

Le principali non conformità riscontrate hanno riguardato lo schema elettrico, la mancanza di sistemi di riavvio automatico in caso di guasti all'alimentazione, l'assenza di opere di protezione del cavo antenna, l'errato orientamento a N delle antenne GPS, problemi al sistema di alimentazione.

La Commissione del CNT-INGV ha quindi redatto un Verbale di Collaudo in Corso d'Opera all'interno del quale venivano proposte una serie di azioni correttive da applicare per risolvere le non conformità riscontrate. Per maggiori dettagli si rimanda all'Allegato 1.

La Commissione Tecnica del CNT-INGV ha successivamente verificato che tutte le non conformità riscontrate durante il collaudo in corso d'opera fossero state corrette dalla Ditta Aggiudicataria (Leica Geosystems S.p.A.).

2.2 Collaudo del Centro di Controllo e di Elaborazione dati (CCED, SWSP, SWCR)

Il Centro di Controllo di Elaborazione Dati (CCED) della RGRP svolge le funzioni di controllo e monitoraggio delle 12 stazioni permanenti, acquisizione, archiviazione e distribuzione dei dati, calcolo in tempo reale delle soluzioni di rete ed invio agli utenti esterni delle correzioni per il posizionamento in tempo reale (RTK) (figura 3). Queste funzioni vengono svolte utilizzando diversi moduli del software Leica GPS Spider (Leica Geosystems White Paper, 2007), suddivisi in:

1. Site Server: Software di Controllo delle Stazioni Permanenti (SWSP) e della Rete GPS (SWCR), permette il controllo da remoto delle stazioni, la verifica del loro funzionamento, gestione delle configurazioni dei ricevitori GPS, trasferimento e archiviazione dei rinex;
2. Network Server: gestisce il flusso dati tra i vari moduli software (Site, Cluster e Proxy server) e fornisce un'interfaccia grafica di configurazione e controllo ai gestori della RGRP;
3. cluster server: elabora i dati per fornire le soluzioni di rete necessarie per inviare le correzioni di rete da inviare agli utenti per il posizionamento in tempo reale;
4. proxy server: invia le correzioni di rete per il posizionamento in tempo reale e si occupa della distribuzione dati per il post-processing agli utenti esterni; permette inoltre di gestire gli utenti RTK.

Il collaudo del CCED è consistito nella verifica di conformità dei prodotti software installati e del loro corretto funzionamento, in conformità con le specifiche del Capitolato Tecnico della fornitura a Tecnopolis CSATA S.c.r.l. e a quanto proposto dalla Leica Geosystems S.p.A. in sede di gara e di redazione del progetto esecutivo. In particolare il collaudo del Centro di Controllo di Elaborazione Dati (CCED) ha previsto la verifica del buon funzionamento del software di Controllo delle Stazioni Permanenti (SWSP) e della Rete GPS (SWCR), ovvero dei 4 moduli software di Leica GPS Spider descritti in precedenza (figura 3).

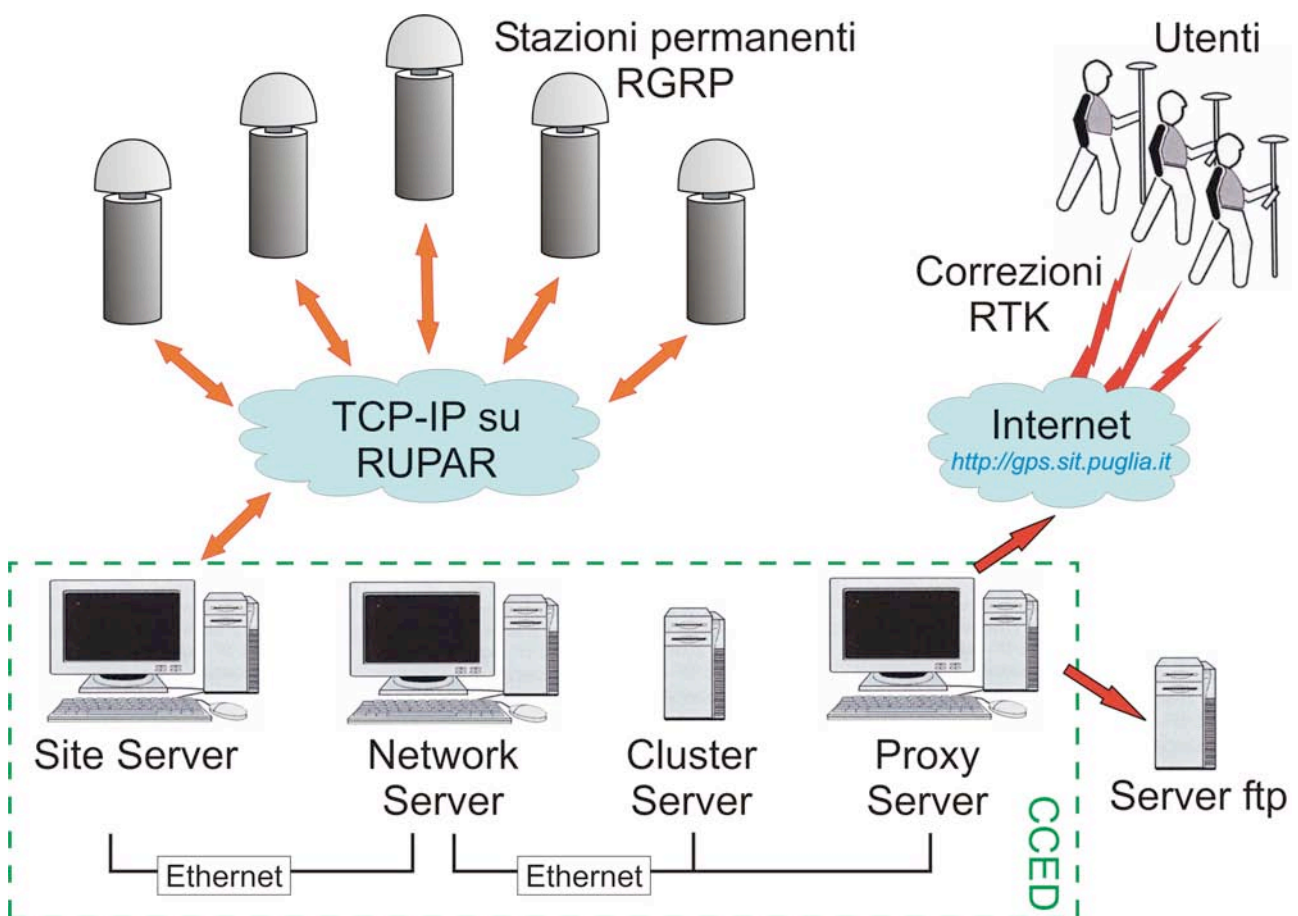


Figura 3. strutturazione del Centro di Calcolo ed Elaborazione Dati (CCED) della RGRP.

La Commissione Tecnica del CNT-INGV ha inoltre proceduto, al termine di un periodo di affiancamento tecnico tra personale INGV e personale della Regione Puglia, alla verifica congiunta del corretto funzionamento della rete e dei software di gestione remota, ed al controllo di qualità del trasferimento dati delle stazioni GPS permanenti (SWSP, SWCR). È stato inoltre verificato il buon funzionamento dei servizi di distribuzione dati via web (<http://gps.sit.puglia.it>).

2.3 Collaudo del servizio di posizionamento in tempo reale

Il collaudo del servizio di posizionamento RTK fornito dalla Rete di stazioni GPS permanenti della Regione Puglia è stato svolto a seguito della verifica del corretto funzionamento delle stazioni permanenti e del centro di calcolo illustrata nei precedenti paragrafi.

Il posizionamento in tempo reale, *Real Time Kinematic* (RTK), è una tecnica di posizionamento cinematico in tempo reale. Tale tecnica prevede che gli utenti che effettuano un rilievo ricevano in tempo reale le correzioni da apportare alle osservazioni GPS per aumentare la precisione della posizione rilevata. Queste correzioni vengono inviate da una o più stazioni di riferimento (*Reference*) attraverso opportuni protocolli di trasmissione. Il protocollo standard utilizzato per la trasmissione di dati GPS è il protocollo denominato “*Networked Transport of RTCM via Internet Protocol*” (NTRIP, <http://igs.bkg.bund.de/ntrip>). Secondo tale standard, le correzioni in tempo reale inviate dalle stazioni di riferimento (*NTRIPServer*) vengono inviate ad un centro di elaborazione per essere poi trasmesse da un server di distribuzione (*NTRIPCaster*) ai vari utenti (*NTRIPClients*). Nel caso della RGRP le correzioni vengono inviate dal CCED della RGRP agli utenti esterni (*NTRIPClients*) utilizzando il modulo di Spider denominato Proxy Server (*NTRIPCaster*) (paragrafo 2.2). Utilizzando il software Leica GNSS Spider, le correzioni per il posizionamento in tempo reale possono essere calcolate rispetto ad una singola stazione di riferimento (correzione in singola base, *Nearest*) oppure rispetto ad una rete (o sottorete) di stazioni di riferimento (correzioni di area, *MAX* ed *i-MAX*) (<http://igs.bkg.bund.de/ntrip>). Le correzioni vengono inviate utilizzando lo standard internazionale del *Radio Technical Commission for Maritime Services* (RTCM, <http://www.rtcn.org>) attraverso il protocollo NTRIP.

Il collaudo svolto dalla Commissione Tecnica del CNT-INGV ha previsto la verifica della precisione garantita dal servizio di posizionamento in tempo reale fornito dal CCED della RGRP. Le precisioni nella stima della posizione garantite nominalmente dalla RGRP sono inferiori ai 2 cm in post-processing ed inferiori ai 3 cm in RTK. Durante il collaudo sono stati verificati i diversi tipi di correzione di rete inviati dalla RGRP tramite il protocollo NTRIP: correzione MAX (RTCM3), i-MAX (RTCM3) e Nearest (RTCM2). Al fine di verificare la precisione delle coordinate ottenute tramite il posizionamento in tempo reale, le posizioni ottenute durante il rilievo RTK sono state confrontate con le coordinate ottenute con il post-processing dei dati.

Il Collaudo in Corso d’Opera è stato effettuato in due aree campione: San Giorgio Jonico e Salice Salentino (figura 4). Le due aree sono state selezionate come aree test per verificare la qualità delle precisioni inviate dal servizio della RGRP in due casi estremi: in prossimità di una stazione permanente (Salice Salentino) e a più di 40 km di distanza dalle stazioni permanenti della RGRP più vicine (San Giorgio Jonico, in provincia di Taranto). Il servizio di posizionamento in tempo reale fornito dalla RGRP garantisce infatti precisioni inferiori ai 3 cm per distanze dalle stazioni di riferimento inferiori ai 40 km, e la rete è stata costruita in modo tale che l’interdistanza massima tra due stazioni non superasse gli 80 km. L’area di San Giorgio Jonico è stata infatti scelta dal momento che è situata nel settore più “scoperto” dell’intera regione Puglia. Durante il Collaudo in Corso d’Opera la commissione ha verificato che le precisioni garantite nominalmente dal servizio RTK della RGRP non erano raggiungibili (paragrafo 2.3.2). È stato quindi richiesta alla Regione Puglia la rideterminazione delle coordinate di riferimento delle stazioni permanenti, ed è stato poi effettuato un ulteriore collaudo (paragrafo 2.3.3) del servizio di posizionamento in tempo reale.



Figura 4. Mappa della Rete GPS della Regione Puglia e localizzazione delle due aree selezionate per effettuare il collaudo del servizio RTK (i riquadri mostrano i dettagli delle due aree).

2.3.1 Collaudo in Corso d'Opera: Caso 1 – Salice Salentino

Nel settore di Salice Salentino la copertura della rete di stazioni GPS permanenti RGRP è ottimale, e la stazione di riferimento (Reference) più vicina all'area in esame è la stazione di Salice Salentino (SASA, figg. 1 e 4), posta ad una distanza inferiore a 0.5 km dall'area in cui è stato effettuato il rilievo RTK.

Tale rilievo è stato effettuato utilizzando la seguente strumentazione:

- Ricevitore Leica modello GX1230 GG, impostato con intervallo di campionamento ad 1'';
- Antenna Leica modello AX1202 GG;
- Modem GSM Leica modello Siemens MC75.

Durante la prova sono stati verificati i diversi tipi di correzione di rete inviati dalla RGRP tramite il protocollo di trasmissione dati NTRIP. Ognuno dei punti indicati in figura 4 è stato misurato acquisendo dati con intervallo di campionamento pari ad 1 secondo, con tempi di stazionamento dipendenti dal raggiungimento della massima precisione possibile, e comunque compresi tra 1 e 10 minuti. Durante il rilievo i punti sono stati misurati utilizzando diversi tipi di correzioni (di area o in singola base) inviate dalla RGRP.

Al fine di verificare la differenza tra le coordinate RTK e le coordinate ottenute in post-processing, i dati del rilievo RTK sono stati successivamente post-processati con il software Leica GeoOffice (v. 2.0), unitamente ai dati ad 1 secondo delle stazioni della rete RGRP più vicine all'area in esame (SASA, GIUR,

UGEN, GINO, FASA), ed utilizzando effemeridi precise e file degli orologi dei satelliti (scaricati dal sito <ftp://igscb.jpl.nasa.gov>).

Nelle tabelle 2 e 3 sono mostrati i risultati del confronto tra coordinate RTK e coordinate calcolate in post-processing.

Id punto	Coordinate cartesiane (IGS05)			Deviazione standard		
	X	Y	Z	X (m)	Y (m)	Z (m)
1	4627890.0071	1500979.7432	4110663.8034	0.0083	0.0038	0.0074
2	4627890.0205	1500979.7433	4110663.8121	0.0064	0.0042	0.0057
2-RTK	4627890.0270	1500979.7391	4110663.8229	-	-	-
3	4627890.0185	1500979.7435	4110663.8052	0.0055	0.0040	0.0052
3-RTK	4627890.0222	1500979.7400	4110663.8032	-	-	-
4	4627890.0232	1500979.7425	4110663.8053	0.0029	0.0016	0.0027
4-RTK	4627890.0298	1500979.7450	4110663.7944	-	-	-

Tabella 2. Coordinate cartesiane calcolate in post-processing (n. 1, 2, 3 e 4) e confronto con i valori inviati via NTRIP durante il rilievo RTK (2-RTK, 3-RTK, 4-RTK) con i diversi tipi di correzione (vedi tabella 2 per ulteriori dettagli). Il punto n. 1 non è stato misurato in modalità RTK.

Baseline	Durata della misura statica (minuti – secondi)	Distanza ellissoidica (m)	Differenza di ellissoidica (m)	quota	Slope Distance (m)	Correzione utilizzata
2 2-RTK	01' 02''	0.0079	0.0108		0.0133	MAX-RTCM3
3 3-RTK	01' 03''	0.0055	0.0006		0.0055	i-MAX-RTCM3
4 4-RTK	01' 20''	0.0129	-0.0017		0.013	NRST-RTCM2

Tabella 3. Differenze osservate tra le coordinate calcolate in post-processing e coordinate inviate durante il rilievo RTK dal CCED della RGRP.

Le caratteristiche generali riscontrate per ogni tipo di correzione RTK utilizzata sono le seguenti:

- correzione MAX (RTCM3)
 - o inizializzazione dello strumento avvenuta dopo 20 secondi dalla connessione all'NTRIP caster della RGRP;
 - o precisione “nominale” durante il rilievo RTK di 13 mm (2D) e 11 mm (1D);
 - o confronto con rilievo statico analizzato in post-processing: differenze tra il metodo RTK ed il post-processing al di sotto di 8 mm (2D, calcolando sia la latitudine che la longitudine del punto) e 1 cm (1D, considerando solo la quota ellissoidica)
- correzione i-MAX (RTCM3)
 - o inizializzazione dello strumento avvenuta dopo 30-40 secondi;
 - o precisione “nominale” RTK di 1 cm (2D) e 8.4 mm (1D);
 - o confronto con rilievo statico analizzato in post-processing: differenze tra il metodo RTK ed il post-processing di circa 5 mm (2D) e 0.6 mm (1D)
- correzione Nearest (RTCM2)
 - o inizializzazione dello strumento avvenuta dopo 25 secondi;
 - o precisione “nominale” durante il rilievo RTK di 1 cm (2D) e 8 mm (1D);
 - o confronto con rilievo statico analizzato in post-processing: differenze tra il metodo RTK ed il post-processing di circa 1 cm (2D) e 2 mm (1D)

Il collaudo effettuato nei pressi della stazione di SASA ha quindi mostrato buoni risultati, in accordo con le precisioni garantite dalla RGRP, con precisione delle coordinate inferiore ad 1.5 cm per tutte le correzioni utilizzate.

2.3.2 Collaudo in Corso d'Opera: Caso 2 – San Giorgio Jonico

Il settore di San Giorgio Jonico non possiede una copertura ottimale di stazioni GPS permanenti RGRP, e può essere quindi considerata una zona critica per quanto riguarda la precisione delle correzioni RTK inviate dalla RGRP. La stazione di riferimento più vicina all'area in esame è infatti la stazione di Fasano (FASA, figg. 1 e 4), posta ad una distanza superiore ai 40 km dall'area in cui è stato effettuato il rilievo RTK.

Il rilievo è stato quindi svolto utilizzando sia un rover che una stazione di riferimento di supporto (base, in Fig. 4), con la seguente strumentazione:

Rover:

- Ricevitore Leica modello GX1230 GG, impostato con intervallo di campionamento ad 1'';
- Antenna Leica modello AX1202 GG;
- Modem GSM Leica modello Siemens MC75:

Reference:

- Ricevitore Leica modello GRX1200PRO, impostato con intervallo di campionamento ad 1'' e in acquisizione dalle 11:36 UTC del 23/10/2007 alle 13:22 UTC del 24/10/2007;
- Antenna Leica choke-ring modello AT504;
- La base è stata montata su treppiede in un settore con buona visibilità di satelliti (Fig. 5).



Figura 5. Particolare dell'installazione della strumentazione GPS utilizzata come reference per il rilievo RTK nell'area di San Giorgio Jonico.

Durante la prova sono stati verificati i diversi tipi di correzione di rete inviati dalla RGRP tramite il protocollo NTRIP. Come nel caso del collaudo presso Salice Salentino, i rilievi sono stati successivamente post-processati utilizzando effemeridi precise e file degli orologi tramite il software Leica GeoOffice (v. 2.0), per verificare la differenza tra le coordinate RTK e le coordinate in post-processing. In questo caso, oltre ai dati del rilievo rapido-statico ed i dati ad 1 secondo delle stazioni GPS della RGRP, sono stati elaborati anche i dati del reference mostrato nelle Fig. 4 e 5.

Nelle tabelle 4 e 5 sono mostrati i risultati del confronto tra coordinate RTK e coordinate calcolate in post-processing.

Id punto	Coordinate cartesiane (IGS05)			Deviazione standard X (m)	Deviazione standard Y (m)	Deviazione standard Z (m)
	X	Y	Z			
1	4637977.2020	1448479.4261	4118038.1149	0.0084	0.0027	0.0076
1-RTK	4637977.1743	1448479.4197	4118038.1087	-	-	-
2	4637997.3219	1448414.3691	4118035.8130	0.0131	0.0044	0.0118
2-RTK dgps	4637997.6493	1448414.4311	4118035.7161	-	-	-
2B	4637997.3239	1448414.3730	4118035.8182	0.0071	0.0023	0.0064
2B-RTK	4637997.2908	1448414.3783	4118035.8121	-	-	-
3	4637995.8385	1448390.1772	4118045.1746	0.0097	0.0034	0.0087
3-RTK	4637995.8022	1448390.1554	4118045.1528	-	-	-
4	4637966.1304	1448361.7235	4118088.0016	0.0093	0.0031	0.0084
4-RTK	4637966.0634	1448361.6266	4118088.0005	-	-	-
5	4637935.6099	1448332.3794	4118132.0530	0.0057	0.0020	0.0051
5-RTK	4637935.5934	1448332.3565	4118132.0876	-	-	-
6	4637885.8332	1448277.3231	4118204.6628	0.0080	0.0030	0.0071
6-RTK	4637885.8615	1448277.2678	4118204.6175	-	-	-
7	4637853.8786	1448380.2903	4118207.5496	0.0097	0.0034	0.0087
7-RTK	4637853.8349	1448380.2734	4118207.5094	-	-	-
10	4637976.2731	1448479.7829	4118039.0474	0.0048	0.0020	0.0043
10-RTK	4637976.3146	1448479.7534	4118039.0017	-	-	-
11	4637976.2724	1448479.7855	4118039.0476	0.0051	0.0018	0.0046
11-RTK	4637976.2445	1448479.7710	4118039.0262	-	-	-

Tabella 4. Coordinate cartesiane calcolate in post-processing (n. 1, 2, 2B, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11) e confronto con i valori inviati via NTRIP durante il rilievo RTK (1-RTK, 2-RTK, 2B-RTK, ecc.) con i diversi tipi di correzione (si veda la tabella 5 per ulteriori dettagli).

Baseline	Durata misura (minuti secondi)	della statica -	Distanza ellissoidica (m)	Differenza di quota ellissoidica (m)	Slope Distance (m)	Correzione utilizzata
1 1-RTK	10' 10"		0.0139	-0.0255	0.0291	MAX3 - RTCM3
2 2-RTK	3' 43"		0.2911	0.1889	0.347	MAX3 - RTCM3 (DGPS)
2B 2B-RTK	10' 09"		0.021	-0.0268	0.034	MAX3 - RTCM3
3 3-RTK	10' 32"		0.0142	-0.0454	0.0476	MAX3 - RTCM3
4 4-RTK	10' 02"		0.0939	-0.0713	0.1178	MAX3 - RTCM3 (già inizializzato)
5 5-RTK	22' 47"		0.0444	0.0053	0.0446	i-MAX3 - RTCM3
6 6-RTK	08' 09"		0.0739	-0.0214	0.0768	i-MAX3 - RTCM3(simulata disconnessione)
7 7-RTK	03' 36"		0.0031	-0.0617	0.0618	i-MAX3 - RTCM3
10 10-RTK	10' 32"		0.0683	-0.0062	0.0684	i-MAX3 - RTCM3
11 11-RTK	06' 19"		0.0067	0.0375	0.0381	NRT2 - RTCM2

Tabella 5. Differenze osservate tra le coordinate calcolate in post-processing ed inviate durante il rilievo RTK.

Come evidenziato in tabella 5, in un solo caso (punto 2, evidenziato in rosso nelle tabelle 4 e 5) non si è riusciti a risolvere le ambiguità e a raggiungere una precisione adeguata con le correzioni RTK.

Nella figura 6 sono mostrate le classi di precisione ottenute confrontando le coordinate elaborate in post-processing con le coordinate ottenute durante il rilievo RTK. Come evidenziato in figura, solamente in 4 casi si è ottenuta una precisione inferiore ai 2 cm, mentre le restanti misure hanno evidenziato valori al di sotto dei 10 cm (ad eccezione del punto 2 sopra menzionato).

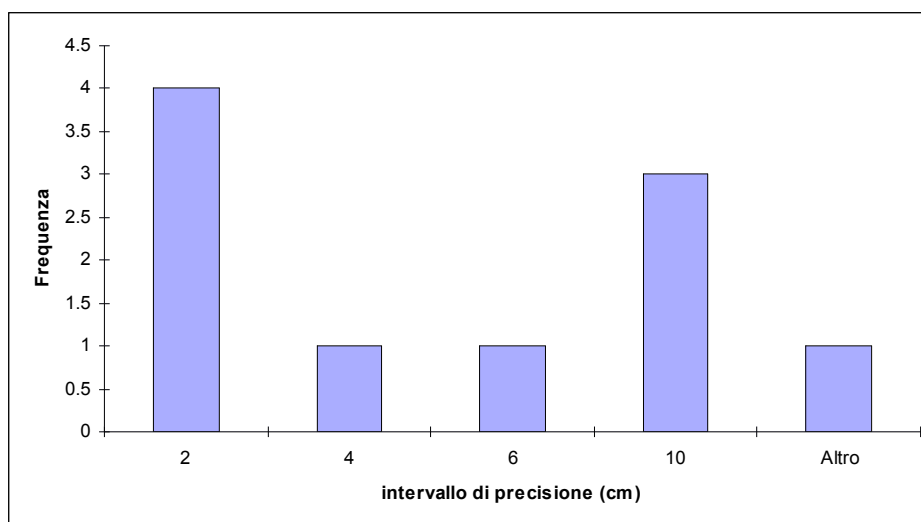


Figura 6. Istogramma dei risultati delle differenze tra coordinate elaborate in post-processing e coordinate calcolate durante il rilievo RTK (i valori sono mostrati in tabella 4). L'asse delle ascisse mostra le classi di precisione selezionate (0-2 cm, 2-4 cm, ecc). L'ultima classe mostrata (altro) si riferisce alla misura del punto 2, in DGPS.

Le caratteristiche generali riscontrate per i diversi tipi di correzione RTK utilizzata sono le seguenti:

- correzione MAX (RTCM3)
 - o inizializzazione dello strumento avviene dopo 4-5 minuti dalla connessione all'NTRIP caster della RGRP;
 - o precisione "nominale" durante il rilievo RTK inferiore ad 1.5 cm;
 - o il confronto con il rilievo statico analizzato in post-processing ha mostrato differenze comprese tra 1.3 e 2.1 cm in 3 casi tra i 4 analizzati.
- correzione i-MAX (RTCM3)
 - o inizializzazione dello strumento avvenuta dopo 2-3 minuti;
 - o la precisione "nominale" durante il rilievo RTK è risultata inferiore ai 2 cm
 - o il confronto con i dati elaborati in post-processing ha mostrato differenze comprese tra 4 ed 8 cm. In un solo caso si è raggiunta una precisione inferiore a 0.5 cm;
- correzione Nearest (RTCM2)
 - o inizializzazione dello strumento entro 1 minuto;
 - o precisione "nominale" durante il rilievo RTK di 2 cm (2D) e 3.4 cm (1D)
 - o il confronto con i dati elaborati in post-processing ha mostrato differenze inferiori ad 1 cm.

Il collaudo effettuato nei pressi di San Giorgio Jonico (zona "critica" della rete RGRP, in quanto posta a distanze superiori ai 40 km dalla rete di stazioni permanenti), ha mostrato risultati meno buoni rispetto al collaudo effettuato nei pressi della stazione di SASA. In linea di massima le precisioni garantite dalla rete RGRP vengono rispettate (soprattutto utilizzando una correzione di area, MAX), mentre le misure effettuate utilizzando le correzioni i-MAX si sono dimostrate meno affidabili, con precisioni comunque al di sotto dei 10 cm. Si è pertanto ritenuto necessario richiedere alla Regione Puglia una rideterminazione delle soluzioni di rete e quindi delle coordinate delle stazioni permanenti.

2.3.3 Collaudo finale del Servizio di posizionamento RTK della RGRP – Sant'Agata di Puglia

Il Collaudo Finale della rete RGRP, dei software di gestione (paragrafo 2.2) e del servizio di posizionamento in tempo reale è stato svolto il 04/12/2007, in seguito alla rideterminazione della soluzione di rete e delle coordinate delle stazioni GPS permanenti della RGRP, determinate al 23/11/2007, come richiesto a seguito del Collaudo in Corso d'Opera (paragrafo 2.3.2).

È stato effettuato un rilievo in località Sant'Agata di Puglia (FG), utilizzando la seguente strumentazione:

- Ricevitore Leica modello GX1230, impostato con intervallo di campionamento ad 1'';
- Antenna Leica modello AX1202;
- Modem GSM Leica modello Siemens MC45

Anche in questo caso sono stati verificati i diversi servizi di posizionamento in tempo reale forniti dal CCED della RGRP, confrontando i risultati del rilievo RTK con i valori ottenuti in post-processing del rilievo stesso.

ID punto	Coordinate cartesiane geocentriche (IGS05)			differenza di coordinate (cm)	Soluzione di rete utilizzata
	X (m)	Y (m)	Z (m)		
1	4639374.1413	1275282.0768	4173975.6758	0.33	NRST-RTCM2
1-RTK	4639374.1724	1275282.0888	4173975.7047		
2	4639374.1653	1275282.0906	4173975.6920	0.35	i-MAX-RTCM3
2-RTK	4639374.2020	1275282.1042	4173975.7251		
3	4639374.1419	1275282.0816	4173975.6866	1.94	MAX-RTCM3
3-RTK	4639374.2021	1275282.0994	4173975.7158		

Tabella 6. Risultati ottenuti durante il collaudo finale del servizio di posizionamento RTK della RGRP.

Le precisioni garantite dal servizio di posizionamento RTK della Rete GPS della Regione Puglia sono risultate conformi a quanto specificato nel Capitolato Tecnico Tecnopolis CSATA S.c.r.l. e a quanto proposto dalla Leica Geosystems S.p.A.

Sono stati infine verificati i costi di connessione per accedere al servizio RTK relativi al rilievo effettuato nelle date del 23 e 24 ottobre 2007 (tabella 7).

Data e ora	Localita'/Servizio	Durata	Importo (€)	Tipologia
23/10/07 14:58:27	Internet Mobile	1:05:28	1.13529	GPRS
23/10/07 16:04:14	Internet Mobile	1:12:40	1.15831	GPRS
23/10/07 17:17:13	Internet Mobile	0:08:08	0.22709	GPRS
23/10/07 17:25:40	Internet Mobile	0:08:07	0.12504	GPRS
24/10/07 11:45:13	Internet Mobile	0:02:48	0.03606	GPRS
24/10/07 11:48:20	Internet Mobile	0:02:41	0.03527	GPRS
24/10/07 11:51:20	Internet Mobile	0:05:44	0.06832	GPRS
24/10/07 11:57:23	Internet Mobile	0:25:32	0.38948	GPRS
24/10/07 12:59:29	Internet Mobile	0:22:00	0.20978	GPRS
24/10/07 15:20:16	Internet Mobile	0:06:52	0.05233	GPRS
24/10/07 15:27:27	Internet Mobile	0:04:50	0.0484	GPRS
24/10/07 15:32:36	Internet Mobile	0:05:32	0.10449	GPRS
TOTALE SPESA			€	3.58986

Tabella 7. Tariffe per la ricezione delle correzioni RTK con connessione tipo GPRS.

Le precisioni garantite dal servizio di posizionamento RTK della RGRP sono quindi risultate inferiori al cm per le correzioni di tipo Nearest (RTCM2) e i-MAX (RTCM3) ed inferiori ai 2 cm per la correzione MAX (RTCM3), come mostrato in tabella 6.

Il collaudo finale condotto al termine del periodo di affiancamento tecnico tra personale CNT-INGV e personale della Regione Puglia (previsto dalla convenzione) ha dato quindi complessivamente un esito positivo.

3. Analisi di qualità della RGRP

La qualità di una rete di stazioni GPS permanenti o di una singola stazione si può analizzare attraverso diversi parametri. Questi parametri riguardano sia la qualità del dato fornito delle singole stazioni (paragrafo 3.1) che il grado di completezza e continuità della rete (paragrafo 3.2). Le analisi di qualità delle stazioni della RGRP sono state confrontate con le medesime analisi fatte sulle stazioni della RING. La RING è stata scelta come termine di paragone in quanto rappresenta una rete costruita con i massimi standard di qualità possibili per una rete con finalità scientifiche.

3.1 Parametri di qualità delle 12 stazioni della RGRP

La qualità del dato fornito da una stazione GPS permanente viene descritta dall'andamento nel tempo di una serie di valori calcolati attraverso un software denominato TEQC (Translation, Editing and Quality Check) distribuito gratuitamente dall'Unavco (<http://facility.unavco.org/software/teqc/teqc.html>). La presenza di disturbi elettromagnetici, ostruzioni in prossimità dell'antenna GPS, cattivo funzionamento di una stazione, etc., possono influire negativamente sulla qualità del dato fornito da una stazione permanente. Il controllo di qualità eseguito da tale software permette di determinare la qualità delle osservazioni contenute nei rinex prodotti dalla stazione GPS permanente.

Gli indici principalmente utilizzati sono i seguenti:

- mp1: RMS dato dal multipath sulla fase L1, ovvero riflessioni multiple e non volute del segnale radio inviato dai satelliti che influiscono negativamente sul corretto calcolo della distanza satellite-ricevitore;
- mp2: RMS dato dal multipath sulla fase L2;
- *cycle slips* (o "salti di ciclo"): un salto di ciclo avviene quando il ricevitore GPS perde il tracking dei satelliti in vista, influenzando negativamente sulla risoluzione delle ambiguità di fase durante il post-processing;
- percentuale di osservazioni: indica la percentuale di osservazioni (o epoche) presenti nel rinex rispetto alle osservazioni attese nello stesso intervallo temporale. Solitamente una stazione ben funzionante con un intervallo di campionamento pari a 30 secondi ha un numero di osservazioni compreso tra 20000 e 25000 su un intervallo di 24 ore.

I valori comunemente riscontrati su stazioni con una buona completezza e qualità del dato sono compresi tra:

- mp1: 0.1 e 0.5 m
- mp2: 0.1 e 0.5 m
- cycle slips: 0 e 5000 (campionamento a 30 secondi su un intervallo di 24 ore)

I valori di mp1, mp2, cycle slips e percentuale sono stati calcolati su tutti i rinex prodotti dalle 12 stazioni della RGRP, dalla data di inizio funzionamento della stazione fino a gennaio 2010. L'andamento temporale di questi parametri, per ogni stazione, è mostrato nelle figure dell'allegato 2.

Tutte le stazioni della RGRP, ad eccezione della stazione di San Paolo di Civitate, mostrano una buona qualità e continuità del dato rinex nel tempo, confermando la qualità sia dei siti selezionati che della strumentazione utilizzata (antenna chokering e ricevitore a doppia frequenza).

La stazione GPS permanente di San Paolo di Civitate (SPCI) mostra invece valori dei 4 parametri sopra descritti ben più alti delle altre 11 stazioni GPS permanenti della RGRP, ed un brusco aumento dei valori di mp1 ed mp2 e concomitante diminuzione della completezza del rinex (percentuale) nel periodo compreso tra metà giugno ed ottobre 2008 (allegato 2). A titolo di esempio vengono mostrati in figura 7 gli sky plot delle stazioni SPCI e FASA (Fasano). Questi grafici mostrano il rapporto segnale/rumore sui satelliti osservati dal ricevitore GPS nell'intervallo temporale analizzato. Per entrambe le stazioni sono stati selezionati due giorni,

uno all'interno del periodo di peggior funzionamento della stazione SPCI (19/07/2008 – doy 201), ed uno a fine dicembre 2008 (28/12/2008 – doy 363). È evidente, osservando gli sky plot di entrambe i giorni selezionati per la stazione SPCI che il rapporto segnale-rumore è eccessivamente elevato in entrambe i periodi selezionati, contrariamente a FASA che mostra invece una buona qualità del dato.

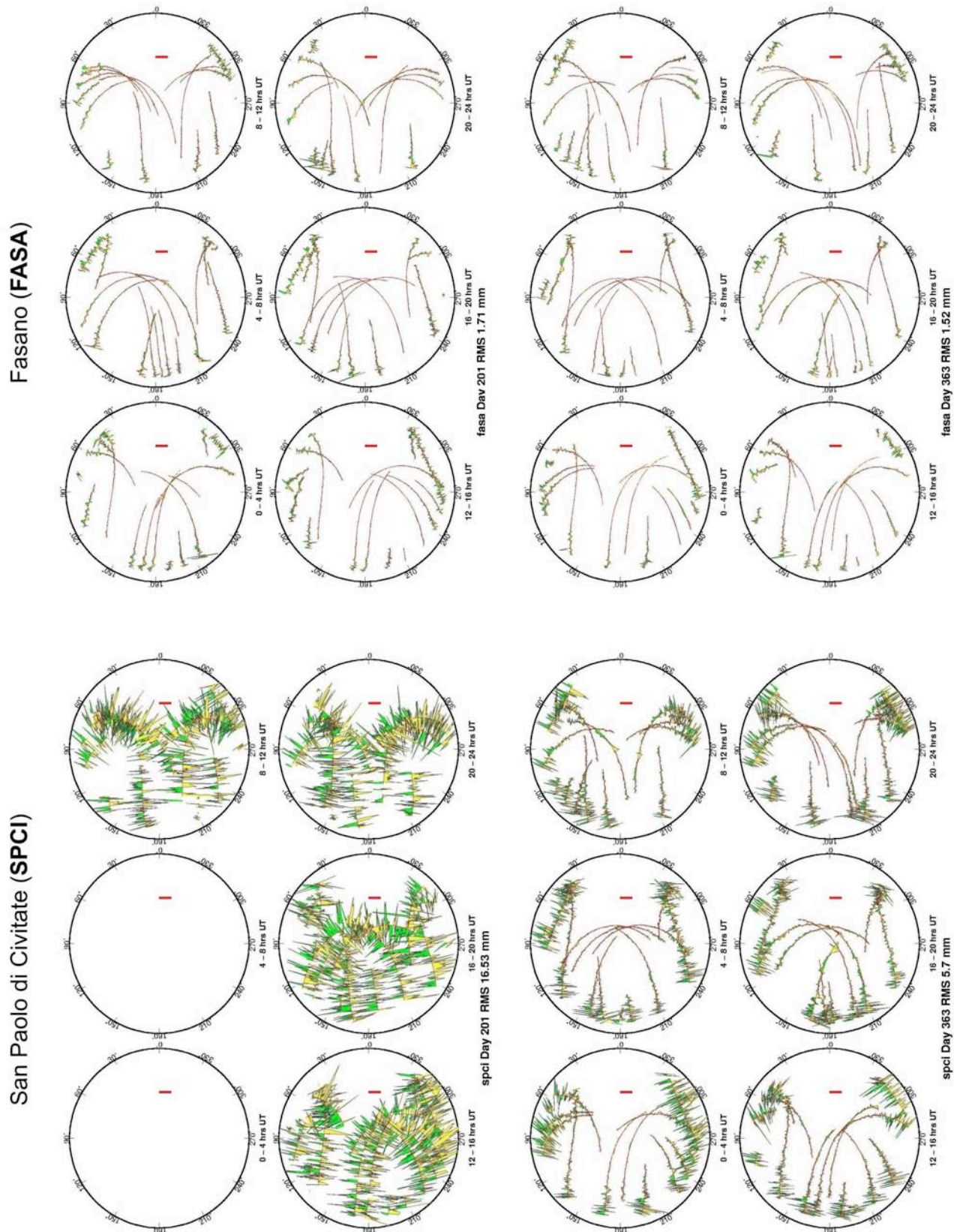


Figura 7. Andamento del rapporto segnale/rumore per i satelliti tracciati dalle stazioni permanenti di San Paolo di Civitate (SPCI) e Fasano (FASA) durante i giorni 201/2008 (19 luglio 2008) e 363/2008 (28 dicembre 2008). Le due stazioni mostrano una differenza nel RMS, pari a 16.53 e 5.7 mm per SPCI ed 1.71 e 1.52 per FASA.

Il problema riscontrato è stato segnalato al personale della Regione Puglia, suggerendo di eseguire un controllo sia sulla presenza di disturbi elettrici nei dintorni dell'antenna che sul buon funzionamento della strumentazione installata a SPCI. Il personale che gestisce la RGRP ha verificato la presenza di un pannello solare installato in prossimità dell'antenna GPS (A. Bellanova, comunicazione personale). A seguito della rimozione del pannello solare, avvenuta ad ottobre 2008, la stazione ha ripreso a funzionare correttamente (allegato 2), sebbene gli indici di qualità rimangano comunque eccessivamente alti.

3.2 Continuità e completezza dei dati delle 12 stazioni della RGRP

Come accennato precedentemente, la qualità di una rete di stazioni GPS permanenti può anche essere descritta tramite la continuità e completezza dei dati rinex prodotti durante l'arco di vita delle stazioni appartenenti alla rete stessa. Il grado di continuità e completezza dei dati della 12 stazioni della RGRP è stato confrontato con quello delle stazioni RING, nel periodo 1999-2009.

La continuità del dato rinex per le reti RGRP e RING è mostrata in figura 8.

Per ogni stazione GPS della rete RGRP e RING è stato calcolato l'andamento nel tempo del rapporto tra il numero di rinex presenti in archivio ed il numero totale di giorni che intercorre dalla data di installazione della stazione a gennaio 2009. La RGRP mostra mediamente un'ottima continuità, superiore al 90% per 11 stazioni su 12 (fig. 8). La stazione di San Paolo di Civitate (SPCI), di cui si è già accennato precedentemente, mostra la percentuale di continuità più bassa, corrispondente all'88% (zoom di fig. 8).

La RING (composta attualmente da più di 130 stazioni), dopo una prima fase mediamente discreta, è riuscita a garantire una quasi ottimale continuità del dato nel tempo, superiore all'80% per la maggior parte dei siti.

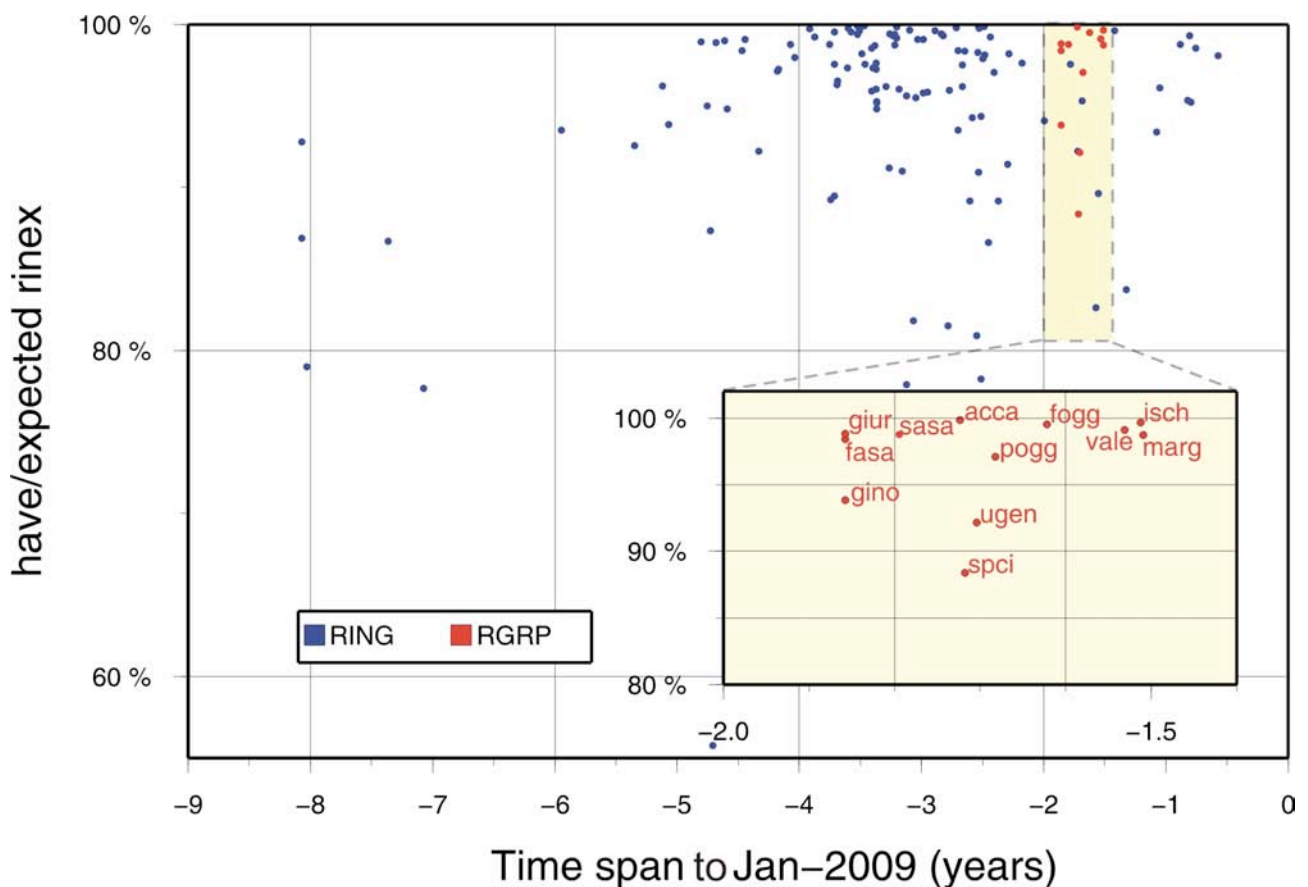


Figura 8. Continuità della rete RING (Rete Integrata Nazionale GPS dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) ed RGRP (Rete GPS permanente della Regione Puglia). Nel riquadro in giallo è mostrato un ingrandimento riguardante solamente la RGRP.

Il grado di completezza di un rinex può essere espresso tramite la seguente formula:

$$completezza = (osservazioni\ reali / osservazioni\ attese) / (ore\ reali / ore\ attese)$$

dove i parametri indicati sono quelli ottenuti dal quality check di ogni singolo rinex con il software teqc. I valori delle “osservazioni reali”, “osservazioni attese” e “ore reali” corrispondono, rispettivamente, ai valori estraibili dal “Summary” (file con estensione S, <http://facility.unavco.org/software/teqc/teqc.html>) fornito da teqc e denominati #have, #expected e hours. Il valore “ore attese” è invece fissato a 23.99, ovvero la durata in ore di un rinex giornaliero. Il rapporto (ore reali)/(ore attese) fornisce maggiori indicazioni sulla completezza di un dato rinex. Infatti, le percentuali mostrate in allegato 2 sono calcolate solamente rispetto al numero di osservazioni reali rispetto a quelle attese nelle ore in cui la stazione ha funzionato correttamente (che, in caso di guasti, possono essere anche inferiori a 23.99 ore). Il valore di completezza calcolato in questo modo descrive invece la reale completezza di un dato rinex con campionamento a 30 secondi su un intervallo di 24 ore.

In figura 9 sono mostrati gli istogrammi del grado di completezza delle 12 stazioni della RGRP. Anche in questo caso la RGRP conferma una ottimale completezza del dato, generalmente superiore al 95%, tranne la stazione di SPCI che mostra l’andamento peggiore, con valori mediamente intorno al 90%.

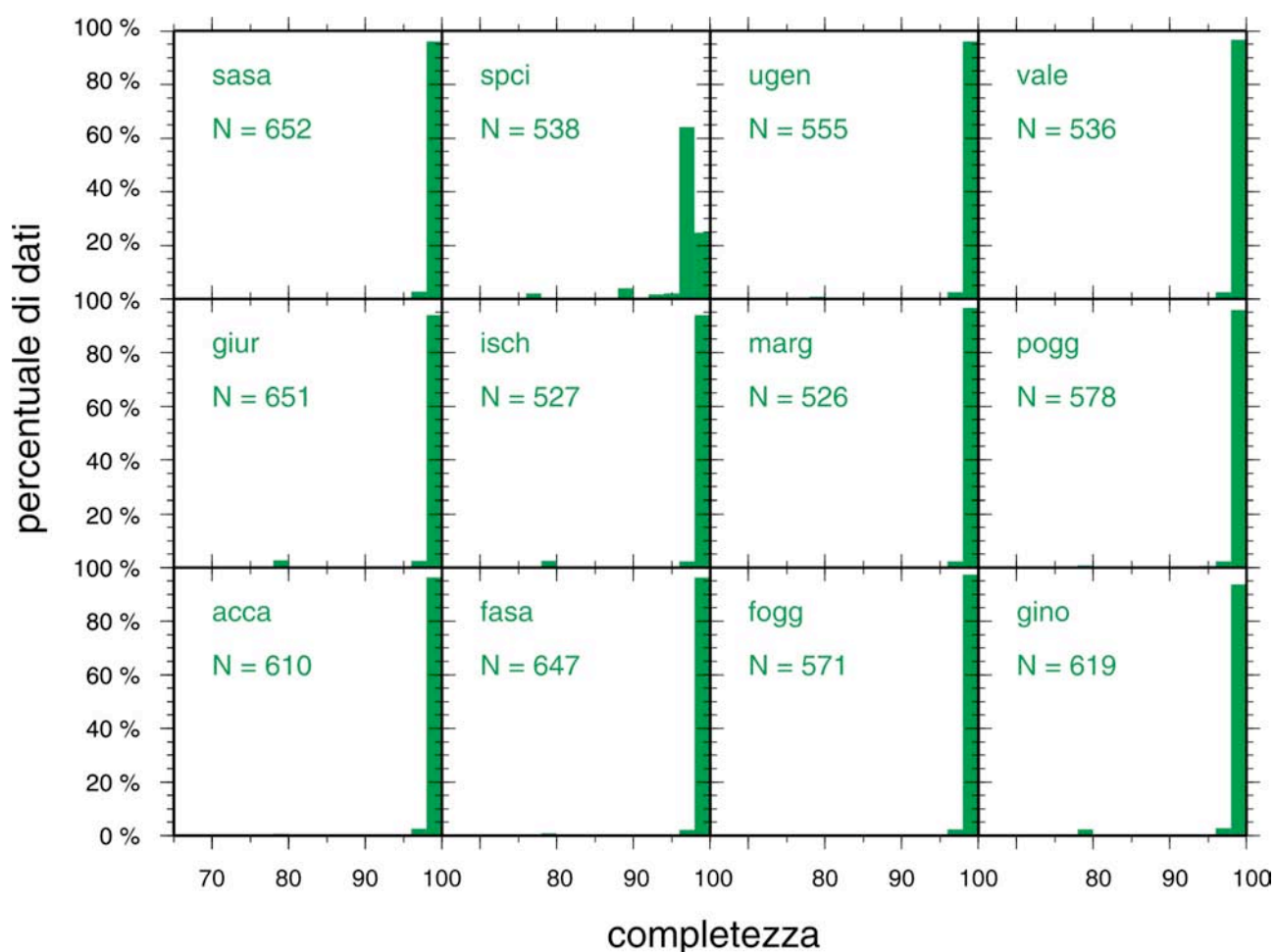


Figura 9. Istogrammi raffiguranti la completezza dei rinex delle 12 stazioni della RGRP. N rappresenta il numero di rinex utilizzati nel calcolo del grado di completezza.

3.3 Parametri di qualità – confronto con la RING

È stato infine fatto un confronto tra i valori medi che indicano la qualità dei dati rinex a 30 secondi della rete RING e della RGRP. Tali valori, calcolati su un periodo di 40 giorni, rappresentano una media degli mp1, mp2, numero medio di osservazioni complete e numero medio di cycle slips derivati dal controllo di qualità eseguito con il software teqc. La figura 10 mostra i risultati di tale confronto, confermando un buono standard sia per le stazioni RING che per quelle RGRP (in rosso nella figura), ad eccezione di SPCI.

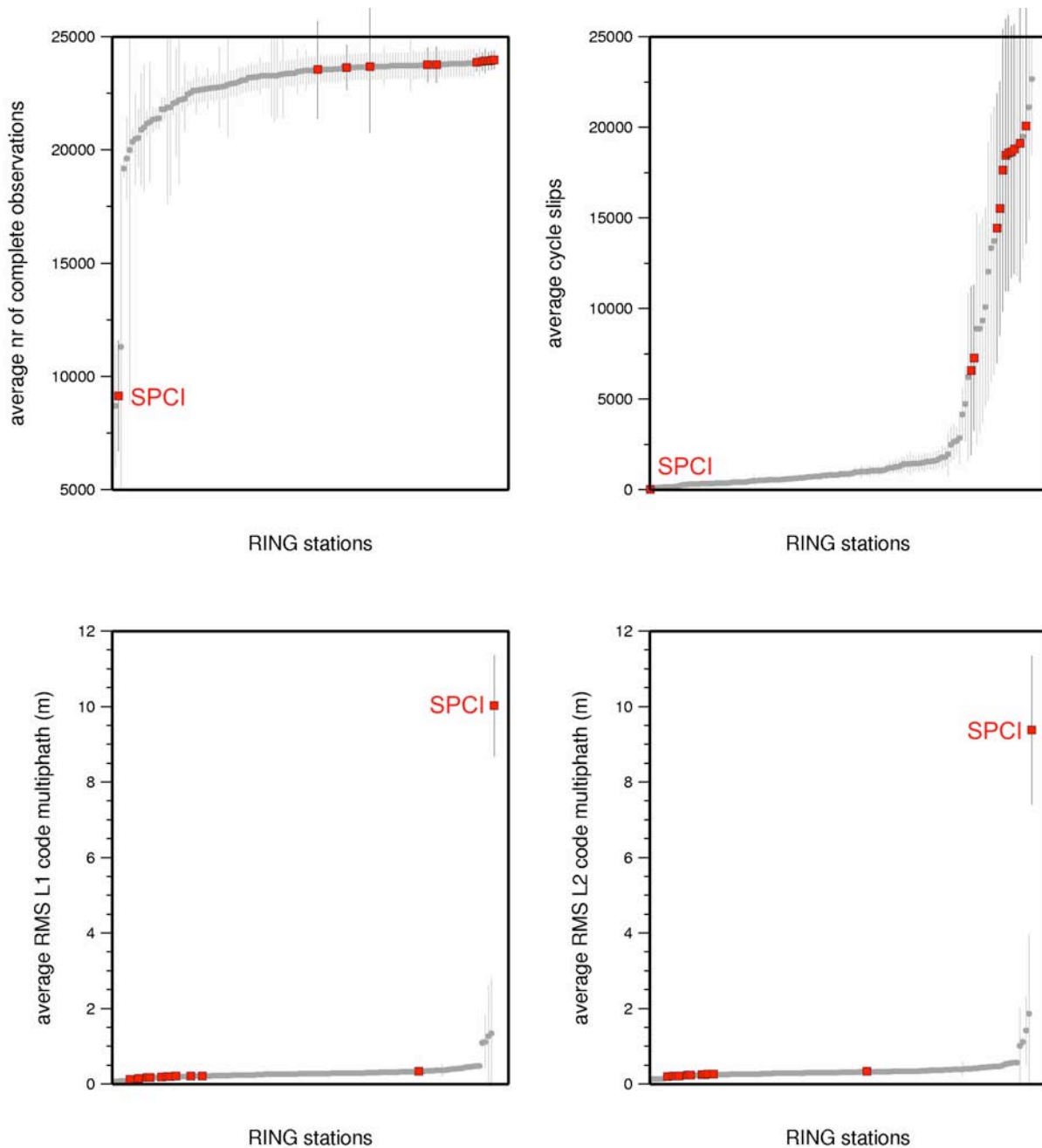


Figura 10. Valori medi, calcolati su un periodo di 40 giorni, di mp1 (RMS medio della fase L1), mp2 (RMS medio della fase L2), numero di osservazioni e cycle slips. In grigio sono rappresentate le stazioni RING, in rosso le stazioni RGRP.

4. Serie temporali delle stazioni GPS della RGRP e campo di velocità

I rinex a 30 secondi forniti dalla RGRP sono stati analizzati, congiuntamente ai dati della rete RING e di altre reti italiane ed europee (ASI, EUREF, IGS, FREDNET, FVG, OLG, RENAG, SOPAC, TRIGNET e ITALPOS), presso il Centro Nazionale Terremoti dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Complessivamente i dati analizzati coprono il periodo compreso tra il 1996 e l'inizio del 2010.

I rinex giornalieri vengono inizialmente elaborati utilizzando il software di uso scientifico GIPSY-OASIS II, fornito dal *Jet Propulsion Laboratory* (JPL) della NASA (<https://gipsy-oasis.jpl.nasa.gov/>) [Zumberge et al., 1997] utilizzando i prodotti forniti dal JPL. La soluzione delle ambiguità di fase per l'intera rete viene poi calcolata utilizzando il software Ambizap [Blewitt, 2008]. Le soluzioni giornaliere vengono poi allineate al sistema di riferimento International Terrestrial Reference Frame 2005 (ITRF2005) [Altamimi et al., 2007] utilizzando i prodotti forniti dal JPL (ftp://sideshow.jpl.nasa.gov/pub/gipsy_files/x-files). Le serie temporali risultanti vengono analizzate per rimuoverne gli outliers, caratterizzarne l'errore associato, le velocità lineari, i segnali periodici (annuali e semiannuali) e gli eventuali salti dovuti a cambi antenna, utilizzando il software CATS [Williams, 2007]. Una volta ottenuta la serie temporale è possibile definire la velocità di spostamento della stazione GPS. Tale velocità è stata espressa rispetto ad un sistema di riferimento "Europa stabile", eliminando il trend regionale legato alla velocità della placca. Il sistema di riferimento "Europa stabile" è ottenuto minimizzando i valori di velocità di 90 stazioni permanenti site sulla placca eurasiatica e caratterizzate da una lunga serie temporale. Tale analisi permette di ottenere, per ogni stazione GPS permanente, coordinate e velocità di spostamento con una precisione dell'ordine di 1-2 mm/anno sulla componente orizzontale e di circa 5-6 mm/anno sulla componente verticale. Per maggiori dettagli riguardanti la strategia di analisi si veda D'Agostino et al., 2008.

Le serie temporali dei 12 siti della RGRP, nel sistema di riferimento "Eurasia stabile", sono mostrate nell'allegato 3. Le velocità ed il campo di velocità risultante sono mostrate in tabella 8 e figura 11.

È importante sottolineare che, come dimostrato da diversi lavori a carattere scientifico [si veda, ad esempio, Blewitt & Lavallée, 2002] una stima esatta della velocità di una stazione GPS permanente è possibile almeno dopo 2 anni e mezzo di funzionamento della stazione stessa, per poter modellare correttamente i segnali annuali e semiannuali. Una prima stima delle velocità fornite da tutte le stazioni della RGRP, confrontata con quella fornita dalle stazioni della RING e di altre reti con più di 2 anni e mezzo di dati presenti nella zona (figura 11) mostra come le maggior parte delle stazioni RGRP mostrino già un campo di velocità consistente con quello determinato per la Regione Puglia.

Sito	Longitudine (°)	Latitudine (°)	Ve (mm/a)	Vn (mm/a)	Se (mm/a)	Sn (mm/a)	Corr (mm/a)	Intervallo temporale (anni)
ACCA	15.331	41.159	1.48	3.92	0.5	0.2	0.03	2.77
FASA	17.359	40.835	1.96	4.33	0.35	0.26	0.11	2.91
FOGG	15.532	41.452	1.34	4.4	0.41	0.25	0.03	2.68
GINO	16.758	40.578	1.36	4.09	0.37	0.24	0.04	2.91
GIUR	18.43	40.124	1.26	3.61	0.4	0.25	0.05	2.91
ISCH	15.897	41.904	1.76	4.27	0.44	0.21	0.08	2.57
MARG	16.149	41.373	2.14	4.32	0.47	0.23	0.09	2.58
POGG	16.254	40.917	1.52	3.91	0.37	0.28	0.02	2.75
SASA	17.965	40.385	1.16	3.9	0.35	0.2	0.05	2.91
SPCI	15.259	41.74	1.55	3.08	0.41	0.22	-0.07	2.78
UGEN	18.162	39.928	1.08	3.49	0.44	0.23	0.11	2.77
VAL1	16.905	41.016	1.96	4.61	0.39	0.24	0.27	2.91

Tabella 8: Valori di velocità ed errori associate per i 12 siti della RGRP. Per ogni sito sono indicate le coordinate nel sistema di riferimento WGS84, le velocità ottenute per la componente E (Ve) e N (Vn) in mm/a, le sigma associate e la loro correlazione (rispettivamente Se, Sn e Corr) in mm/a, e l'intervallo temporale su cui è stata calcolata la velocità lineare. La stazione di Valenzano (VALE) è stata rinominata con la sigla VAL1, data la sua omonimia con il sito GPS permanente di Valencia, in Spagna.

Anche la stazione di SPCI, nonostante i problemi evidenziati nel paragrafo 3.1, mostra un vettore di velocità coerente con le stazioni GPS permanenti limitrofe (fig. 11) ed errori associati paragonabili alle altre stazioni della RGRP (tabella 8).

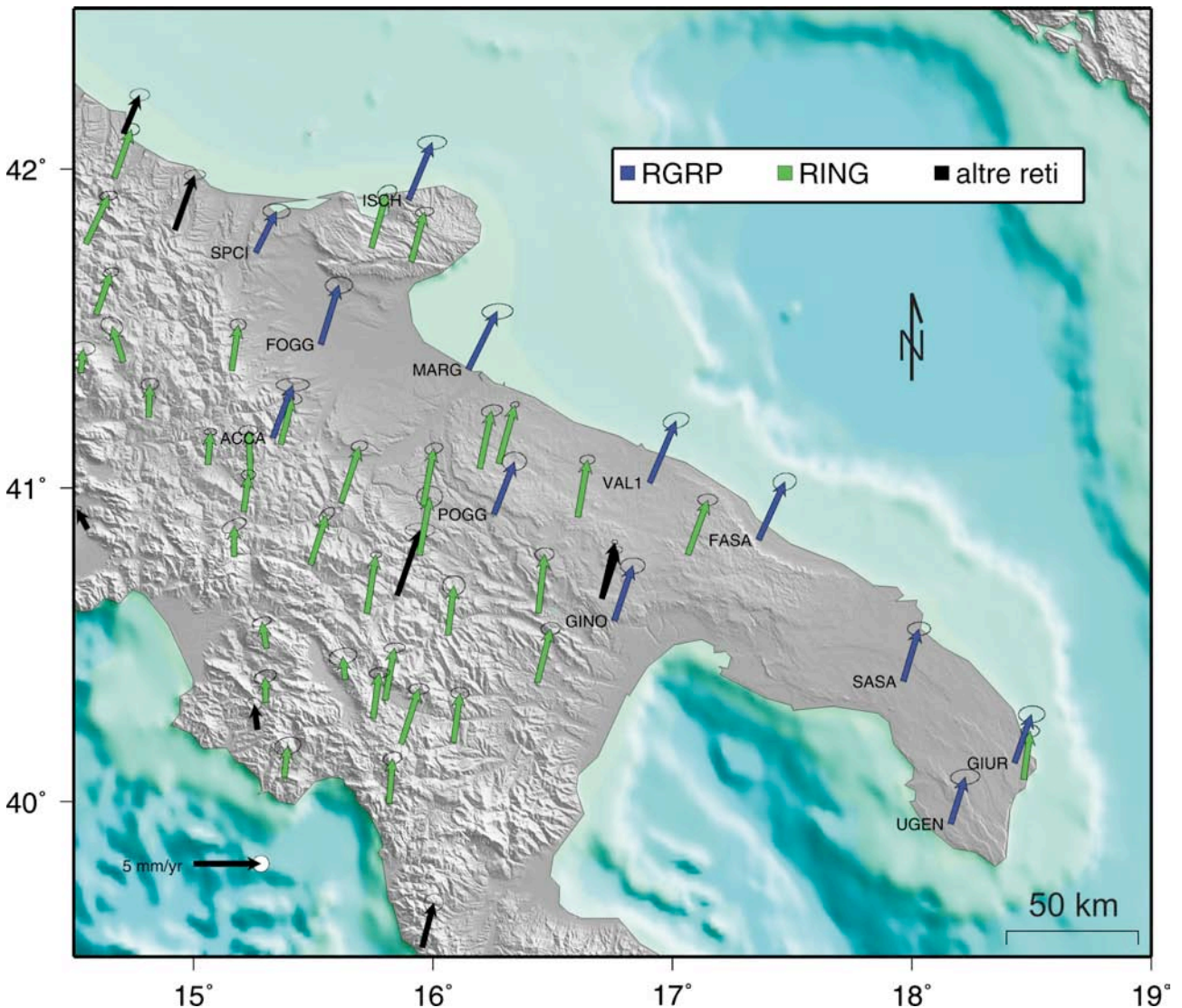


Figura 11. Campo di velocità GPS rispetto al sistema di riferimento “Europa stabile”. In blu sono mostrate tutte le stazioni della RGRP, in verde e nero le stazioni RING e di altre reti, rispettivamente, con più di 2 anni e mezzo di dati. La stazione di Valenzano (VALE) è stata rinominata con la sigla VAL1, data la sua omonimia con il sito GPS permanente di Valencia, in Spagna.

5. Considerazioni conclusive

Nell’ambito di questo rapporto tecnico sono state descritte le attività svolte all’interno della convenzione tra INGV e Regione Puglia, all’interno della quale, per la prima volta, personale dell’INGV ha svolto un collaudo di una rete di stazioni GPS permanenti. Le azioni correttive apportate alle non conformità rilevate dal Collaudo in Corso d’Opera (paragrafo 2.1), sono state fondamentali per migliorare la qualità, la completezza e la continuità dei dati della RGRP (paragrafo 2). Attualmente, le 12 stazioni della Rete GPS Permanente della Regione Puglia mostrano generalmente una buona qualità del dato ed un funzionamento ottimale e costante nel tempo (paragrafo 3), ad eccezione della stazione di San Paolo di Civitate (SPCI), che

comunque fornisce un vettore di velocità coerente con le altre stazioni presenti nell'area (paragrafo 4). La consulenza di istituzioni scientifiche durante la creazione di reti GPS permanenti, anche locali, può aumentarne le potenzialità di utilizzo anche in campi diversi da quello civile. Infatti, i dati forniti dalla rete RGRP, integrati a quelli di reti di qualità comparabile (come ad esempio la RING), saranno di fondamentale importanza in futuro per studi a carattere scientifico, permettendo di aumentare il dettaglio sulla definizione di precedenti campi di velocità per la comprensione della tettonica attiva nell'area adriatica [D'Agostino et al., 2008].

Ringraziamenti

Un sincero ringraziamento va al personale di Tecnopolis CSATA, ed in particolare a M. Muschitiello, A. Bellanova e C. Caroppo, per la professionalità e competenza mostrata nella realizzazione e gestione della RGRP, a F. Matteuzzi della Leica Geosystems s.p.a. e N. D'Agostino per i continui e preziosi suggerimenti ed input, a V. Cardinale per l'aiuto durante le misure effettuate per il collaudo, e M. Pisegna per l'aiuto datoci nella gestione della Convenzione Quadro con la Regione Puglia.

Riferimenti bibliografici

Altamimi, Z., X. Collilieux, J. Legrand, B. Garayt, and C. Boucher (2007). ITRF2005: A new release of the International Terrestrial Reference Frame based on time series of station positions and Earth Orientation Parameters. *J. Geophys. Res.*, 112, B09401, doi:10.1029/2007JB004949.

Blewitt, G. (2008). Fixed-point theorems of GPS carrier phase ambiguity resolution and their application to massive network processing: 'Ambizap'. *J. Geophys. Res.*, vol. 113, B12410, doi:10.1029/2008JB005736.

Blewitt G., and D. Lavallée (2002). Effect of annual signals on geodetic velocity. *J. Geophys. Res.*, 107 (B7), 2145, doi:10.1029/2001JB000570.

D'Agostino N., A. Avallone, D. Cheloni, E. D'Anastasio, S. Mantenuto, G. Selvaggi (2008). Active tectonics of the Adriatic region from GPS and earthquake slip vectors. *J. Geophys. Res.*, 113, B12413, doi:10.1029/2008JB005860.

Leica Geosystems S.p.A. (2007). GPS Spider IT and Security: A guide to communication technology and security for GPS Spider administrators and IT specialists. White Paper, November 2007

Williams, S.D.P. (2003). The effect of coloured noise on the uncertainties of rates estimated from geodetic time series. *Journal of Geodesy*, v. 76, p. 483-494

Zumberge, J. F., M. B. Heflin, D. C. Jefferson, M. M. Watkins, and F. H. Webb (1997). Precise point positioning for the efficient and robust analysis of GPS data from large networks. *J. Geophys. Res.*, 102, 5005–501

Reti GPS permanenti:

ASI: http://geodaf.mt.asi.it/html_old/index.html

EUREF: <http://www.epncb.oma.be/>

FREDNET: <http://www.crs.inogs.it/frednet/EnglishSite/XFReDNetHomeENG.htm>

FVG: <http://www.regione.fvg.it>

IGS: <http://igsceb.jpl.nasa.gov/>

ITALPOS: <http://www.italpos.it/>

OLG: <http://gps.iwf.oeaw.ac.at/>

RENAG: <http://webrenag.unice.fr/>

RGRP: <http://gps.sit.puglia.it/>

RING: <http://ring.gm.ingv.it>

SOPAC: <http://sopac.ucsd.edu/>

TRIGNET: <http://www.trignet.co.za/>

Verbali di Collaudo e report redatti dagli autori per la Regione Puglia tra il 2007 ed il 2010

Verbale di Collaudo in Corso d'Opera della Rete GPS Permanente della Regione Puglia (2007). Commissione Tecnica del Centro Nazionale Terremoti dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Verbale di Collaudo Finale della Rete GPS Permanente della Regione Puglia (2007). Commissione Tecnica del Centro Nazionale Terremoti dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

E. D'Anastasio, A. Avallone, G. Cecere, C. D'Ambrosio (2009). Relazione sulla qualità della Rete GPS Permanente della Regione Puglia (RGRP). Rapporto tecnico redatto in ottemperanza all'allegato tecnico della convenzione-quadro tra l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia e Regione Puglia per attività di monitoraggio geodetico e sismico del territorio regionale e servizi nel settore della protezione civile

E. D'Anastasio, C. D'Ambrosio, G. Selvaggi, G. Cecere, A. Avallone (2010). Relazione sulla qualità della Rete GPS Permanente della Regione Puglia (RGRP). Rapporto tecnico redatto in ottemperanza all'allegato tecnico della convenzione-quadro tra l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia e Regione Puglia per attività di monitoraggio geodetico e sismico del territorio regionale e servizi nel settore della protezione civile.

Allegato 1

Schede di stazione redatte in fase di Collaudo in Corso d'Opera

SP: ACCA /Accadia/ (FG)

Antenna



Mod. AT504 s/n:103408

Ricevitore



Mod. GRX1200Pro GG s/n: 350552

NON CONFORMITA':

1. lo schema elettrico presente nell'armadio non corrisponde a quanto effettivamente installato;
2. non è presente sistema di riavvio del carico in seguito ad assenza di alimentazione (cfr. Pag. 36 Rel.Tec.);
3. non sono presenti opere di protezione del cavo antenna in eccesso in prossimità del monumento GPS (# 5.3.1 del C. T.), pertanto il cavo antenna non è ben protetto dagli agenti atmosferici.

AZIONE CORRETTIVA:

1. inserire schema elettrico corretto nell'armadio rack;
2. inserire sistema di riarmo automatico del magnetotermico;
3. eseguire opere di protezione del cavo antenna in eccesso in prossimità del monumento GPS.

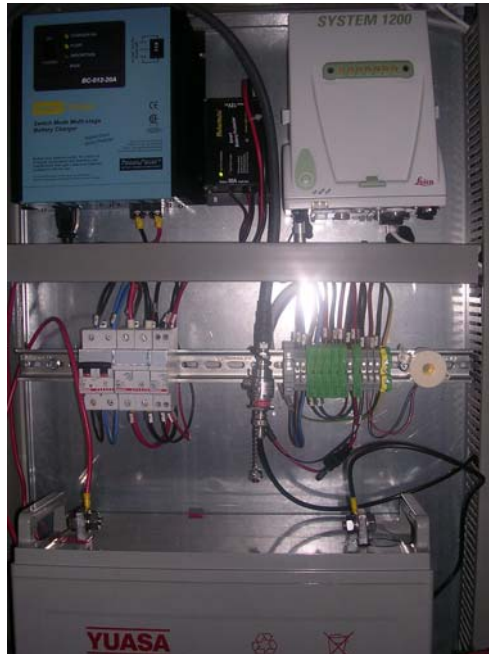
SP: FOGG /Foggia/ (FG)

Antenna



Mod. AT504 s/n:103418

Ricevitore



Mod. GRX1200Pro GG s/n: 350560

NON CONFORMITA':

1. lo schema elettrico presente nell'armadio non corrisponde a quanto effettivamente installato;
2. non è presente sistema di riavvio del carico in seguito ad assenza di alimentazione (cfr. Pag. 36 Rel.Tec.);
3. non sono presenti opere di protezione del cavo antenna in eccesso in prossimità del monumento GPS (# 5.3.1 del C. T.), pertanto il cavo antenna non è ben protetto dagli agenti atmosferici.

AZIONE CORRETTIVA:

1. inserire schema elettrico corretto nell'armadio rack;
2. inserire sistema di riarmo automatico del magnetotermico;
3. eseguire opere di protezione del cavo antenna in eccesso in prossimità del monumento GPS.

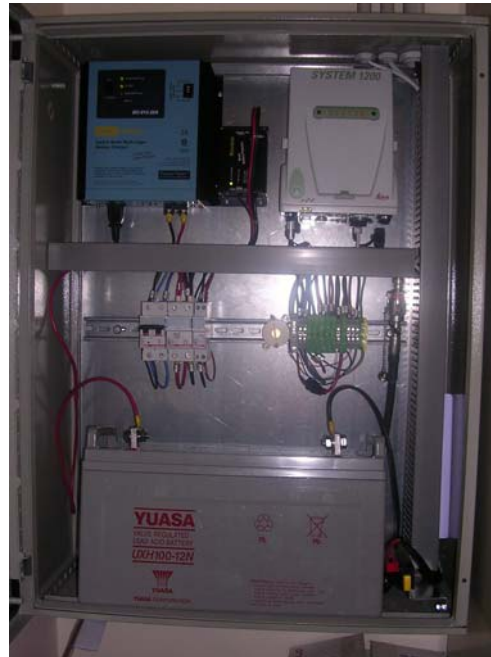
SP: SPCI /San Paolo di Civitate/ (FG)

Antenna



Mod. AT504 s/n:103402

Ricevitore



Mod. GRX1200Pro GG s/n: 350565

NON CONFORMITA':

1. lo schema elettrico presente nell'armadio non corrisponde a quanto effettivamente installato;
2. non è presente sistema di riavvio del carico in seguito ad assenza di alimentazione (cfr. Pag. 36 Rel.Tec.);
3. non sono presenti opere di protezione del cavo antenna in prossimità del monumento GPS (# 5.3.1 del C. T.), pertanto il cavo antenna non è ben protetto dagli agenti atmosferici.

AZIONE CORRETTIVA:

1. inserire schema elettrico corretto nell'armadio rack;
2. inserire sistema di riarmo automatico del magnetotermico;
3. eseguire opere di protezione del cavo antenna in eccesso in prossimità del monumento GPS.

SP: ISCH /Ischitella / (FG)

Antenna



Mod. AT504 s/n:104002

Ricevitore



Mod. GRX1200Pro GG s/n: 355030

NON CONFORMITA':

1. il Radome presenta una lesione;
2. l'antenna non è posizionata correttamente in direzione Nord;
3. la guaina esterna del Cavo antenna risulta tranciata in prossimità del monumento;
4. lo schema elettrico presente nell'armadio non corrisponde a quanto effettivamente installato;
5. non è presente sistema di riavvio del carico in seguito ad assenza di alimentazione (cfr. Pag. 36 Rel.Tec.);
6. non sono presenti opere di protezione del cavo antenna in prossimità del monumento GPS (# 5.3.1 del C. T.), pertanto il cavo antenna non è ben protetto dagli agenti atmosferici.

AZIONE CORRETTIVA:

1. sostituire Radome;
2. correggere l'orientamento dell'antenna GPS;
3. proteggere la guaina del cavo antenna;
4. inserire schema elettrico corretto nell'armadio rack;
5. inserire sistema di riarmo automatico del magnetotermico;
6. eseguire opere di protezione del cavo antenna in eccesso in prossimità del monumento GPS.

SP: FASA /Fasano / (BA)

Antenna



Mod. AT504 s/n:103388

Ricevitore



Mod. GRX1200Pro GG s/n: 350555

NON CONFORMITA':

1. l'armadio rack non è stato ancora posizionato unitamente al cablaggio dei relativi cavi di connessione;
2. lo schema elettrico presente nell'armadio non corrisponde a quanto effettivamente installato;
3. non è presente sistema di riavvio del carico in seguito ad assenza di alimentazione (cfr. Pag. 36 Rel.Tec.);
4. non sono presenti opere di protezione del cavo antenna in prossimità del monumento GPS (# 5.3.1 del C. T.), pertanto il cavo antenna non è ben protetto dagli agenti atmosferici.

AZIONE CORRETTIVA:

1. installare l'armadio rack ed eseguire il cablaggio dei cavi di connessione;
2. inserire schema elettrico corretto nell'armadio rack;
3. inserire sistema di riarmo automatico del magnetotermico;
4. eseguire opere di protezione del cavo antenna in eccesso in prossimità del monumento GPS.

SP: SASA /Salice Salentino/ (LE)

Antenna



Mod. AT504 s/n:103389

Ricevitore



Mod. GRX1200Pro GG s/n: 350561


NON CONFORMITA':

1. cicalino non funzionante;
2. lo schema elettrico presente nell'armadio non corrisponde a quanto effettivamente installato;
3. non è presente sistema di riavvio del carico in seguito ad assenza di alimentazione (cfr. Pag. 36 Rel.Tec.);
4. non sono presenti opere di protezione del cavo antenna in prossimità del monumento GPS (# 5.3.1 del C. T.), pertanto il cavo antenna non è ben protetto dagli agenti atmosferici.

AZIONE CORRETTIVA:

1. ripristinare cicalino;
2. inserire schema elettrico corretto nell'armadio rack;
3. inserire sistema di riarmo automatico del magnetotermico;
4. eseguire opere di protezione del cavo antenna in eccesso in prossimità del monumento GPS.

SP: GIUR /Giurdignano/ (LE)

<p>Antenna</p>  <p>Mod. AT504 s/n:103387</p>	<p>Ricevitore</p> <p>Mod. GRX1200Pro GG s/n: 350568</p>
<p>NON CONFORMITA':</p> <ol style="list-style-type: none">1. lo schema elettrico presente nell'armadio non corrisponde a quanto effettivamente installato;2. non è presente sistema di riavvio del carico in seguito ad assenza di alimentazione (cfr. Pag. 36 Rel.Tec.);3. non sono presenti opere di protezione del cavo antenna in prossimità del monumento GPS (# 5.3.1 del C. T.), pertanto il cavo antenna non è ben protetto dagli agenti atmosferici.	
<p>AZIONE CORRETTIVA:</p> <ol style="list-style-type: none">1. inserire schema elettrico corretto nell'armadio rack;2. inserire sistema di riarmo automatico del magnetotermico;3. eseguire opere di protezione del cavo antenna in eccesso in prossimità del monumento GPS.	

SP: UGEN /Ugento / (LE)

Antenna



Mod. AT504 s/n:103385

Ricevitore



Mod. GRX1200Pro GG s/n: 350534

NON CONFORMITA':

1. la batteria è completamente scarica (5.3 V);
2. il ricevitore GPS è spento nonostante l'alimentatore funzioni correttamente (output di 13.8V);
3. cavo antenna allentato in prossimità della connessione con l'antenna;
4. lo schema elettrico presente nell'armadio non corrisponde a quanto effettivamente installato;
5. non è presente sistema di riavvio del carico in seguito ad assenza di alimentazione (cfr. Pag. 36 Rel.Tec.);
6. non sono presenti opere di protezione del cavo antenna in prossimità del monumento GPS (# 5.3.1 del C. T.), pertanto il cavo antenna non è ben protetto dagli agenti atmosferici.

AZIONE CORRETTIVA:

1. ripristinare il corretto funzionamento della batteria tampone;
2. riavviare il ricevitore;
3. serrare il cavo antenna;
4. inserire schema elettrico corretto nell'armadio rack;
5. inserire sistema di riarmo automatico del magnetotermico;
6. eseguire opere di protezione del cavo antenna in eccesso in prossimità del monumento GPS.

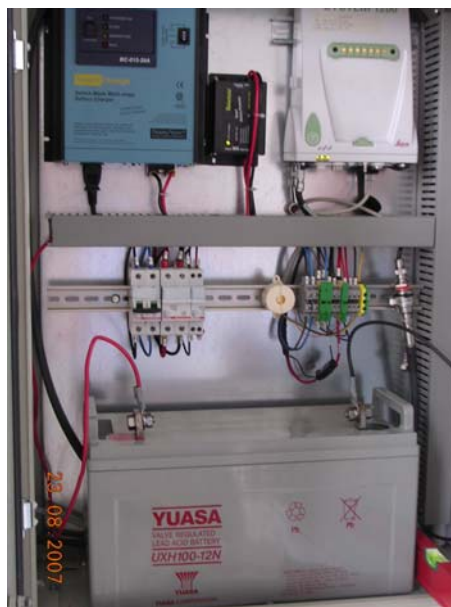
SP: GINO /Ginosa/ (BA)

Antenna



Mod. AT504 s/n:103394

Ricevitore



Mod. GRX1200Pro GG s/n: 350538

NON CONFORMITA':

1. la batteria mostra chiari segni di sovratensione infatti è rigonfia e surriscaldata con perdite di acido;
2. la temperatura del locale in cui è alloggiato il rack non è idonea ad ospitare la strumentazione;
3. lo schema elettrico presente nell'armadio non corrisponde a quanto effettivamente installato;
4. non è presente sistema di riavvio del carico in seguito ad assenza di alimentazione (cfr. Pag. 36 Rel.Tec.);
5. non sono presenti opere di protezione del cavo antenna in prossimità del monumento GPS (# 5.3.1 del C. T.), pertanto il cavo antenna non è ben protetto dagli agenti atmosferici.

AZIONE CORRETTIVA:

1. sostituire la batteria;
2. climatizzare l'armadio rack o il locale;
3. inserire schema elettrico corretto nell'armadio rack;
4. inserire sistema di riarmo automatico del magnetotermico;
5. eseguire opere di protezione del cavo antenna in eccesso in prossimità del monumento GPS.

SP: POGG /Poggiorsini/ (BA)

Antenna



Mod. AT504 s/n:103401

Ricevitore



Mod. GRX1200Pro GG s/n: 350541

NON CONFORMITA':

1. l'antenna non è posizionata correttamente in direzione Nord;
2. lo schema elettrico presente nell'armadio non corrisponde a quanto effettivamente installato;
3. non è presente sistema di riavvio del carico in seguito ad assenza di alimentazione (cfr. Pag. 36 Rel.Tec.);
4. non sono presenti opere di protezione del cavo antenna in prossimità del monumento GPS (# 5.3.1 del C. T.), pertanto il cavo antenna non è ben protetto dagli agenti atmosferici.

AZIONE CORRETTIVA:

1. orientare correttamente l'antenna in direzione Nord;
2. inserire schema elettrico corretto nell'armadio rack;
3. inserire sistema di riarmo automatico del magnetotermico;
4. eseguire opere di protezione del cavo antenna in eccesso in prossimità del monumento GPS.

SP: VALE /Valenzano / (BA)

Antenna



Mod. AT504 s/n:103390

Ricevitore



Mod. GRX1200Pro GG s/n: 350537

NON CONFORMITA':

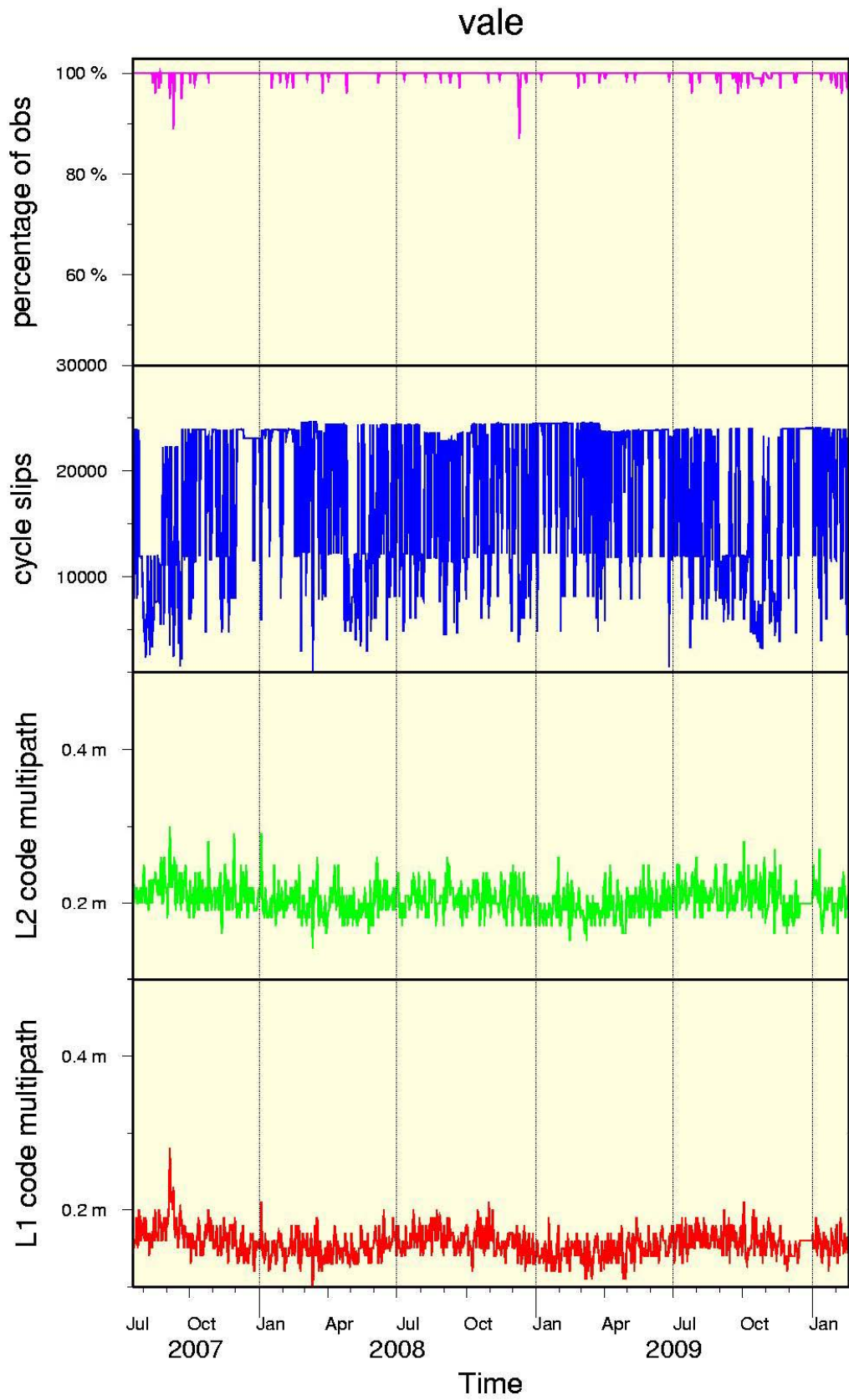
1. l'antenna non è posizionata correttamente in direzione Nord;
2. lo schema elettrico presente nell'armadio non corrisponde a quanto effettivamente installato;
3. non è presente sistema di riavvio del carico in seguito ad assenza di alimentazione (cfr. Pag. 36 Rel.Tec.);
4. non sono presenti opere di protezione del cavo antenna in prossimità del monumento GPS (# 5.3.1 del C. T.), pertanto il cavo antenna non è ben protetto dagli agenti atmosferici;
5. da prove il carico risulta che l'orologio atomico, di cui l'SP è dotata, incide sul mantenimento del carico limitandone la durata complessiva a circa 120 ore.

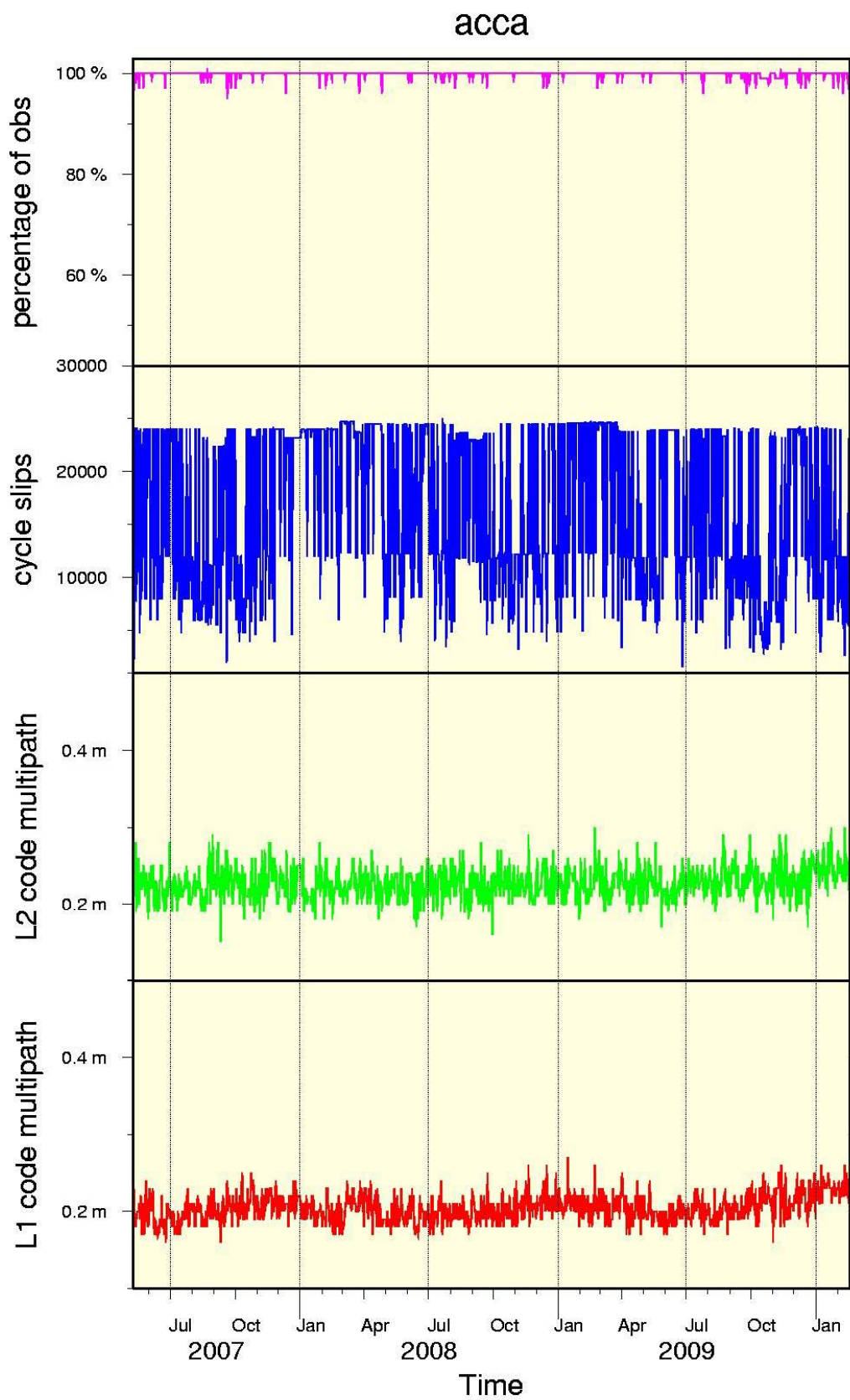
AZIONE CORRETTIVA:

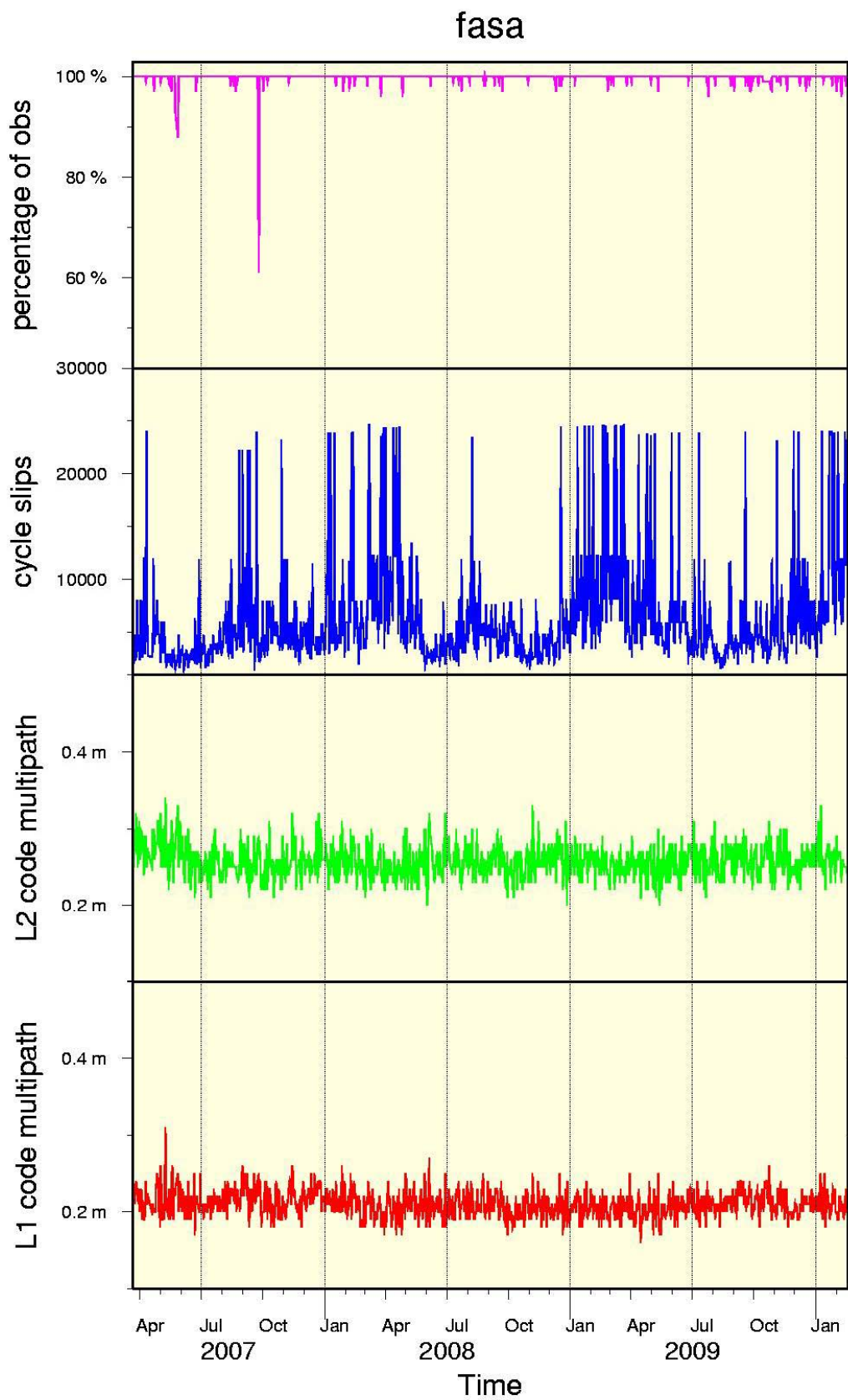
1. orientare correttamente l'antenna in direzione Nord;
2. inserire schema elettrico corretto nell'armadio rack;
3. inserire sistema di riarmo automatico del magnetotermico;
4. eseguire opere di protezione del cavo antenna in eccesso in prossimità del monumento GPS.

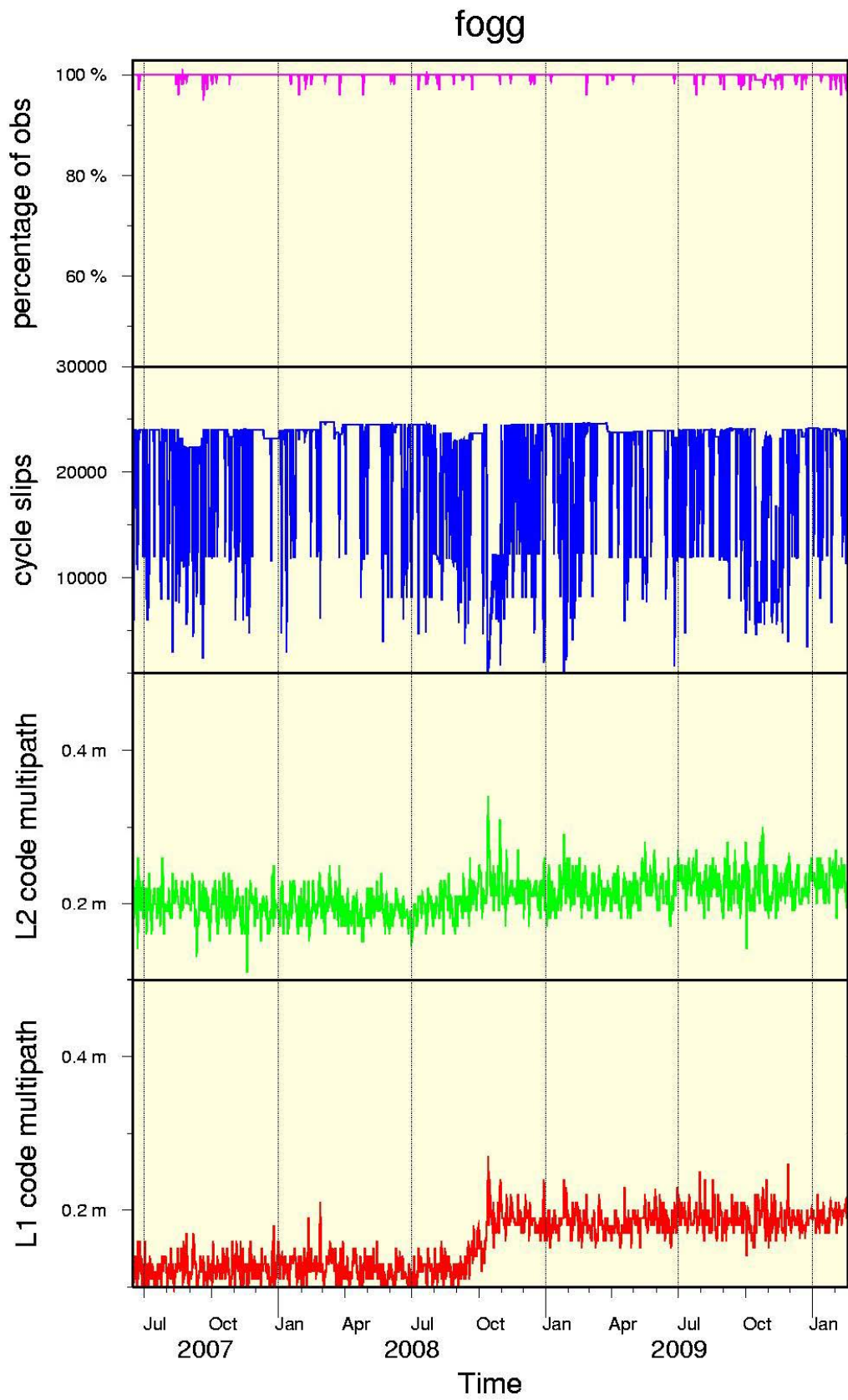
Allegato 2

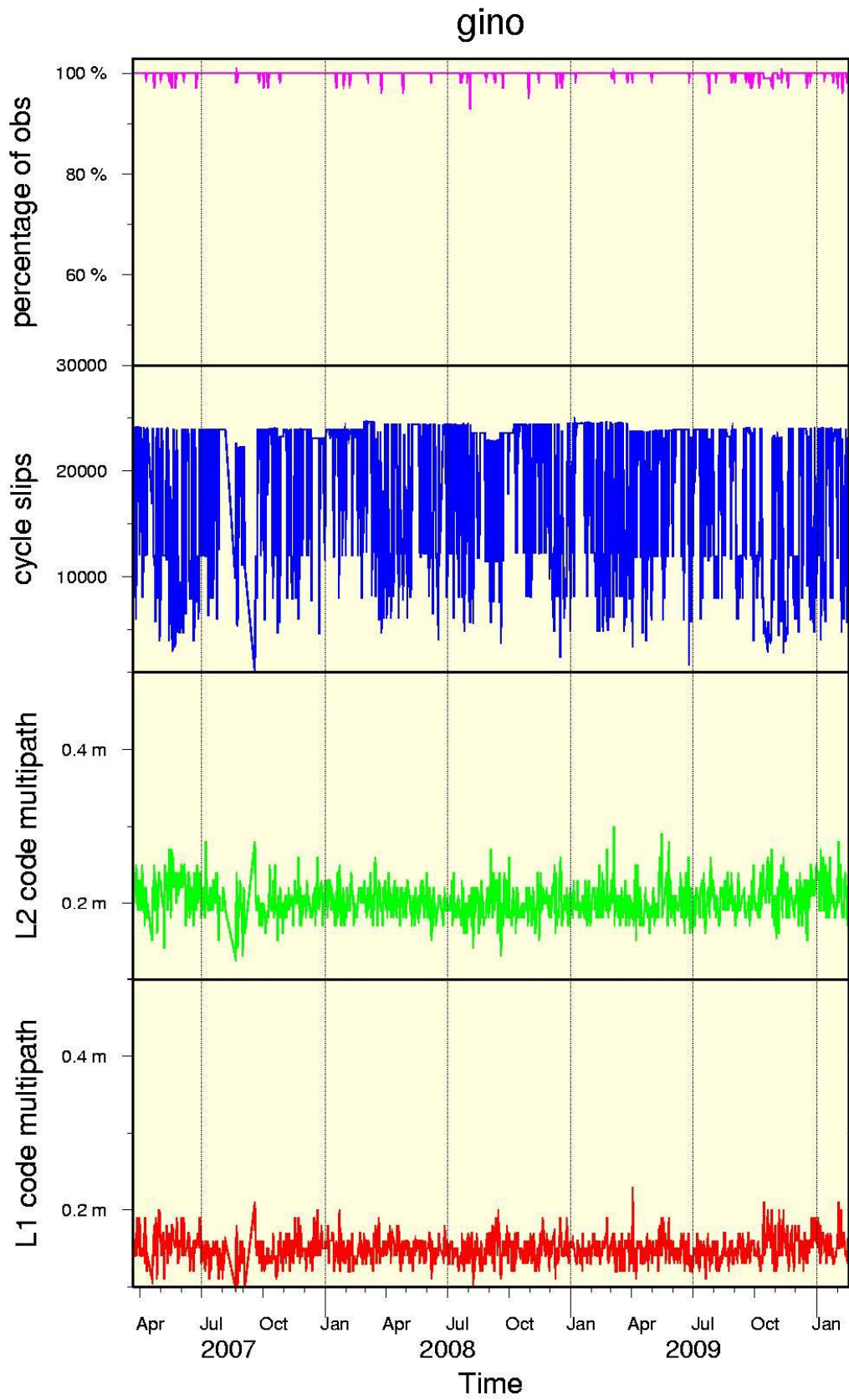
Quality Plot delle stazioni della RGRP

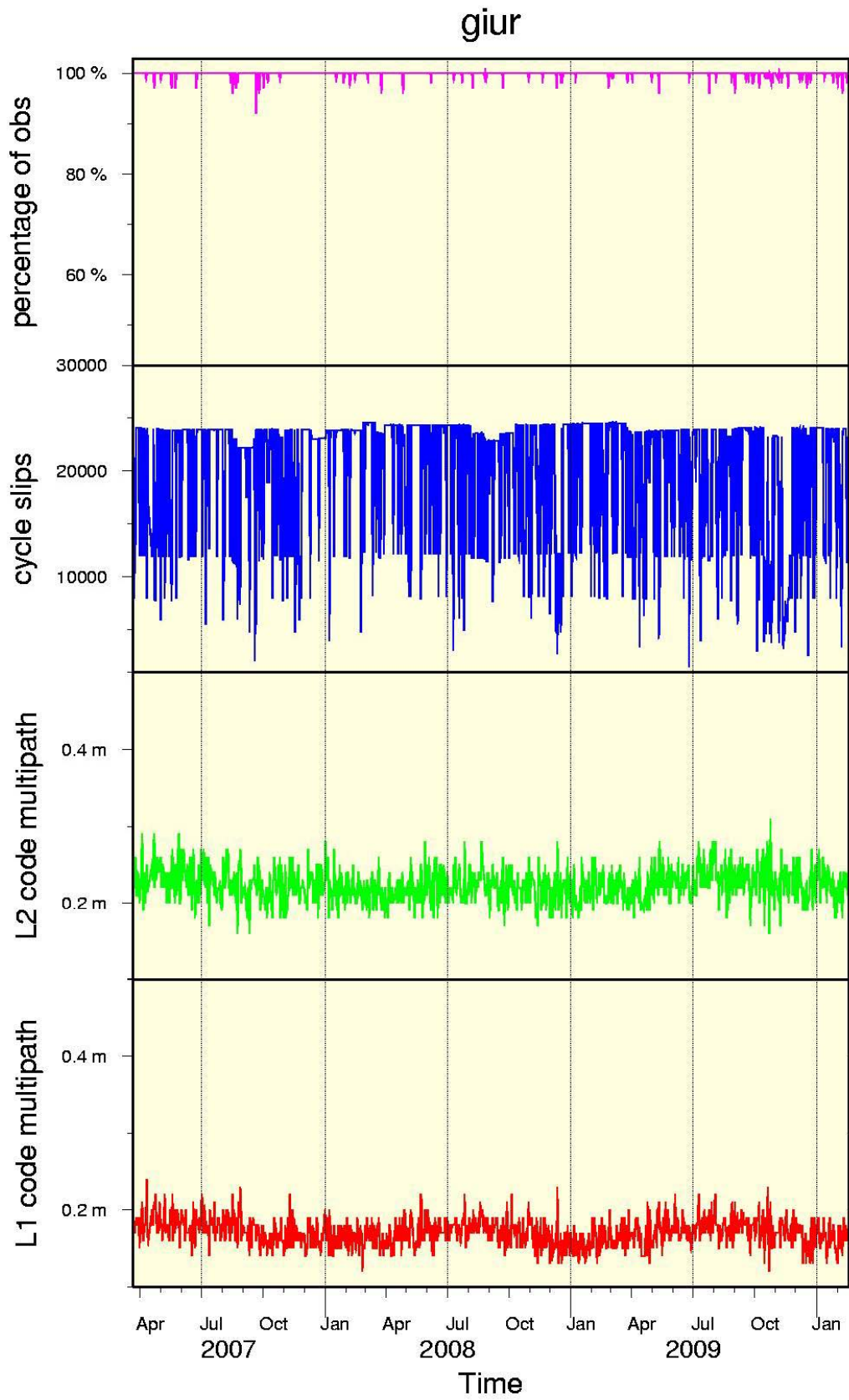


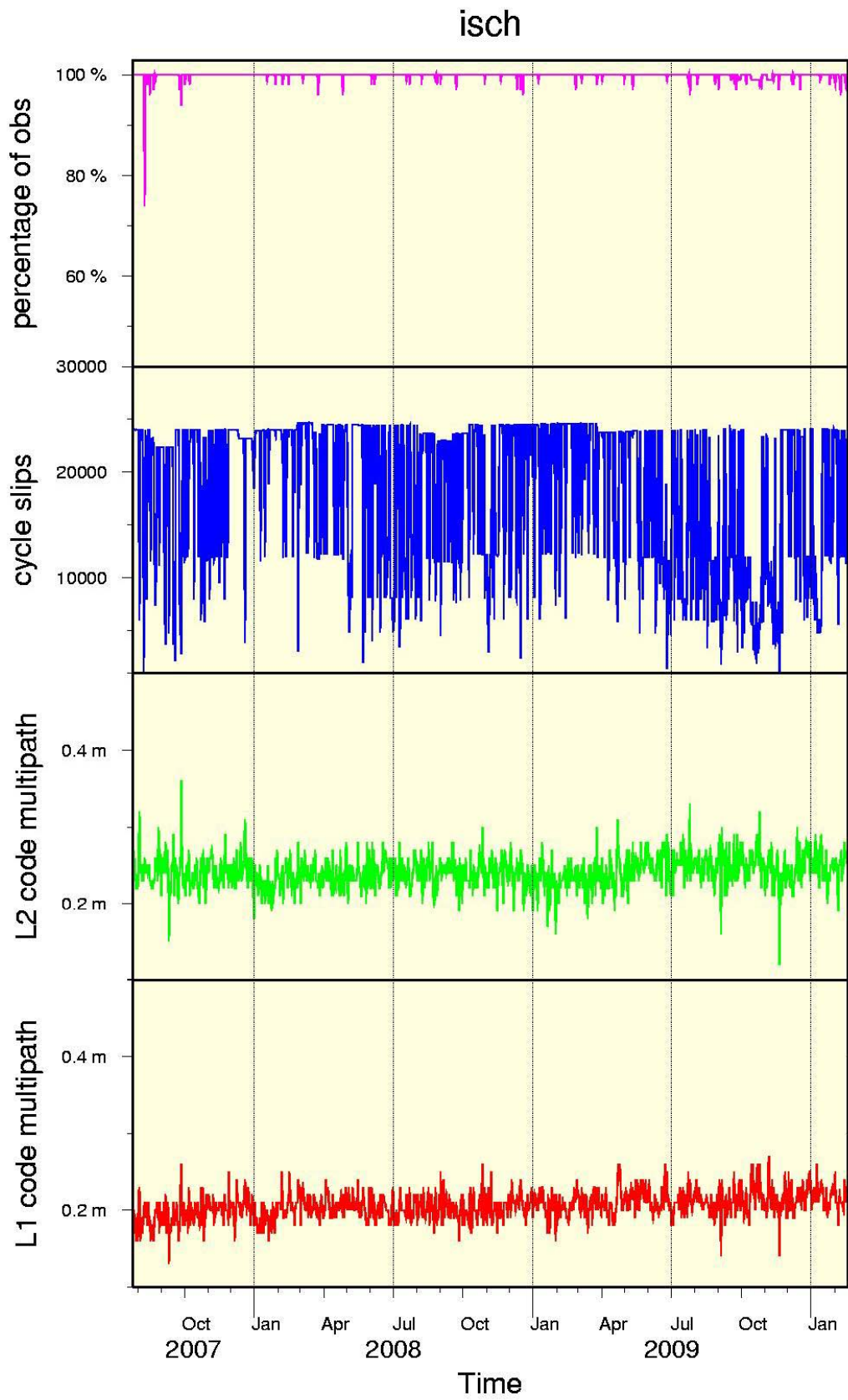


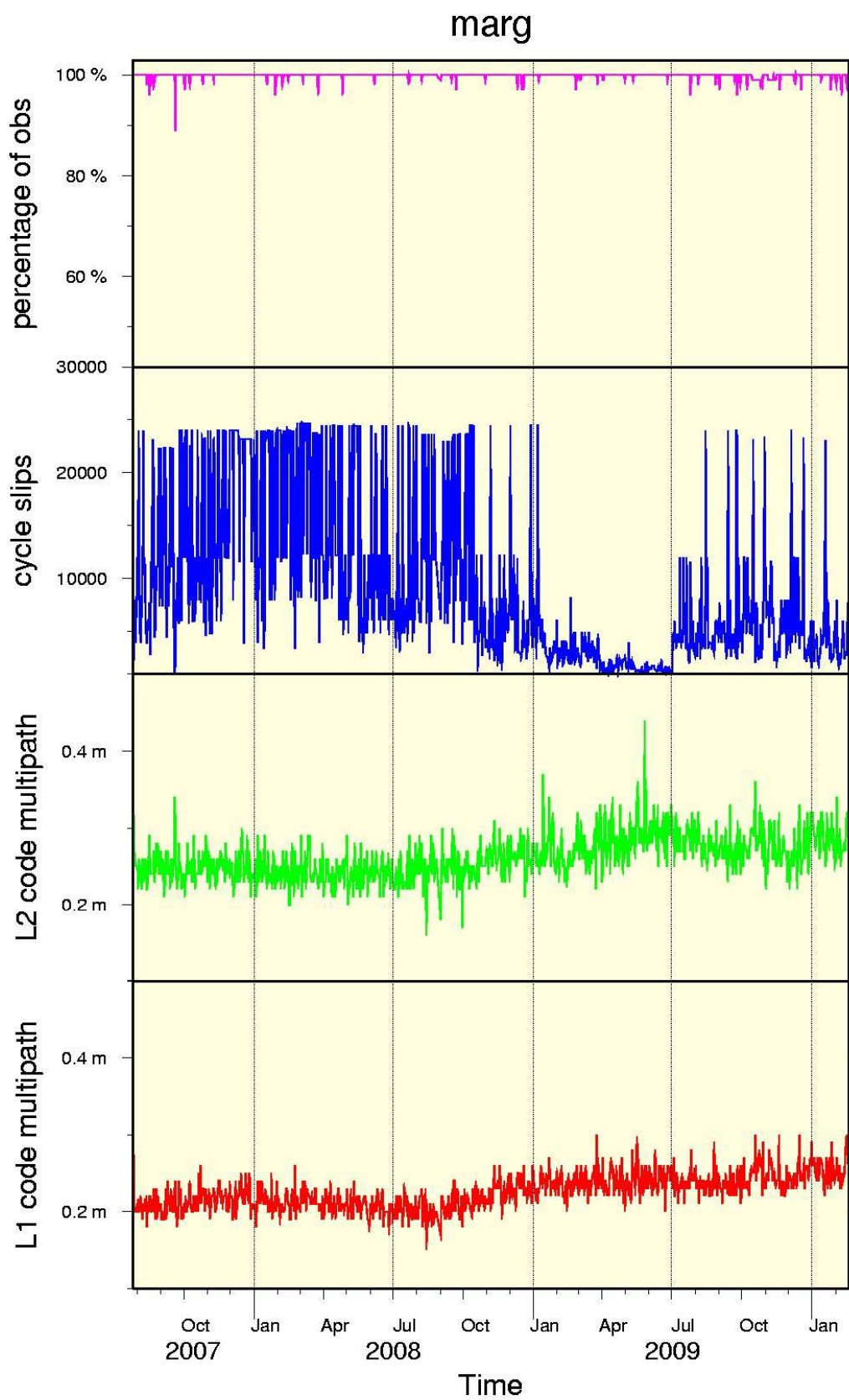


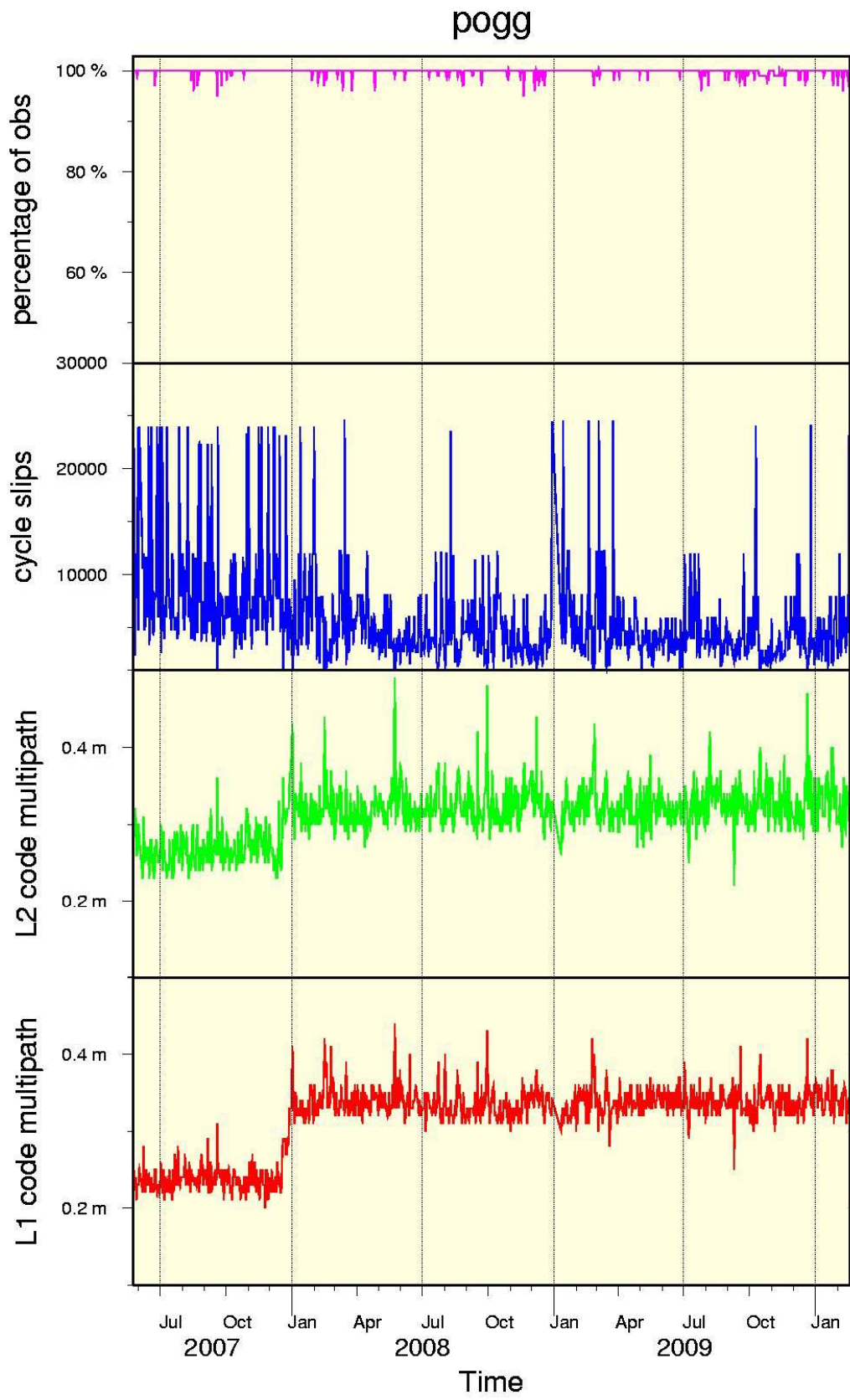


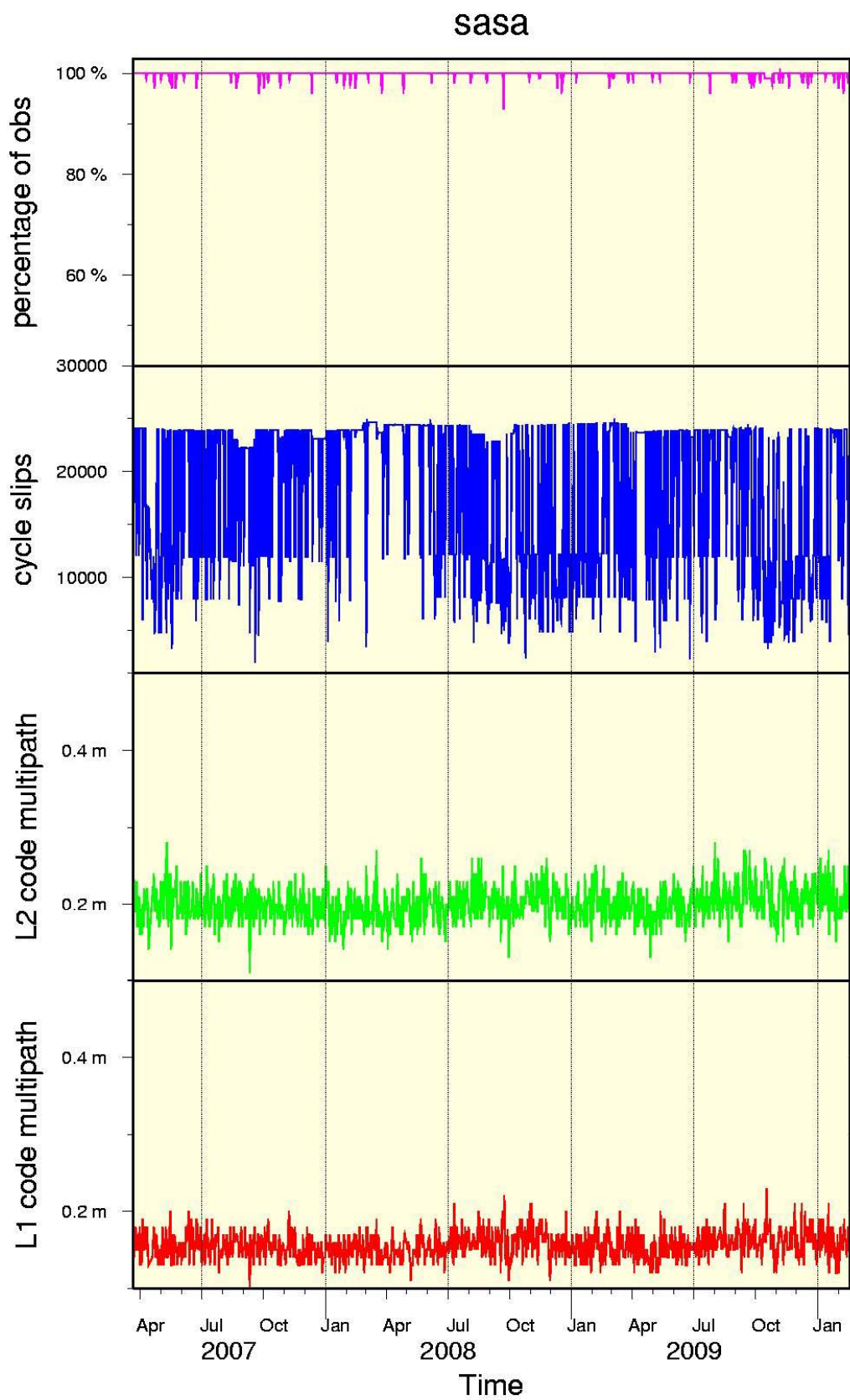


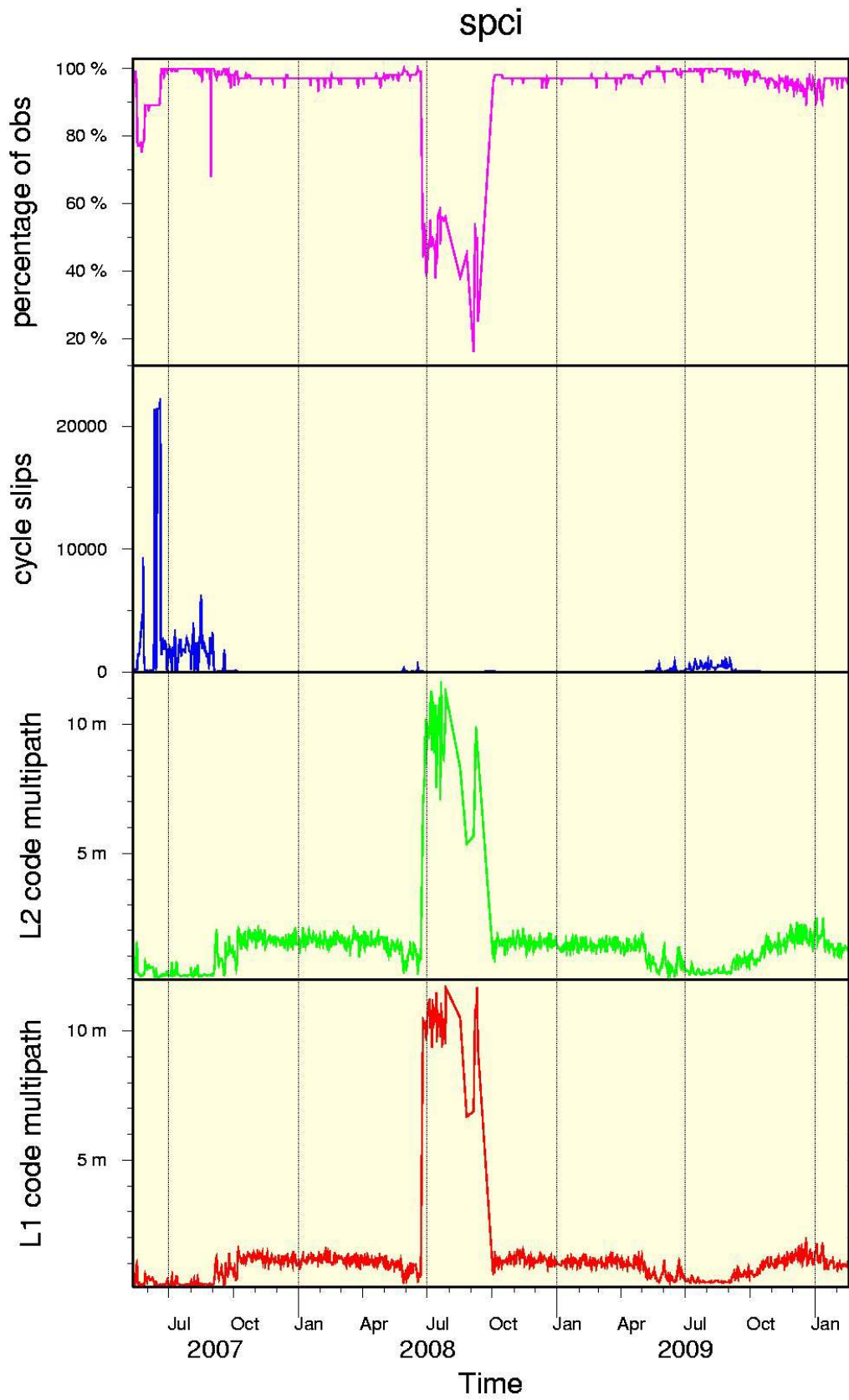


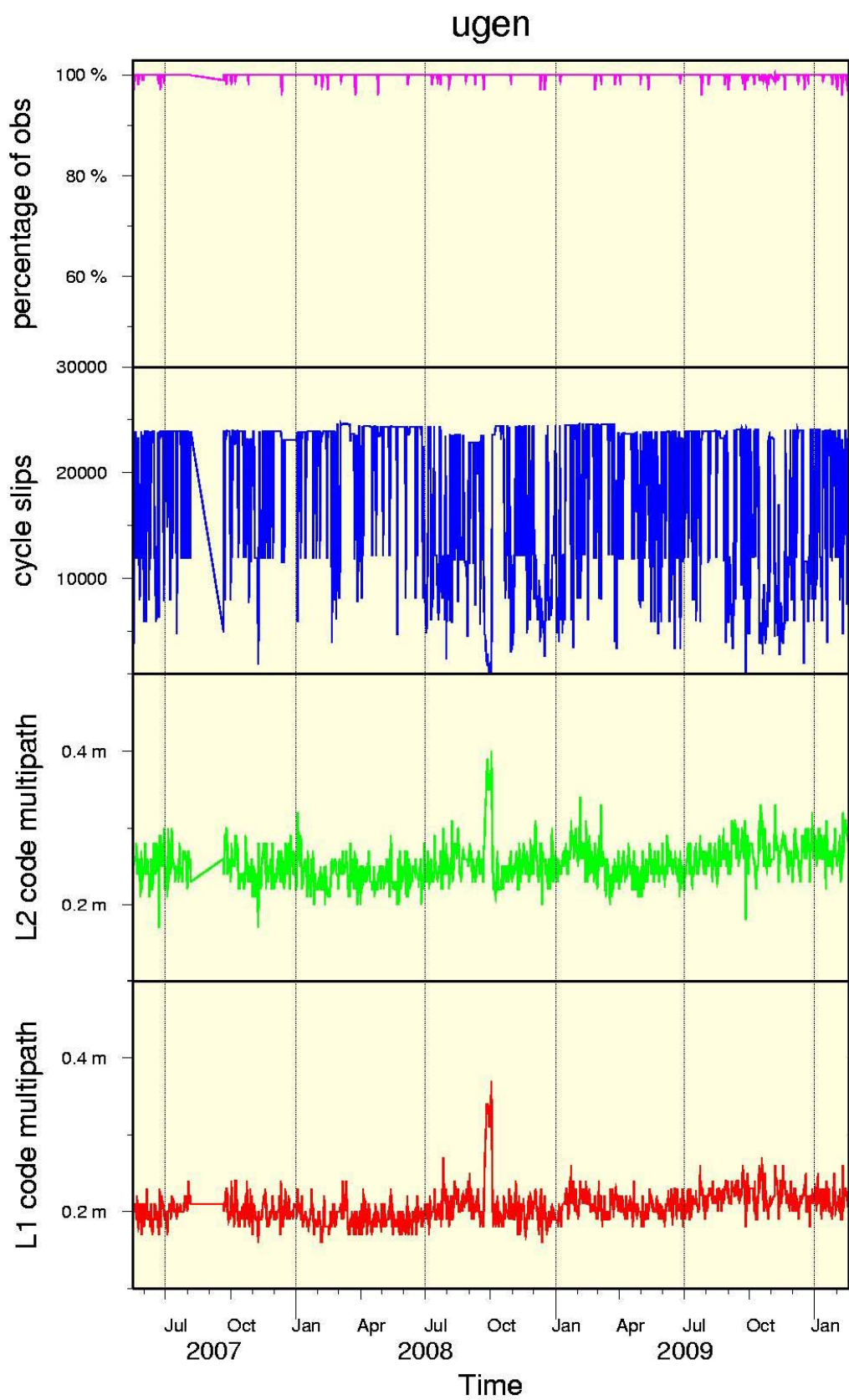












Allegato 3

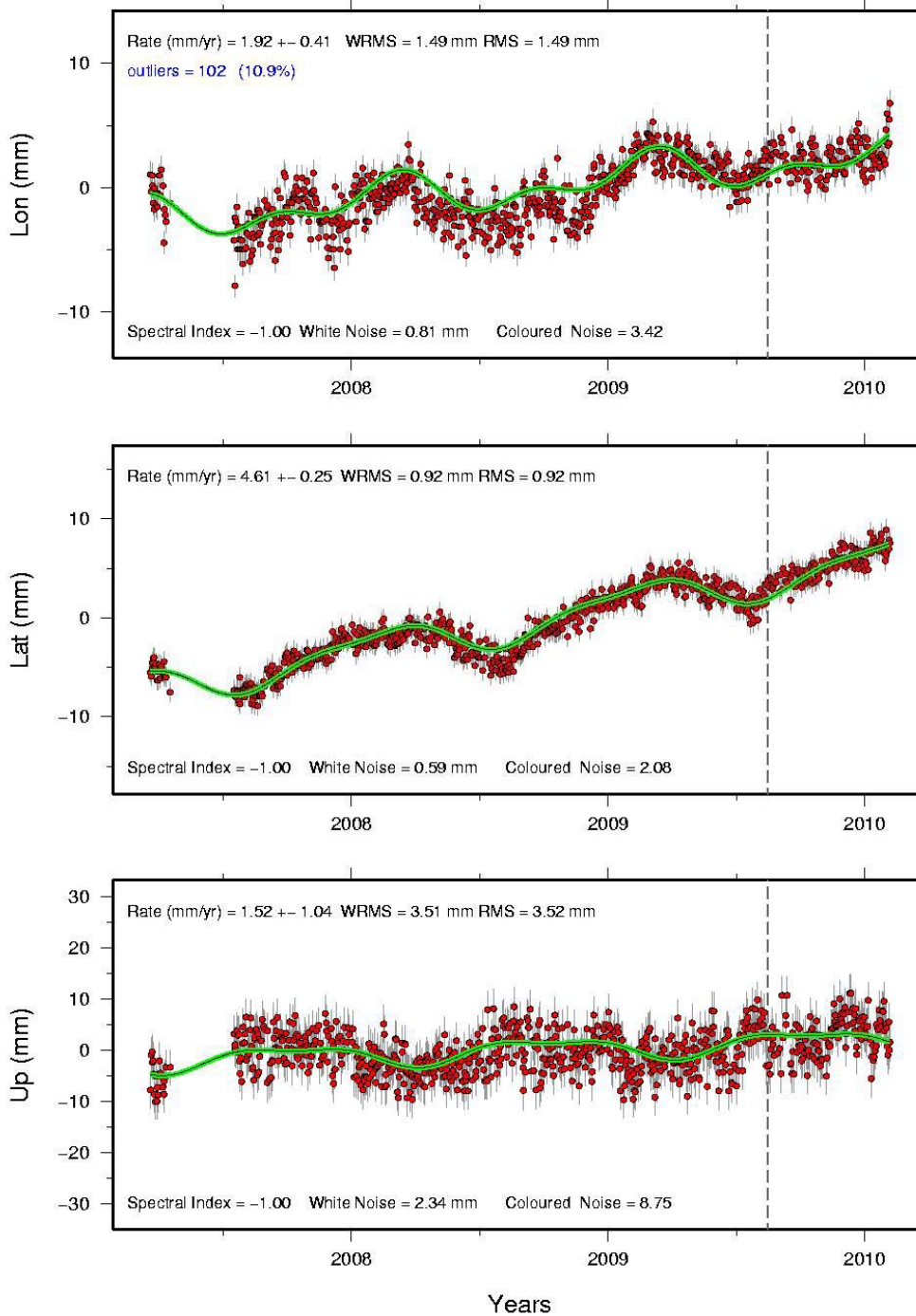
Serie temporali delle stazioni della RGRP

/raid/proc/time_series/zapnet/eur05

VAL1
(err_model: white+flicker)

Time Span = 2.87 yrs; N= 827 ; clean/

XYZ (m) = 4611304.6379 1401419.0318 4163931.0980



GM 2010 Feb 20 19:32:50

16.904522184 41.016370229 1.92 4.61 0.41 0.25 0.277 VAL1 2.87 827

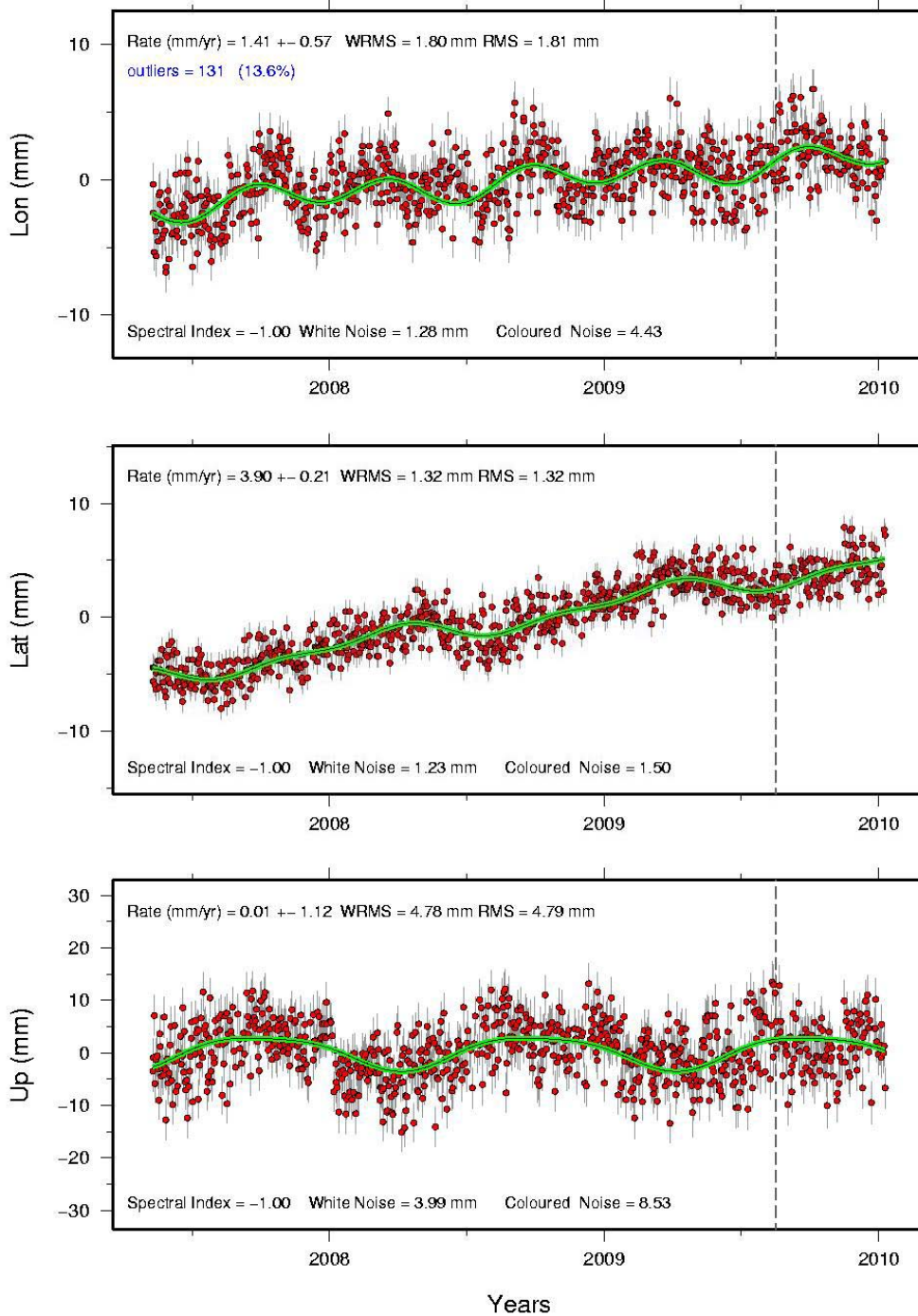
/raid/proc/time_series/zapnet/eur05

ACCA

(err_model: white+flicker)

Time Span = 2.66 yrs; N= 826 ; clean/

XYZ (m) = 4638402.5413 1271636.2840 4176171.0681



GM 2010 Feb 1 05:07:03

15.331173514 41.158594409 1.41 3.90 0.57 0.21 0.041 ACCA 2.66 826

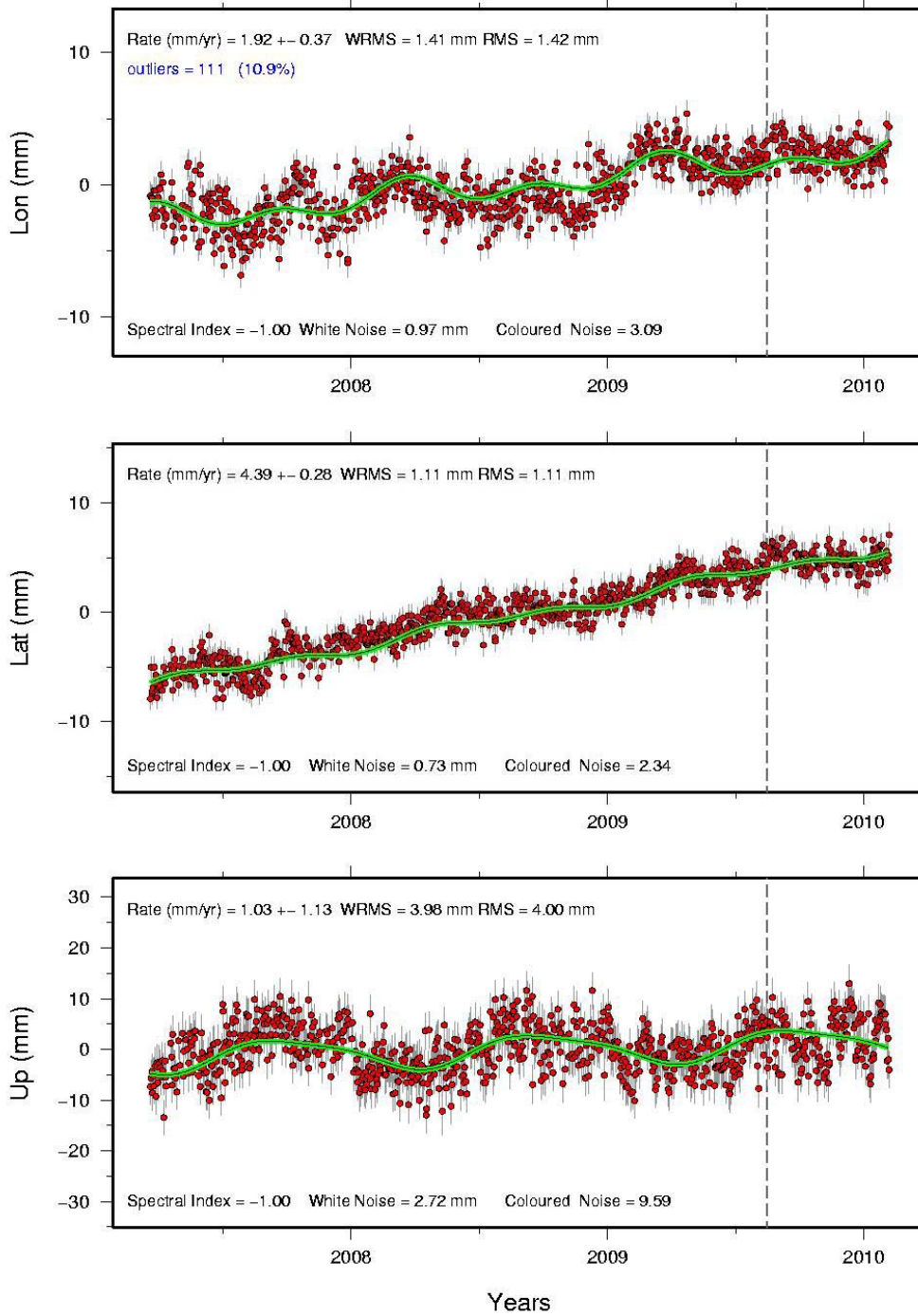
/raid/proc/time_series/zapnet/eur05

FASA

(err_model: white+flicker)

Time Span = 2.87 yrs; N= 907 ; clean/

XYZ (m) = 4612625.4005 1441887.8074 4148677.6910



GM 2010 Feb 20 19:31:48

17.359030530 40.834831838 1.92 4.39 0.37 0.28 0.108 FASA 2.87 907

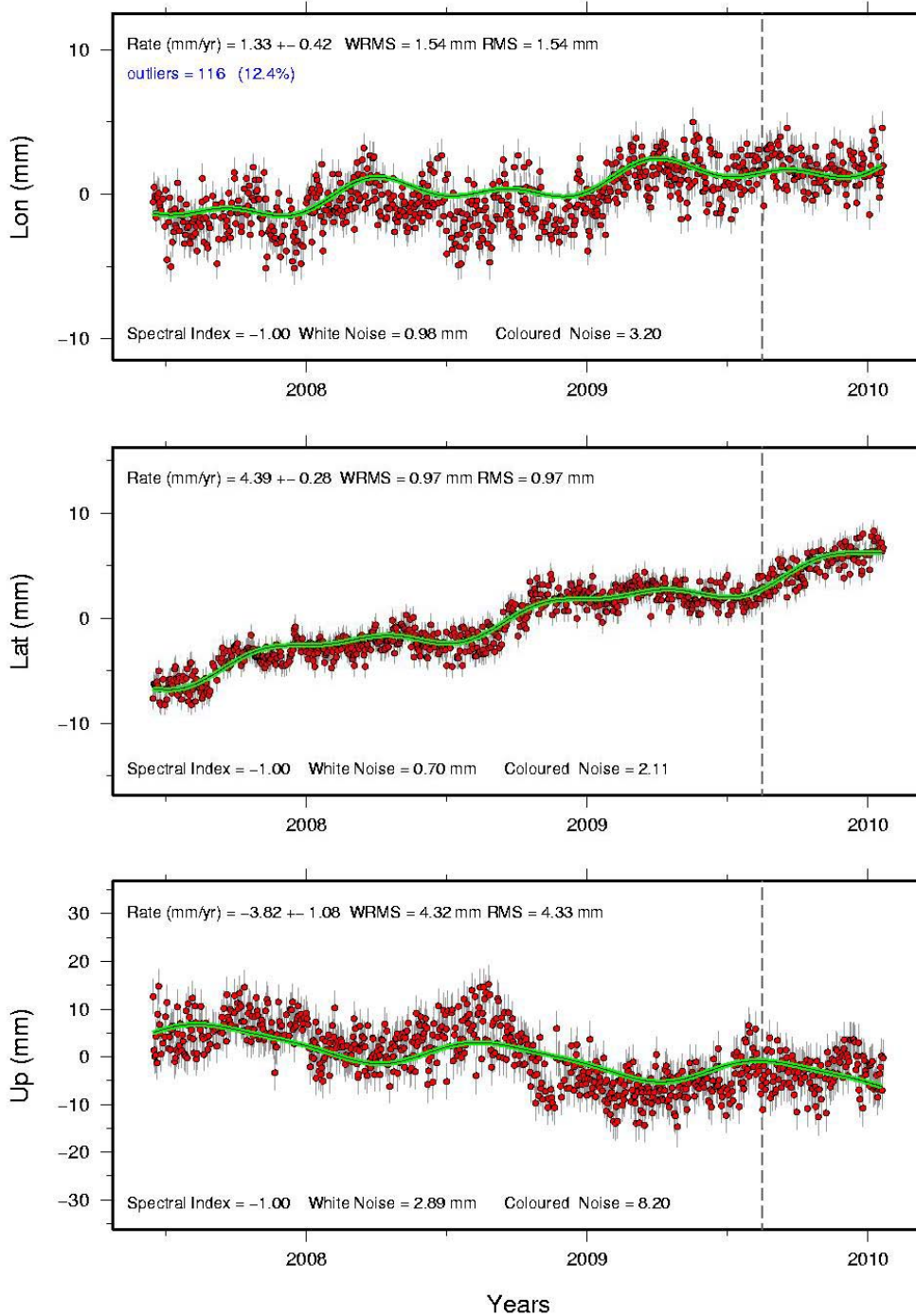
/raid/proc/time_series/zapnet/eur05

FOGG

(err_model: white+flicker)

Time Span = 2.59 yrs; N= 816 ; clean/

XYZ (m) = 4612763.8126 1282018.7355 4200293.2970



GM 2010 Feb 8 12:39:40

15.532130227 41.452204312 1.33 4.39 0.42 0.28 0.036 FOGG 2.59 816

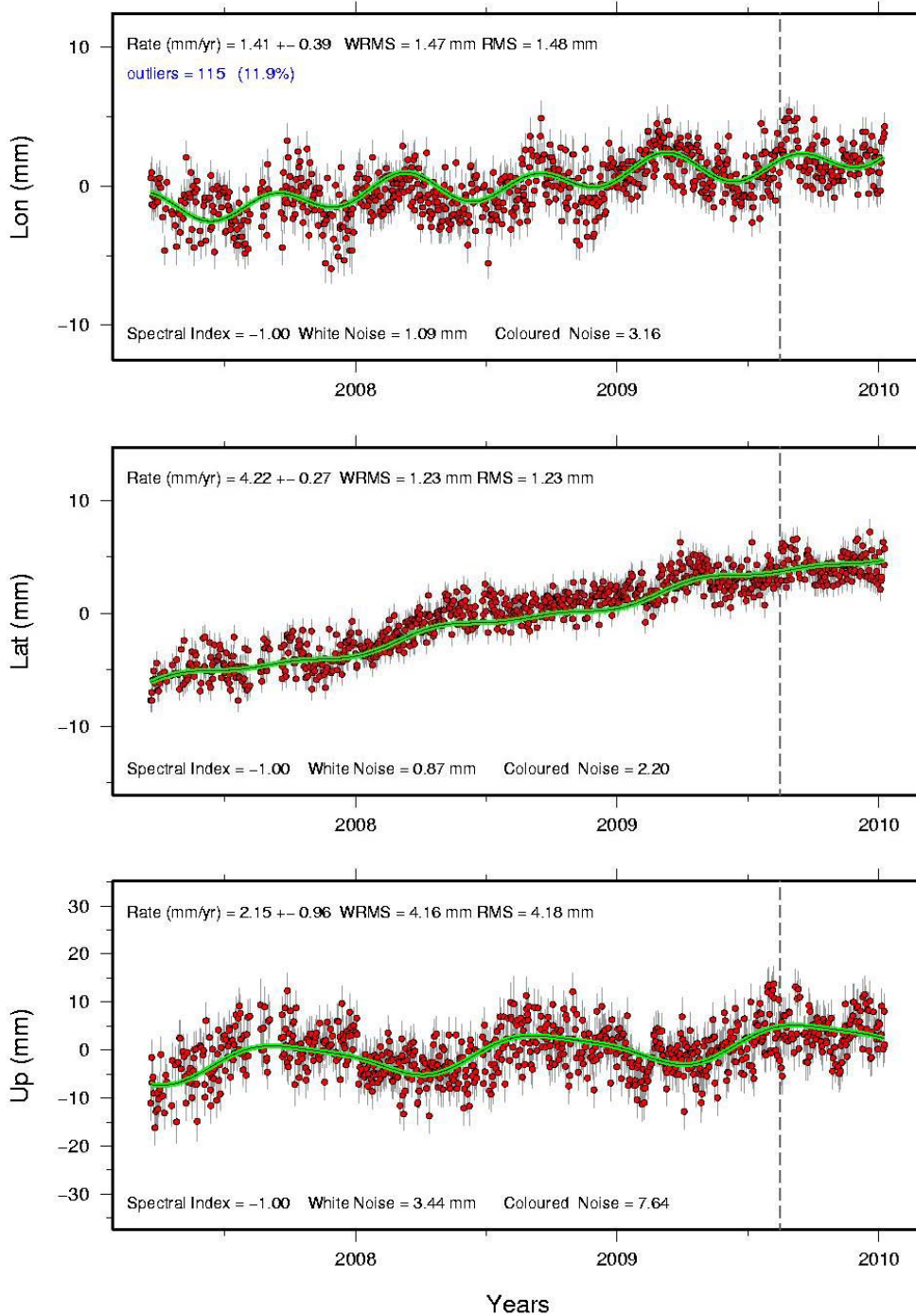
/raid/proc/time_series/zapnet/eur05

GINO

(err_model: white+flicker)

Time Span = 2.80 yrs; N= 848 ; clean/

XYZ (m) = 4645419.0999 1398799.3903 4127148.4086



2010 Feb 1 05:10:21

16.757768489 40.577982186 1.41 4.22 0.39 0.27 0.049 GINO 2.80 848

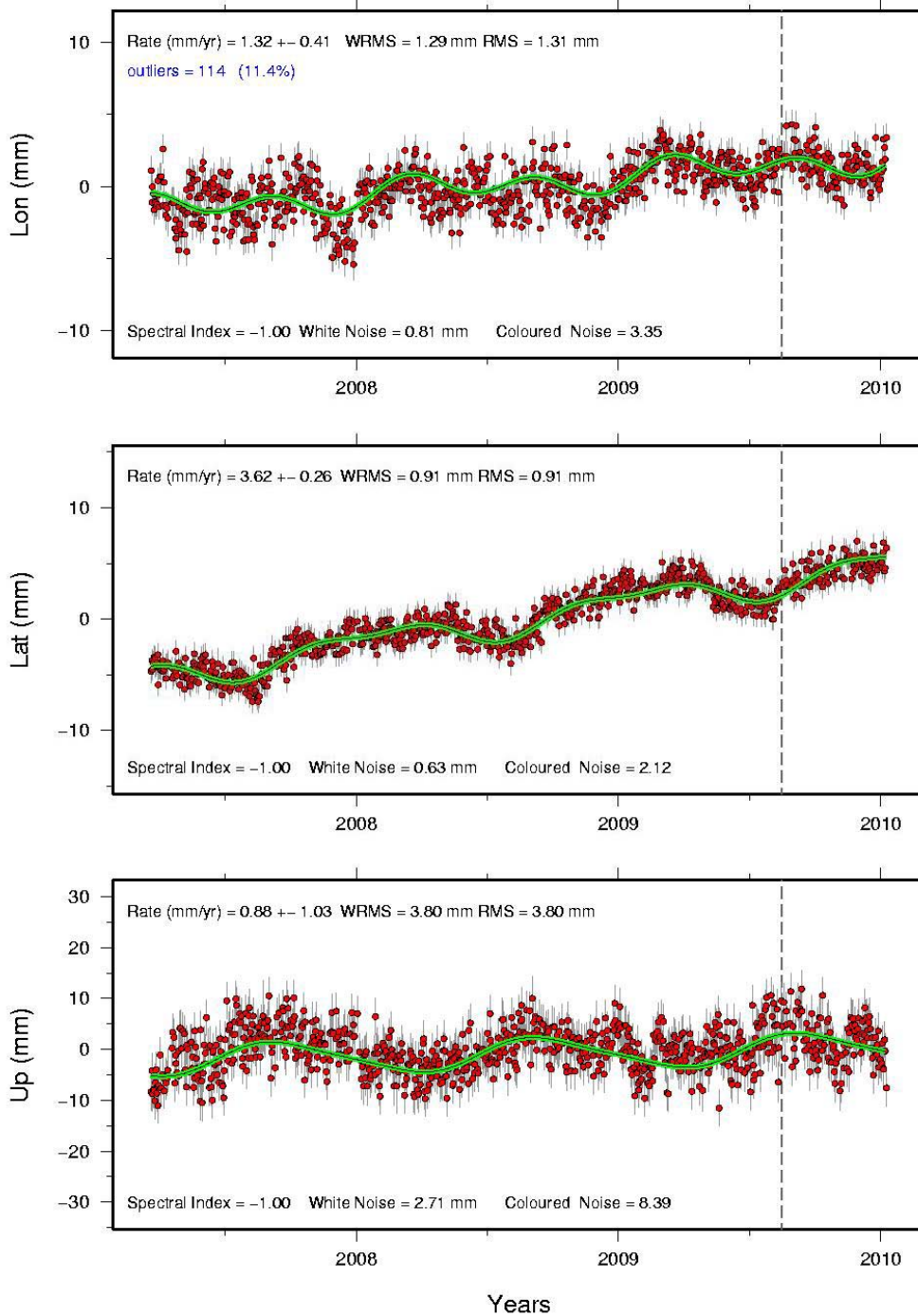
/raid/proc/time_series/zapnet/eur05

GIUR

(err_model: white+flicker)

Time Span = 2.80 yrs; N= 878 ; clean/

XYZ (m) = 4633414.2735 1544029.3169 4088639.1533



GM 2010 Feb 1 05:11:28

18.430028377 40.124440428 1.32 3.62 0.41 0.26 0.049 GIUR 2.80 878

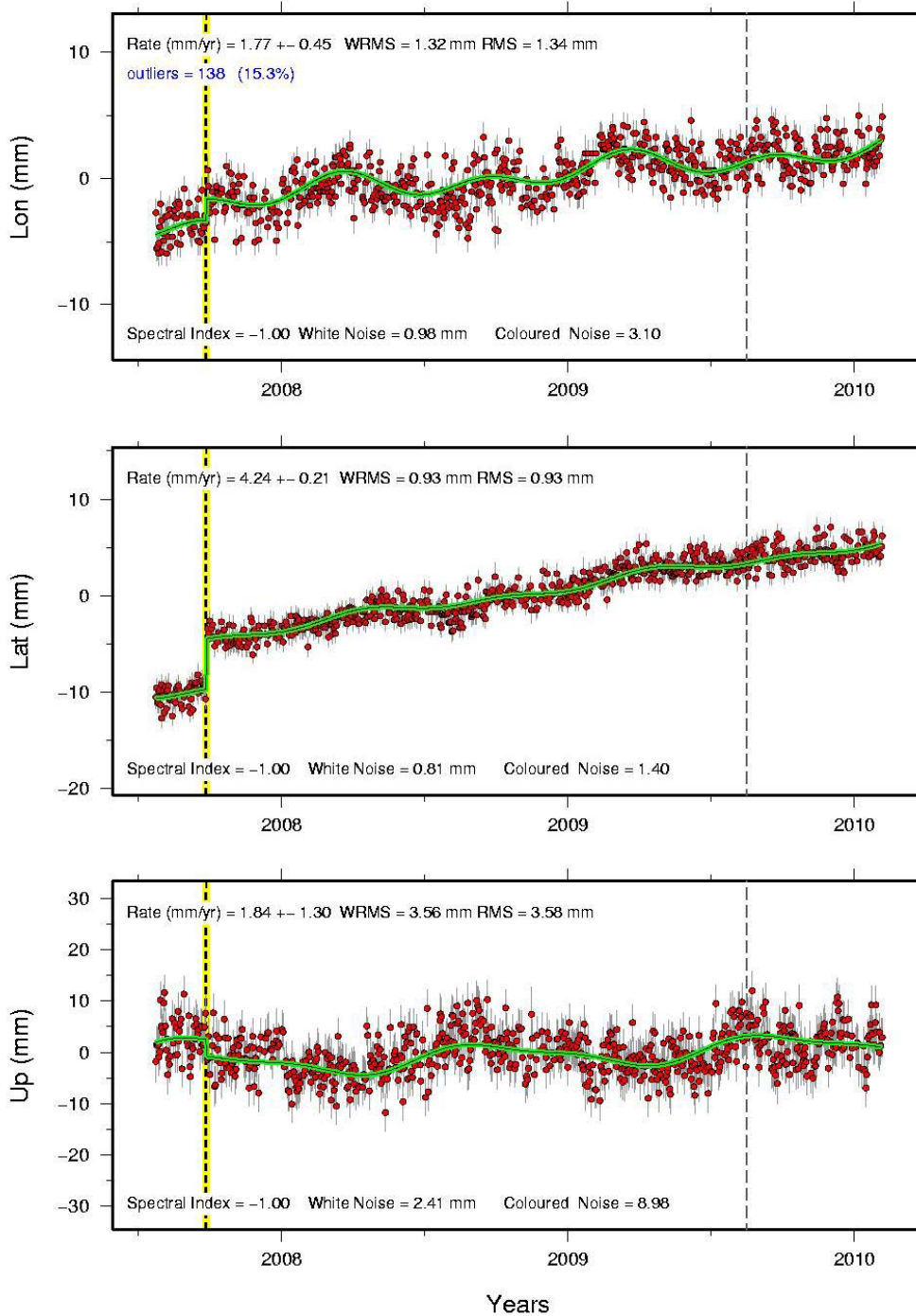
/raid/proc/time_series/zapnet/eur05

ISCH

(err_model: white+flicker)

Time Span = 2.53 yrs; N= 761 ; clean/

XYZ (m) = 4572564.4559 1302230.2947 4237948.9160



GM 2010 Feb 20 19:30:26

15.896535091 41.904311179 1.77 4.24 0.45 0.21 0.092 ISCH 2.53 761

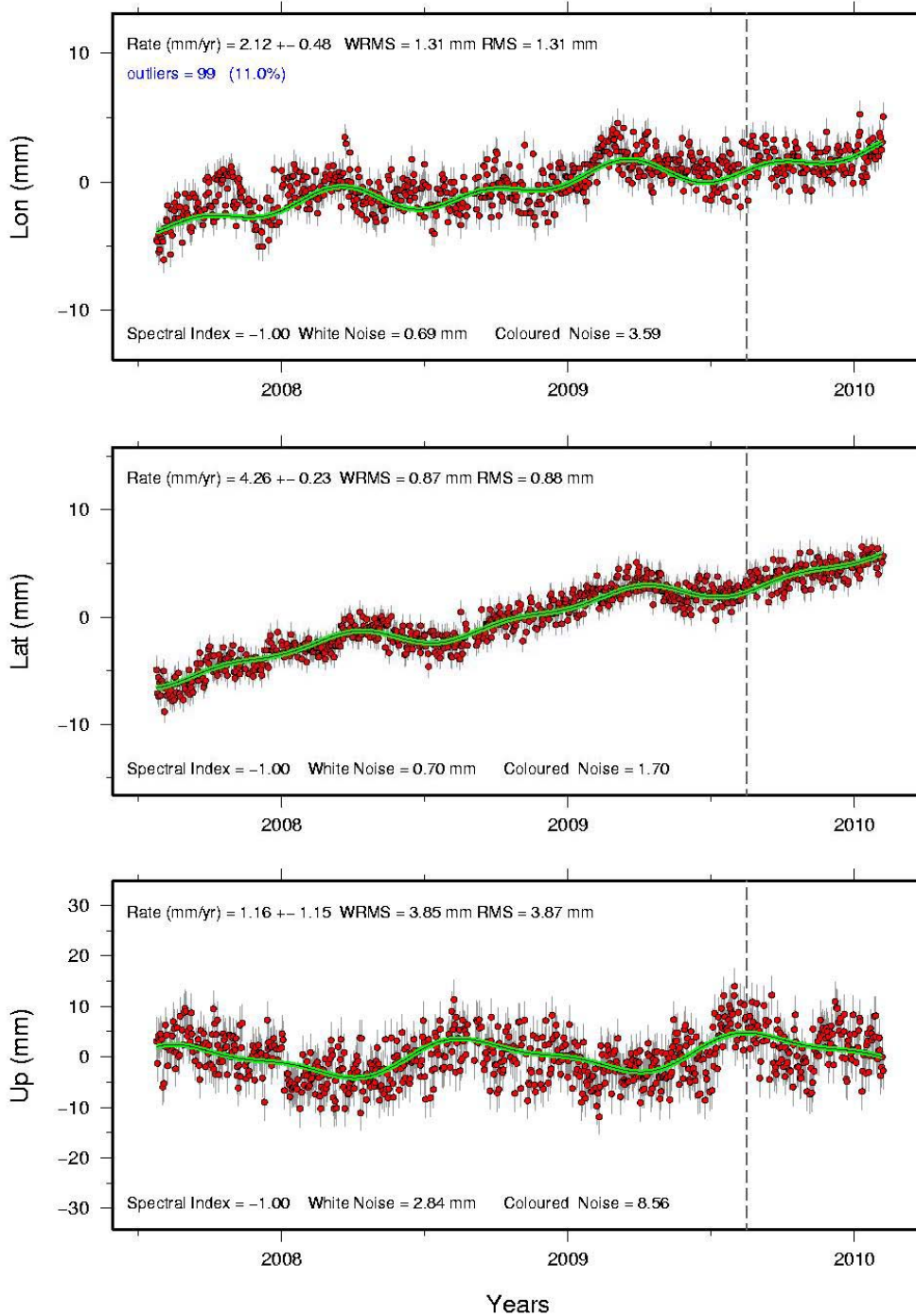
/raid/proc/time_series/zapnet/eur05

MARG

(err_model: white+flicker)

Time Span = 2.53 yrs; N= 800 ; clean/

XYZ (m) = 4604200.5094 1333194.1400 4193669.4513



GM 2010 Feb 20 19:33:45

16.148922967 41.373344381 2.12 4.26 0.48 0.23 0.084 MARG 2.53 800

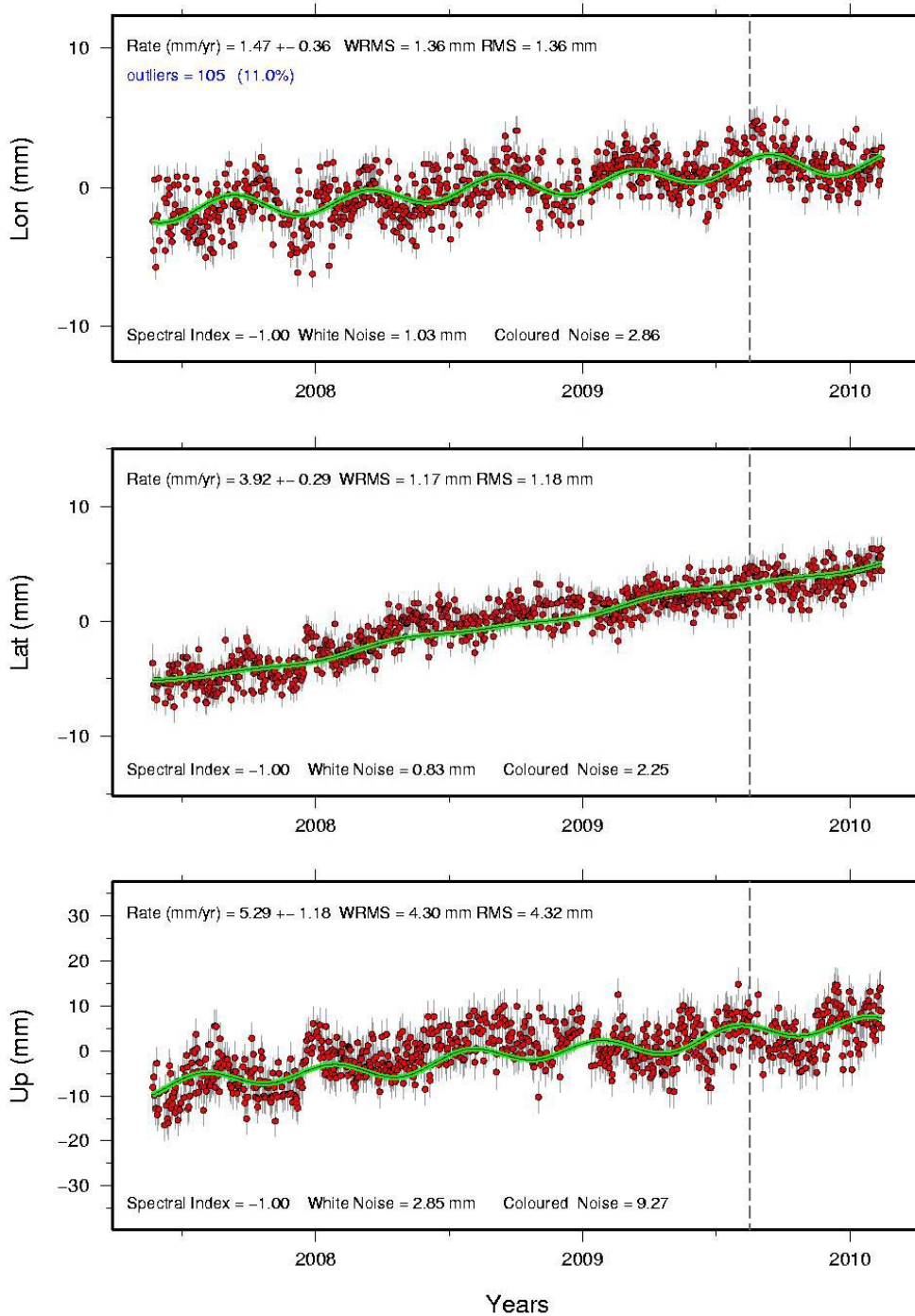
/raid/proc/time_series/zapnet/eur05

POGG

(err_model: white+flicker)

Time Span = 2.73 yrs; N= 846 ; clean/

XYZ (m) = 4634122.9725 1351054.9834 4155772.6569



GM 2010 Feb 25 17:50:53

16.253775495 40.916632499 1.47 3.92 0.36 0.29 0.037 POGG 2.73 846

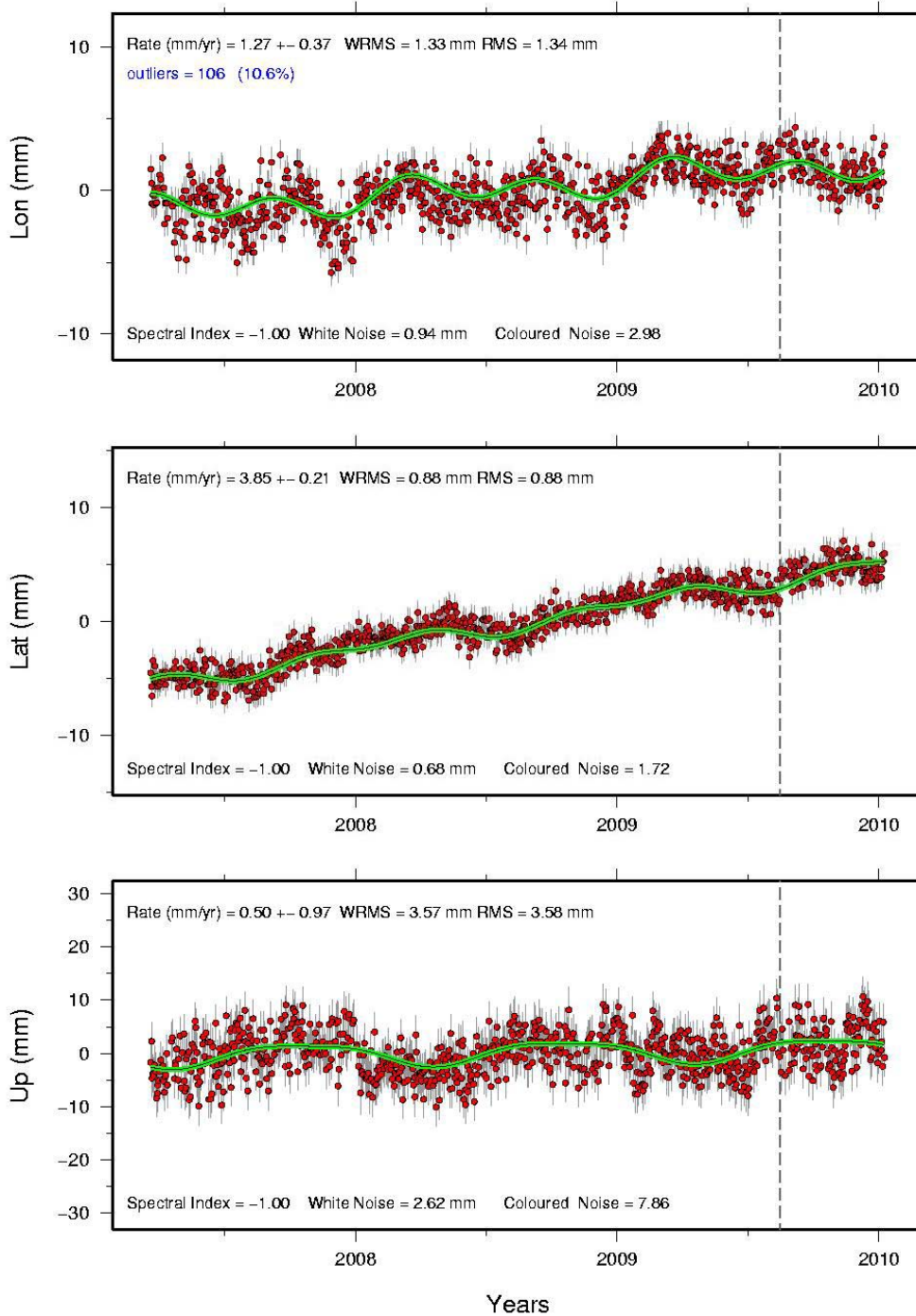
/raid/proc/time_series/zapnet/eur05

SASA

(err_model: white+flicker)

Time Span = 2.80 yrs; N= 890 ; clean/

XYZ (m) = 4627991.2911 1500565.1182 4110719.7230



GM 2010 Feb 1 05:13:56

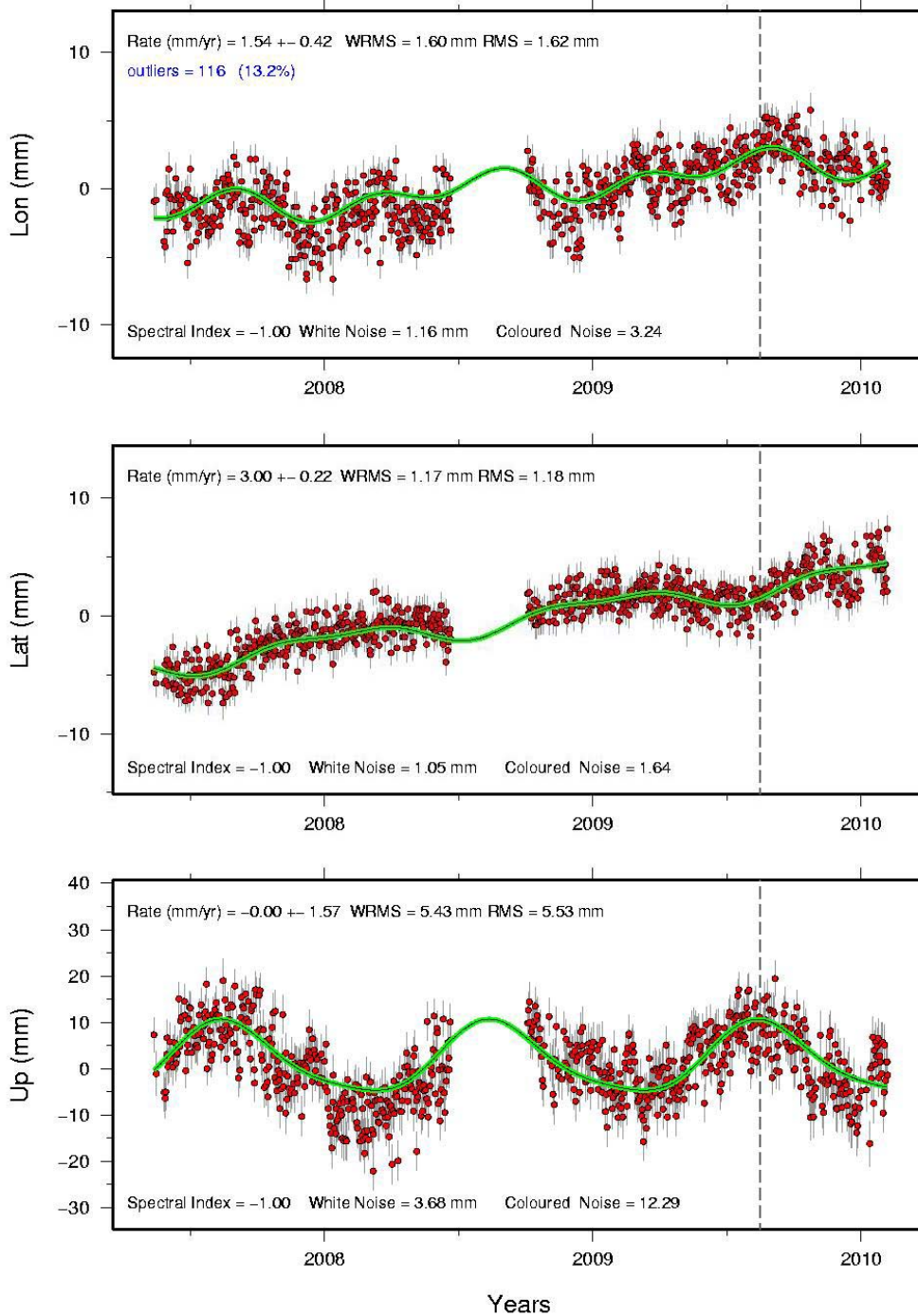
17.964602485 40.385167754 1.27 3.85 0.37 0.21 0.036 SASA 2.80 890

/raid/proc/time_series/zapnet/eur05

SPCI (err_model: white+flicker)

Time Span = 2.73 yrs; N= 758 ; clean/

XYZ (m) = 4598377.5760 1254478.2914 4224298.5414



GM 2010 Feb 20 19:28:41

15.259471298 41.740441275 1.54 3.00 0.42 0.22 -0.059 SPCI 2.73 758

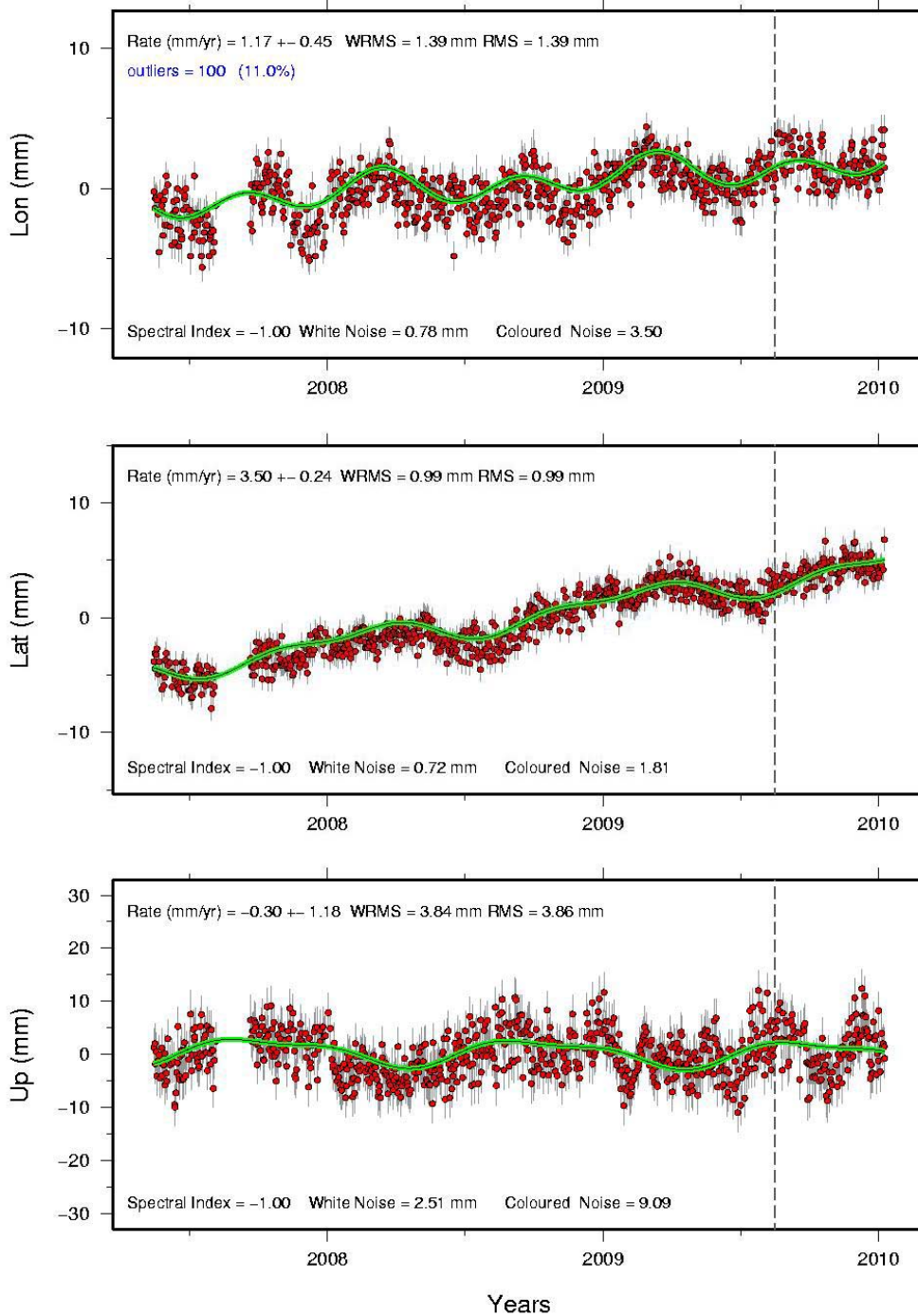
/raid/proc/time_series/zapnet/eur05

UGEN

(err_model: white+flicker)

Time Span = 2.65 yrs; N= 801 ; clean/

XYZ (m) = 4653957.6945 1526724.5166 4071930.8425



GM 2010 Feb 1 05:15:33

18.162006868 39.927705463 1.17 3.50 0.45 0.24 0.103 UGEN 2.65 801

Coordinamento editoriale e impaginazione

Centro Editoriale Nazionale | INGV

Progetto grafico e redazionale

Laboratorio Grafica e Immagini | INGV Roma

© 2010 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Via di Vigna Murata, 605

00143 Roma

Tel. +39 06518601 Fax +39 065041181

<http://www.ingv.it>



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia