



IMAGEO S.R.L.

Fraz. Combe, 31
10050 Mattie (TO)
p.iva/c.f. 09715950011

Via Riccardo Pitteri, 8
20134 Milano

PH. +39 346 421.66.29
info@imageosrl.com
imageosrl@legalmail.it
www.imageosrl.com

Cliente: TOTAL E&P ITALIA SpA

Oggetto: Monitoraggio spostamenti del suolo mediante stazioni GNSS
presso la Concessione di Gorgoglione
Rapporto di elaborazione dei dati
Aggiornamento al 28 febbraio 2019

Ordine: Contratto di SERVIZI di monitoraggio sismico sull'area della
Concessione Gorgoglione
Contratto n° 4600001366 del 09/01/2018
CUP n. F75F07000100007

Note:

N. Pagine: 15

Data: 12 aprile 2019

Elaborato: Fabio Villa, Andrea Tamburini

Verificato: Andrea Tamburini

INDICE

1. INTRODUZIONE	3
2. DESCRIZIONE DELLA RETE GNSS	4
3. RISULTATI DELLE ELABORAZIONI	8
4. COMMENTI AI RISULTATI.....	14

1. INTRODUZIONE

La società IMAGEO SRL è stata incaricata dalla società TOTAL E&P ITALIA SPA, di fornire e installare una rete di monitoraggio degli spostamenti superficiali mediante GNSS presso la concessione Gorgoglione, garantendo l'acquisizione ed elaborazione continua dei dati e l'emissione di rapporti tecnici periodici. La rete, costituita da tre stazioni di misura, ha iniziato ad acquisire dati il 18 settembre 2018.

Nel presente documento vengono riportati i risultati della prima elaborazione periodica dei dati, con aggiornamento alla data del 28 febbraio 2019. In particolare vengono riportate nel documento le seguenti informazioni:

- Descrizione della rete, con le caratteristiche della strumentazione installata e del sistema di acquisizione ed elaborazione dati
- Metodologia di calcolo utilizzata
- Risultati ottenuti nei primi sei mesi circa di funzionamento e commento alle misure

2. DESCRIZIONE DELLA RETE GNSS

La rete è costituita da tre stazioni di misura:

ID	Comune	latitudine	longitudine	Quota ortometrica	Data installazione
GNSS 01 (su TR04)	San Mauro Forte	40°29'48.85514"	16°12'56.33187"	616.173	18/09/2018
GNSS 02 (su TR05)	Guardia Peticara	40°22'59.60884"	16°05'42.81581"	712.563	18/09/2018
GNSS 03 (su TR07)	Laurenzana	40°26'42.69723"	15°57'22.40445"	849.775	19/09/2018

Tabella 1 – Coordinate geografiche delle stazioni GNSS

Ciascuna stazione è dotata delle seguenti apparecchiature:

- Ricevitore GNSS Trimble NetR9
- Chocke Ring Antenna Trimble GNSS-Ti v2 con cavo 10 m
- Elettrolivella biassiale Earthsystem
- Datalogger Campbell Scientific mod. CR310
- Capsula 230V per protettore EMP
- Router 3G – Net Module
- Antenna esterna con staffa per router 3G
- Pannello fotovoltaico 150W
- Sistema alimentazione con batteria in tampone

L'ubicazione delle stazioni è rappresentata in **Figura 1**.

Le antenne GNSS sono state installate alla sommità dei corner reflector installati nelle relative piazzole; questa soluzione, già adottata in altre aree di produzione o stoccaggio idrocarburi, è stata prescelta al fine di consentire una miglior correlazione tra le due tipologie di misure (**Figura 2**).

Per individuare eventuali deviazioni dalla verticale del corner reflector sul quale è installata l'antenna GNSS, è stato installato su ciascuno di essi un inclinometro biassiale (**Figura 3**).

Per convenzione, gli assi X e Y dell'inclinometro biassiale sono stati orientati rispettivamente verso nord e verso ovest in tutte le postazioni.

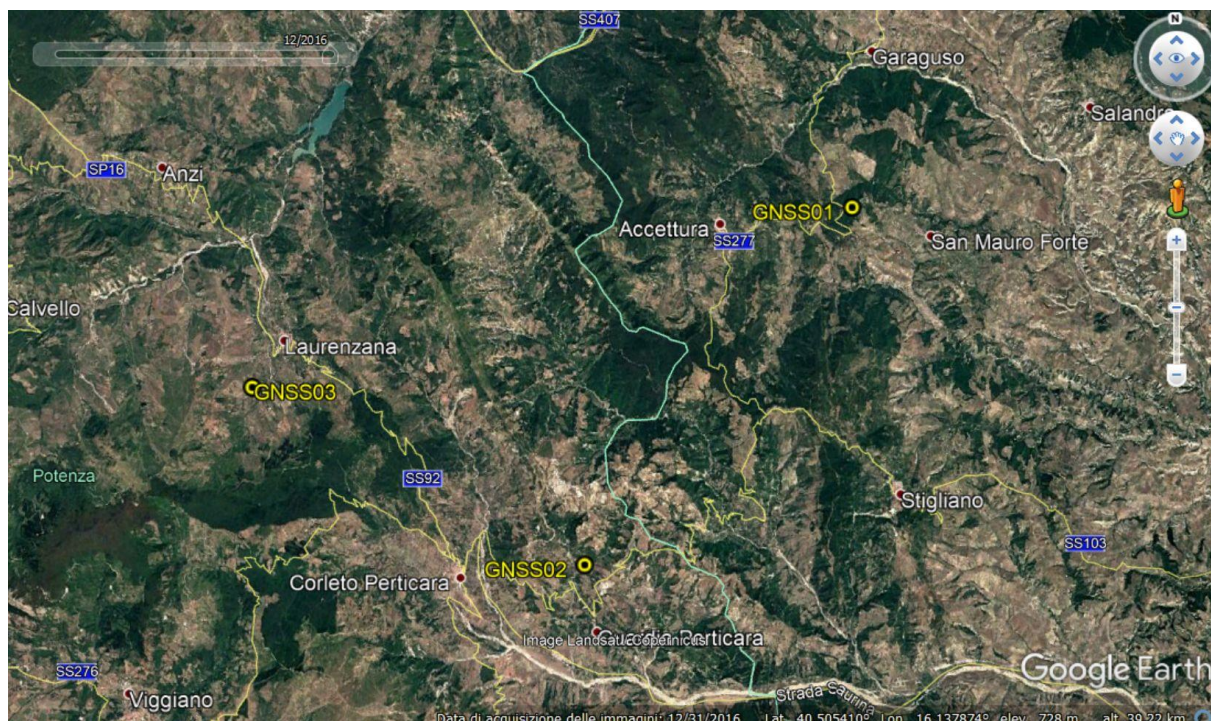


Figura 1 – Ubicazione delle stazioni GNSS.

I dati delle stazioni GNSS vengono registrati su un server ftp in cloud raggiungibile mediante accesso protetto da password. Sul server vengono registrate sessioni di misura orarie in formato RINEX, in un archivio organizzato secondo una struttura ANNO\MESE\GIORNO. Al fine di garantire la ridondanza dell'archivio, nella memoria interna di ciascun ricevitore vengono registrate sessioni giornaliere in formato proprietario (*.TR2), scaricabili manualmente mediante l'interfaccia di accesso al ricevitore.

L'accesso alle stazioni viene effettuato utilizzando un browser, che consente di aprire l'interfaccia di comunicazione con il ricevitore, verificarne lo stato e la configurazione, il livello di carica delle batterie (interna ed esterna), il livello di occupazione della memoria ed altri parametri attraverso un menu intuitivo posto nella parte sinistra del monitor (**Figura 4**)

Gli inclinometri biassiali vengono gestiti attraverso un datalogger Campbell Scientific mod. CR310 dedicato, configurato per acquisire i dati di inclinazione e alimentazione del sensore con periodicità oraria.

E' possibile accedere all'archivio dei dati acquisiti dagli inclinometri sempre attraverso browser, utilizzando un'apposita interfaccia che consente di visualizzare, diagrammare e scaricare i dati acquisiti in formato .CSV (**Figura 5**).

Tutti gli accessi sono protetti da password.



Figura 2 – Antenna Chocke Ring installata al centro di un corner reflector.



Figura 3 – Inclinometro biassiale installato sul palo di sostegno di un corner reflector dotato di antenna GNSS alla sommità.

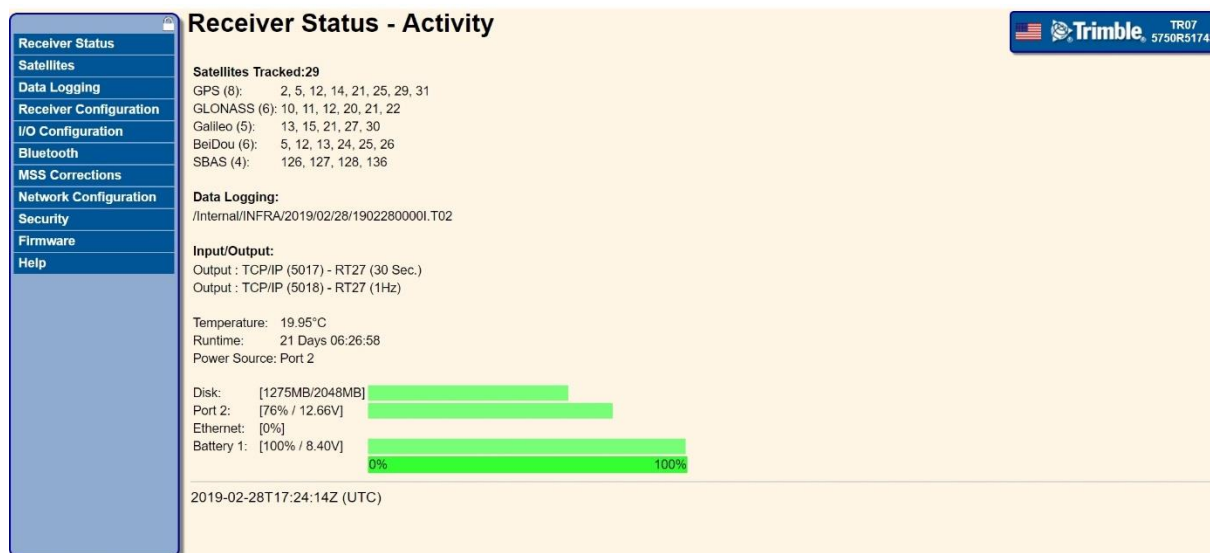


Figura 4 – Interfaccia web di comunicazione con i ricevitori GNSS.

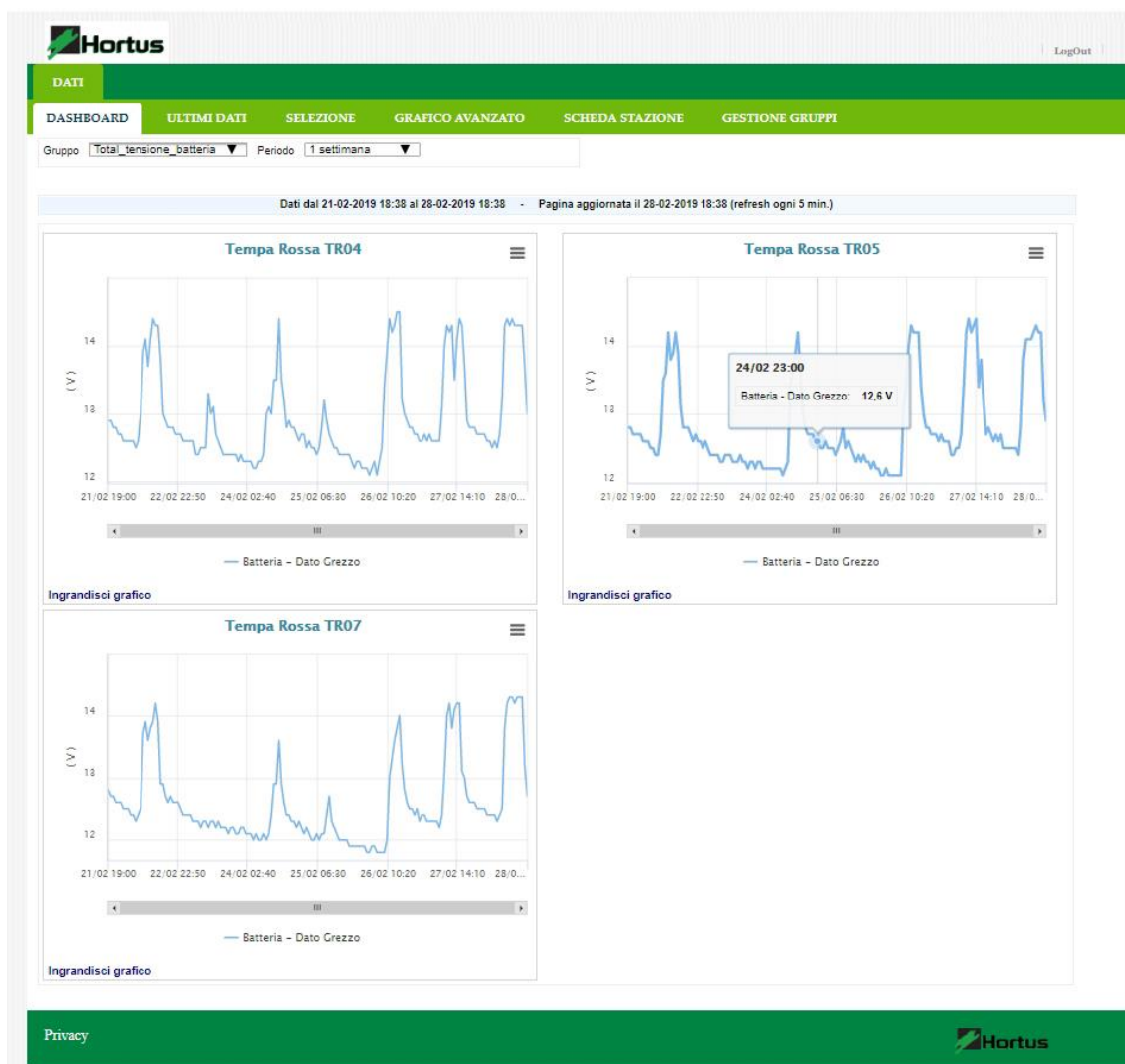


Figura 5 – Interfaccia web di comunicazione con il software di gestione degli inclinometri biassiali.

3. RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

I dati delle stazioni GNSS 01, GNSS 02 e GNSS 03 sono stati elaborati utilizzando come base di riferimento la stazione TITO della rete GNSS nazionale RING. La stazione è posizionata in località Tito Scalo (PZ), ed è stata scelta sia per la vicinanza alle stazioni GNSS 01, GNSS 02 e GNSS 03, sia per la stabilità e continuità delle misure nelle serie storiche passate. Sono stati preferiti servizi di posizionamento satellitare gestiti da enti pubblici piuttosto che da società private.

La scelta della stazione di riferimento risulta da una ricognizione di tutte le stazioni disponibili in zona, delle quali è stata verificata l'accessibilità e la continuità degli archivi storici. I risultati della ricerca sono sintetizzati in **Figura 6** ed in Tabella 2.

La monografia della stazione TITO è riportata in **Figura 7**.

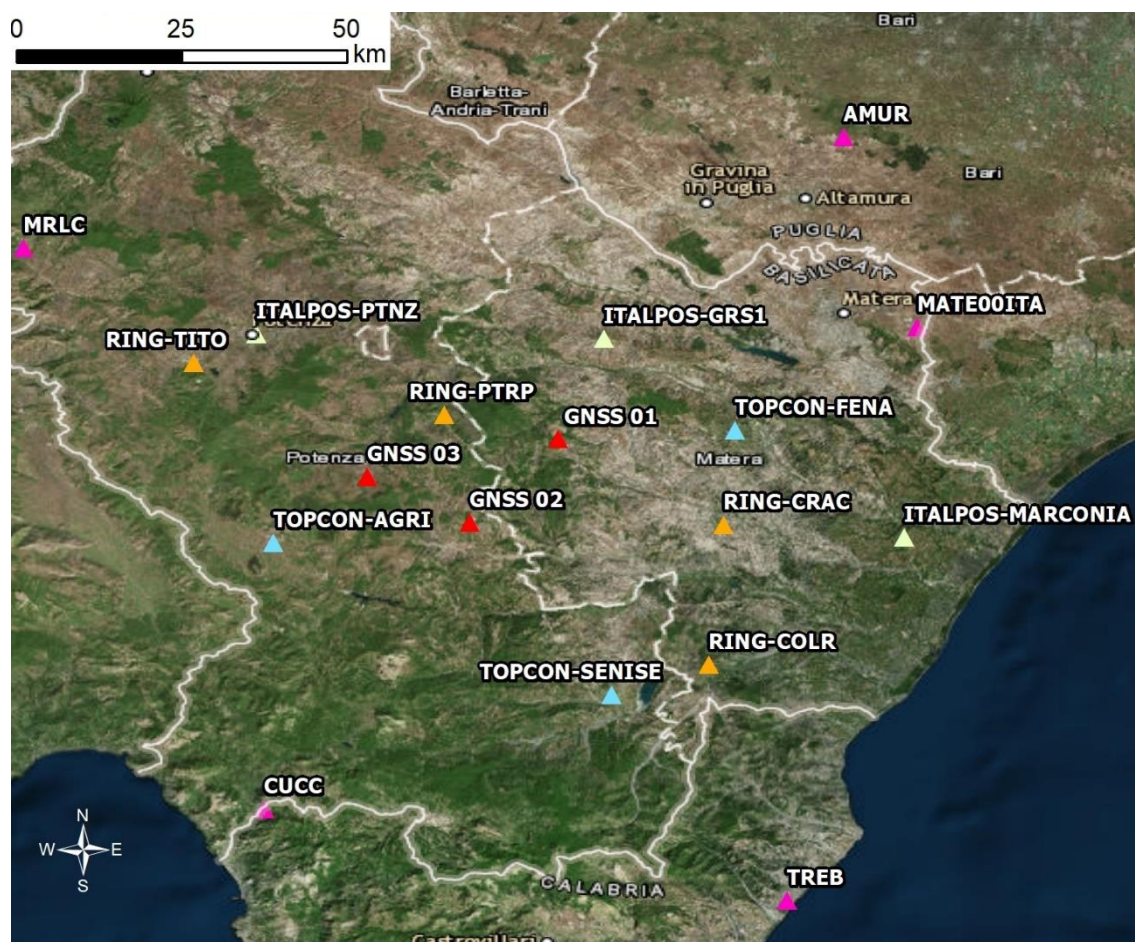


Figura 6 – Distribuzione delle stazioni fisse presenti nei dintorni dell'area di progetto.

Nome stazione	Località	Rete	Rinex 30sec	Note	Distanza da staz.GNSS min-max
COLR	Colobrarò (MT)	RING	NO	Nessuna acquisizione da Giugno 2018	35-49 km
CRAC	Craco (MT)	RING	NO	Nessuna acquisizione da Giugno 2018	23-42 km
PTRP	Pietrapertosa(PZ)	RING	NO	Nessuna acquisizione da Giugno 2018	12-16 km
TITO	Tito (PZ)	RING	SI		26-43 km
MRLC		RDN-IGM	SI	Non sempre accessibile	51-67 km
AMUR		RDN-IGM	SI	Non sempre accessibile	56-75 km
CUCC		RDN-IGM	SI	Non sempre accessibile	48-64 km
MATE		RDN-IGM	SI	Non sempre accessibile	44-67 km
TREB		RDN-IGM	SI	Non sempre accessibile	67-80 km
FENA		TOPCON	SI	Servizio privato	20-42 km
AGRI		TOPCON	NO	Nessuna acquisizione dal 2013	14-36 km
POTENZA		ITALPOS	SI	Servizio privato	24-38 km
MARCONIA		ITALPOS	SI	Servizio privato	15-33 km

Tabella 2 – Riepilogo delle stazioni GNSS permanenti esistenti nell'area di studio

Le coordinate della stazione nel frame ETRF200/RDN sono state calcolate inquadrandola in una rete di 5 stazioni master della rete dinamica nazionale (RDN)

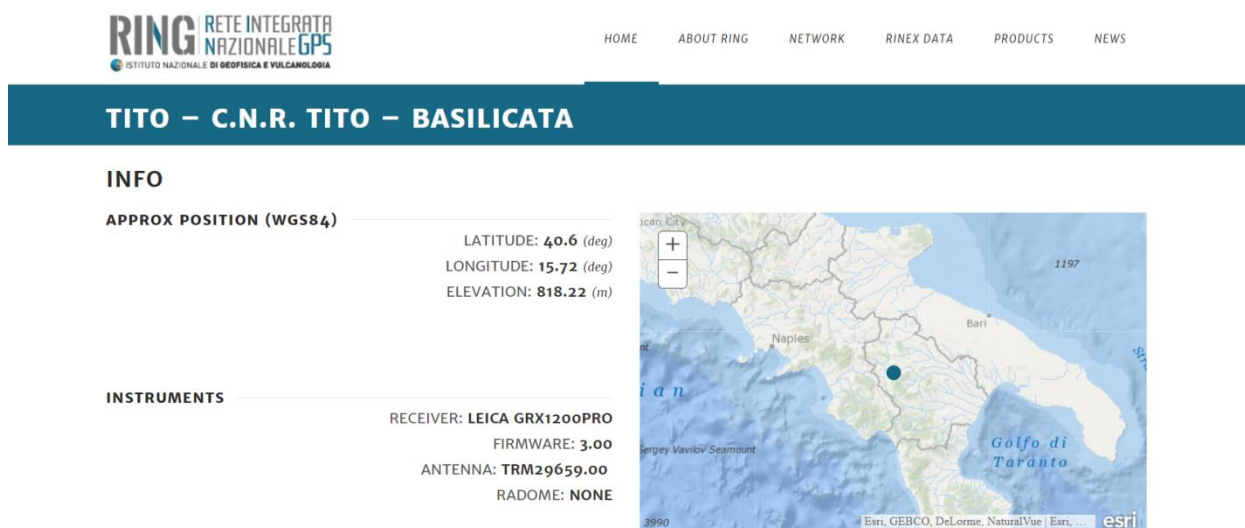


Figura 7 – Monografia della stazione TITO della Rete Integrata Nazionale GPS, gestita dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Sono state elaborate sessioni di misura della durata di 24 ore, utilizzando i dati delle effemeridi precise fornite dal servizio di condivisione dell'Università di Berna: <ftp.unibe.ch>

I risultati dell'andamento delle posizioni delle tre stazioni GNSS sono riportati nei grafici seguenti che rappresentano gli scostamenti dalla posizione iniziale nelle tre direzioni, dal 19/09/2018 al 28/02/2019.

Affiancato al grafico degli spostamenti viene riportato il grafico, relativo allo stesso intervallo temporale, delle misure inclinometriche.

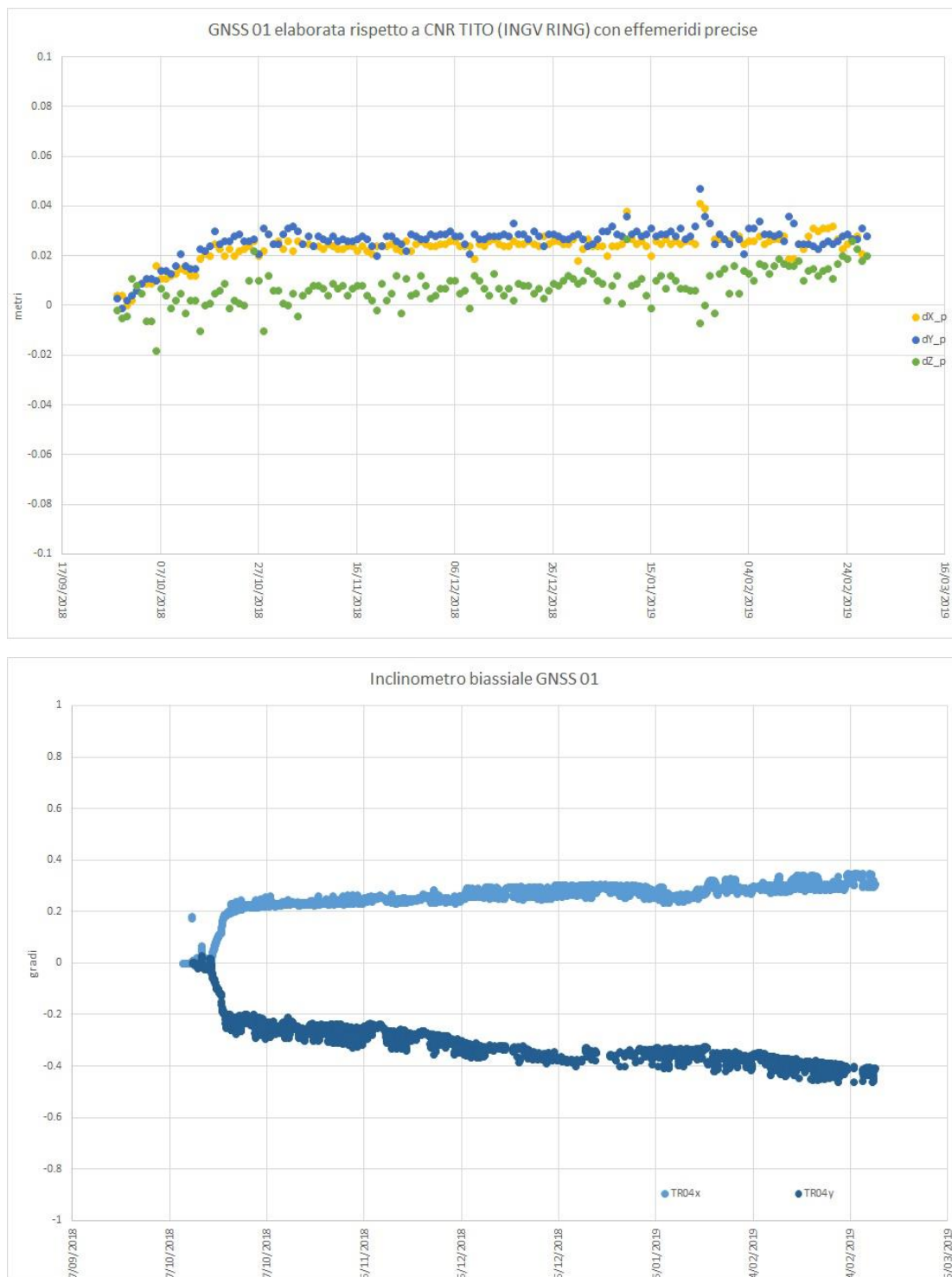


Figura 8 – Stazione GNSS 01: scostamenti dalla posizione iniziale nelle 3 componenti x,y e z (in alto).
Serie inclinometrica nelle 2 componenti x e y (in basso)

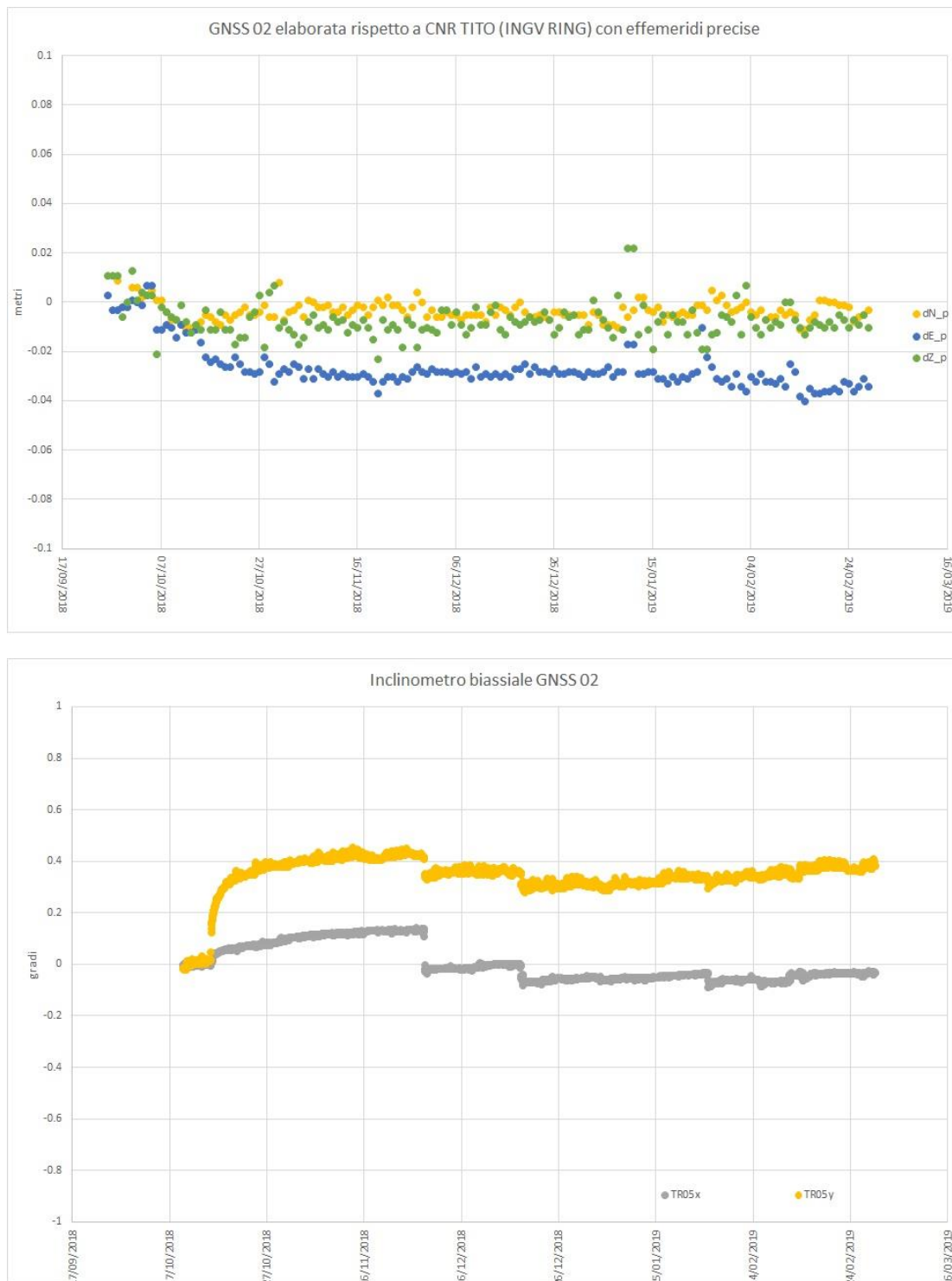


Figura 9 – Stazione GNSS 02: scostamenti dalla posizione iniziale nelle 3 componenti x,y e z (in alto).
Serie inclinometrica nelle 2 componenti x e y (in basso)

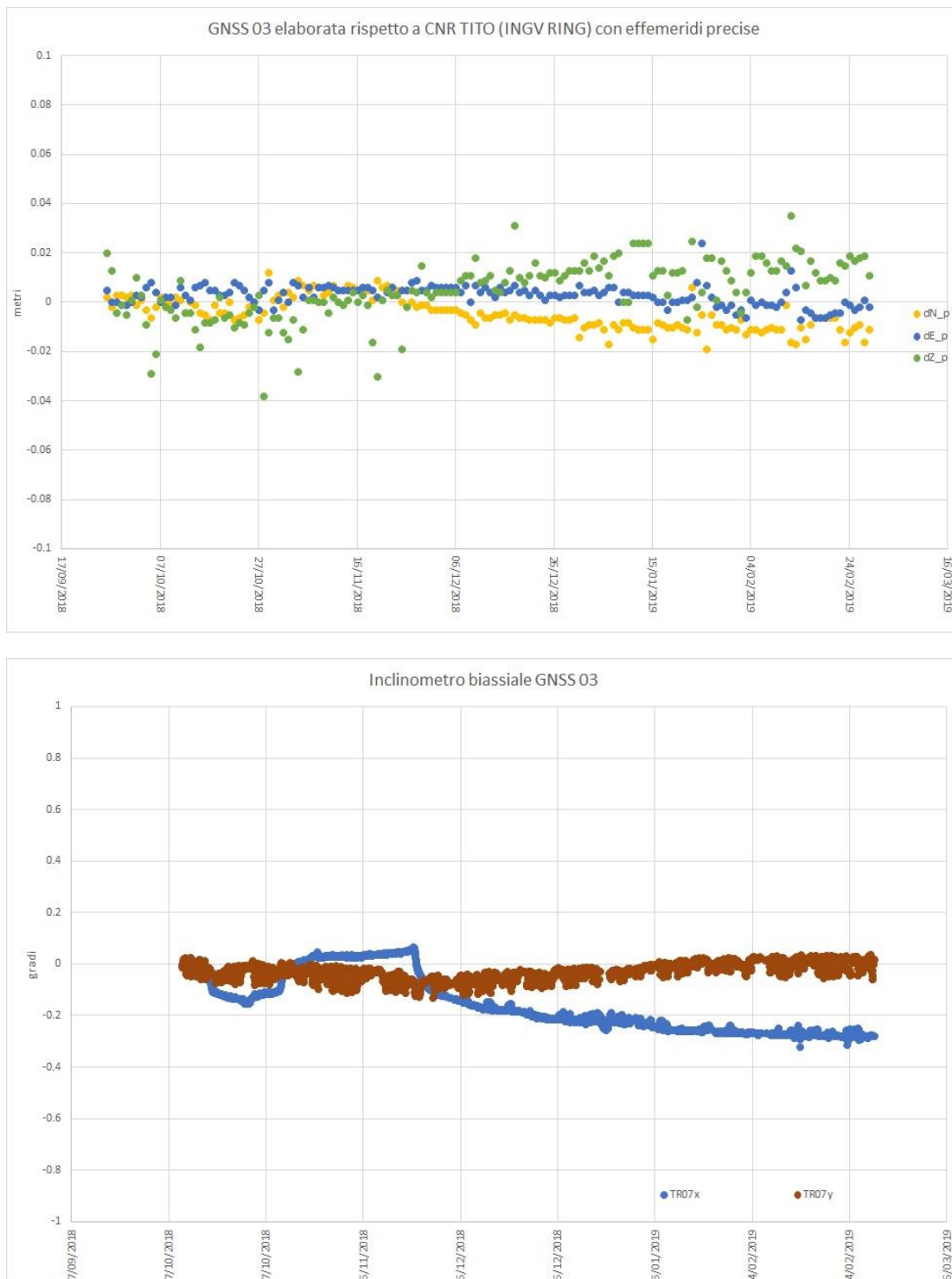


Figura 10 – Stazione GNSS 03: scostamenti dalla posizione iniziale nelle 3 componenti x,y e z (in alto). Serie inclinometrica nelle 2 componenti x e y (in basso)

4. COMMENTI AI RISULTATI

I risultati presentati nel rapporto sono relativi ai primi sei mesi circa di misure, un periodo ancora troppo breve per poter formulare considerazioni definitive sia sull'esistenza di eventuali spostamenti superficiali che sull'effettiva rumorosità del sito di misura legata all'influenza delle condizioni climatiche e/o di altri agenti esterni.

Nei punti che seguono vengono riportati alcuni commenti preliminari sui dati, da confermare nei prossimi rapporti.

- Sono ben evidenti nella parte iniziale delle serie storiche presentate gli effetti dell'assestamento delle postazioni di misura, effetti che sono risultati in alcuni casi visibili anche sul terreno, sotto forma di piccoli cedimenti nell'intorno delle installazioni. Un esempio è riportato in **Figura 11** e **Figura 12**.
- Dopo il periodo di assestamento iniziale, le stazioni non sembrano mostrare spostamenti rilevabili e il rumore delle misure è congruente con le prestazioni attese per la strumentazione impiegata. I risultati a nostro parere possono essere considerati soddisfacenti.
- Gli inclinometri biassiali GNSS 01 e GNSS 03 presentano una rumorosità strumentale più elevata su una delle due componenti; è in corso un'analisi approfondita dei dati per individuare se è possibile adottare azioni correttive per migliorare i risultati delle misure.
- Quando sarà disponibile almeno un anno di misure, si potrà quantificare l'eventuale presenza di disturbi ciclici legati alla variazione dei parametri climatici e definirne l'entità.



Figura 11 – Stazione GNSS 01: evidenze di assestamento del terreno



Figura 12 – Stazione GNSS 01: evidenze di assestamento del terreno; particolare dell'immagine precedente



IMAGEO S.R.L.
Fraz. Combe, 31
10050 Mattie (TO)
p.iva/c.f. 09715950011

Via Riccardo Pitteri, 8
20134 Milano

PH. +39 346 421.66.29
info@imageosrl.com
imageosrl@legalmail.it
www.imageosrl.com

Cliente: TOTAL E&P ITALIA SpA

Oggetto: Monitoraggio spostamenti del suolo mediante stazioni GNSS
presso la Concessione di Gorgoglione
Rapporto di elaborazione dei dati
Aggiornamento al 31 agosto 2019

Ordine: Contratto di SERVIZI di monitoraggio sismico sull'area della
Concessione Gorgoglione
Contratto n° 4600001366 del 09/01/2018
CUP n. F75F07000100007

Note:

N. Pagine: 13

Data: 25 settembre 2019

Elaborato: Fabio Villa, Andrea Tamburini

Verificato: Andrea Tamburini

INDICE

1. INTRODUZIONE	3
2. DESCRIZIONE DELLA RETE GNSS	4
3. RISULTATI DELLE ELABORAZIONI	8
4. COMMENTI AI RISULTATI.....	13

1. INTRODUZIONE

La società IMAGEO SRL è stata incaricata dalla società TOTAL E&P ITALIA SPA, di fornire e installare una rete di monitoraggio degli spostamenti superficiali mediante GNSS presso la concessione Gorgoglione, garantendo l'acquisizione ed elaborazione continua dei dati e l'emissione di rapporti tecnici periodici.

La rete, costituita da tre stazioni di misura, ha iniziato ad acquisire dati il 18 settembre 2018.

Nel presente documento vengono riportati i risultati della seconda elaborazione periodica dei dati, con aggiornamento alla data del 31 agosto 2019. In particolare vengono riportate nel documento le seguenti informazioni:

- Descrizione della rete, con le caratteristiche della strumentazione installata e del sistema di acquisizione ed elaborazione dati
- Metodologia di calcolo utilizzata
- Risultati ottenuti nel primo anno di funzionamento e commento alle misure

2. DESCRIZIONE DELLA RETE GNSS

La rete è costituita da tre stazioni di misura:

ID	Comune	latitudine	longitudine	Quota ortometrica	Data installazione
GNSS 01 (su TR04)	San Mauro Forte	40°29'48.85514"	16°12'56.33187"	616.173	18/09/2018
GNSS 02 (su TR05)	Guardia Petricara	40°22'59.60884"	16°05'42.81581"	712.563	18/09/2018
GNSS 03 (su TR07)	Laurenzana	40°26'42.69723"	15°57'22.40445"	849.775	19/09/2018

Tabella 1 – Coordinate geografiche delle stazioni GNSS

Ciascuna stazione è dotata delle seguenti apparecchiature:

- Ricevitore GNSS Trimble NetR9
- Chocke Ring Antenna Trimble GNSS-Ti v2 con cavo 10 m
- Elettrolivella biassiale Earthsystem
- Datalogger Campbell Scientific mod. CR310
- Capsula 230V per protettore EMP
- Router 3G – Net Module
- Antenna esterna con staffa per router 3G
- Pannello fotovoltaico 150W
- Sistema alimentazione con batteria in tampone

L'ubicazione delle stazioni è rappresentata in **Figura 1**.

Le antenne GNSS sono state installate alla sommità dei corner reflector installati nelle relative piazzole; questa soluzione, già adottata in altre aree di produzione o stoccaggio idrocarburi, è stata prescelta al fine di consentire una miglior correlazione tra le due tipologie di misure (**Figura 2**).

Per individuare eventuali deviazioni dalla verticale del corner reflector sul quale è installata l'antenna GNSS, è stato installato su ciascuno di essi un inclinometro biassiale (**Figura 3**).

Per convenzione, gli assi X e Y dell'inclinometro biassiale sono stati orientati rispettivamente verso nord e verso ovest in tutte le postazioni.

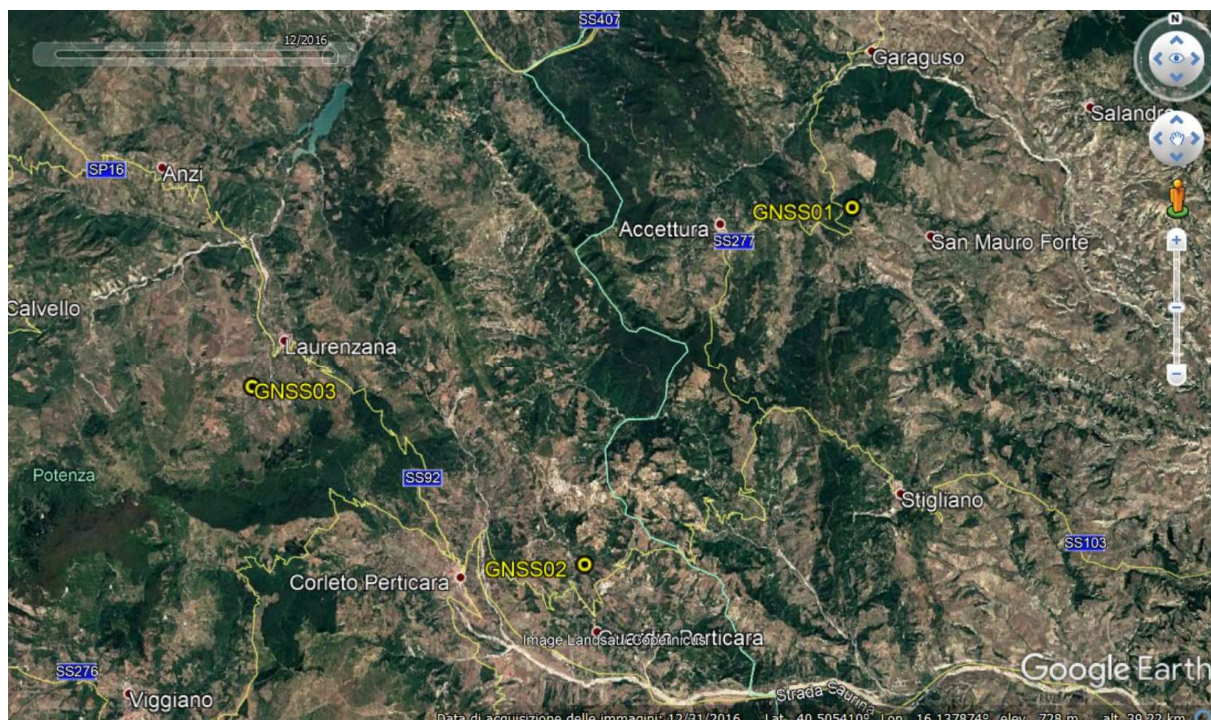


Figura 1 – Ubicazione delle stazioni GNSS.

I dati delle stazioni GNSS vengono registrati su un server ftp in cloud raggiungibile mediante accesso protetto da password. Sul server vengono registrate sessioni di misura orarie in formato RINEX, in un archivio organizzato secondo una struttura ANNO\MESE\GIORNO. Al fine di garantire la ridondanza dell'archivio, nella memoria interna di ciascun ricevitore vengono registrate sessioni giornaliere in formato proprietario (*.TR2), scaricabili manualmente mediante l'interfaccia di accesso al ricevitore.

L'accesso alle stazioni viene effettuato utilizzando un browser, che consente di aprire l'interfaccia di comunicazione con il ricevitore, verificarne lo stato e la configurazione, il livello di carica delle batterie (interna ed esterna), il livello di occupazione della memoria ed altri parametri attraverso un menu intuitivo posto nella parte sinistra del monitor (**Figura 4**)

Gli inclinometri biassiali vengono gestiti attraverso un datalogger Campbell Scientific mod. CR310 dedicato, configurato per acquisire i dati di inclinazione e alimentazione del sensore con periodicità oraria.

E' possibile accedere all'archivio dei dati acquisiti dagli inclinometri sempre attraverso browser, utilizzando un'apposita interfaccia che consente di visualizzare, diagrammare e scaricare i dati acquisiti in formato .CSV (**Figura 5**).

Tutti gli accessi sono protetti da password.



Figura 2 – Antenna Chocke Ring installata al centro di un corner reflector.



Figura 3 – Inclino metro biassiale installato sul palo di sostegno di un corner reflector dotato di antenna GNSS alla sommità.

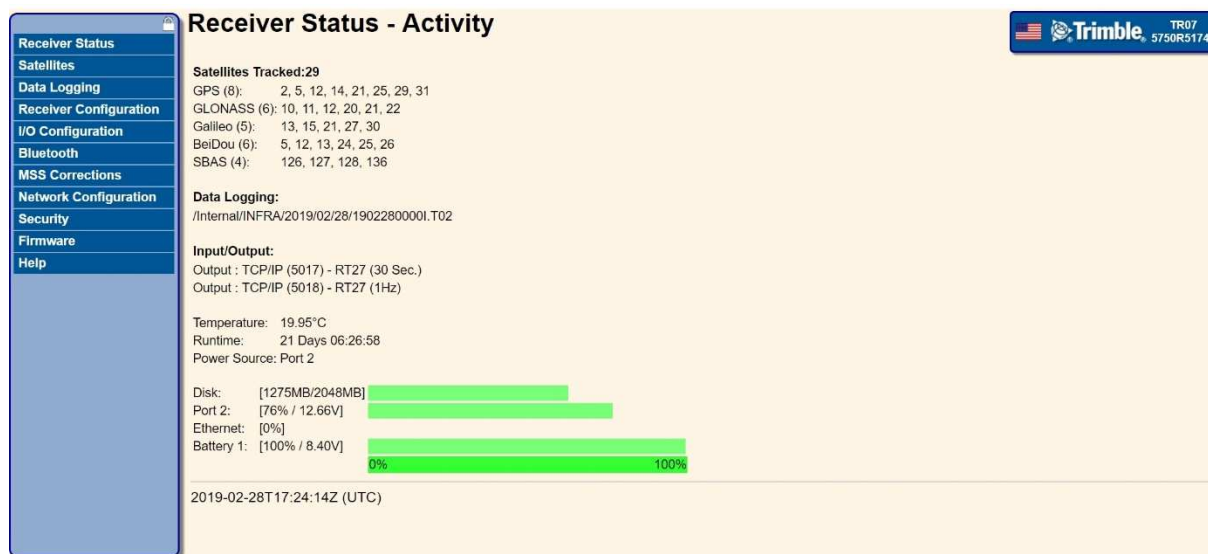


Figura 4 – Interfaccia web di comunicazione con i ricevitori GNSS.

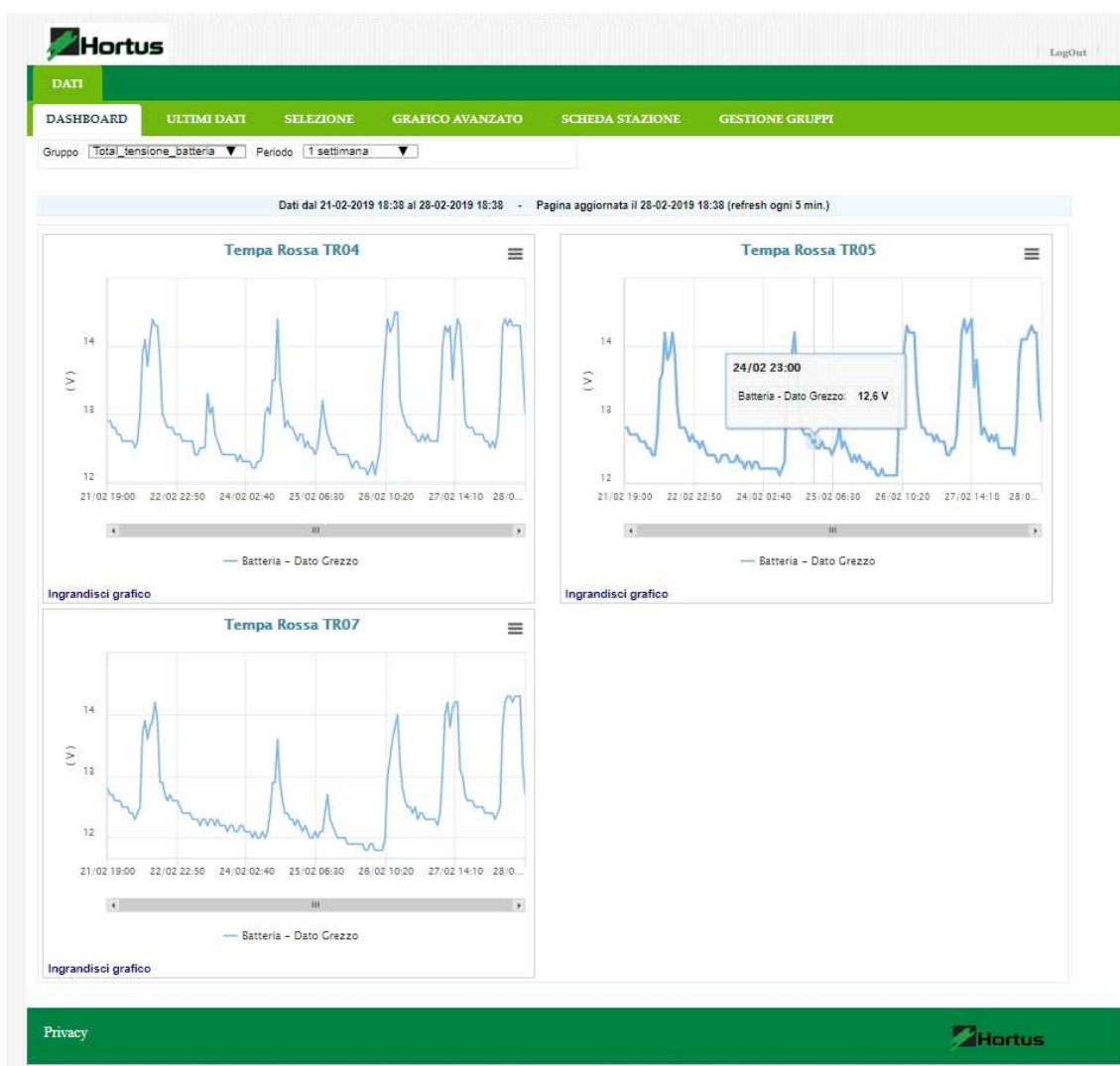


Figura 5 – Interfaccia web di comunicazione con il software di gestione degli inclinometri biassiali.

3. RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

I dati delle stazioni GNSS 01, GNSS 02 e GNSS 03 sono stati elaborati utilizzando come base di riferimento la stazione TITO della rete GNSS nazionale RING. La stazione è posizionata in località Tito Scalo (PZ), ed è stata scelta sia per la vicinanza alle stazioni GNSS 01, GNSS 02 e GNSS 03, sia per la stabilità e continuità delle misure nelle serie storiche passate. Sono stati preferiti servizi di posizionamento satellitare gestiti da enti pubblici piuttosto che da società private.

La scelta della stazione di riferimento risulta da una ricognizione di tutte le stazioni disponibili in zona, dopo averne verificato l'accessibilità e la continuità degli archivi storici. In **Figura 6** ed in **Figura 7** sono riportate rispettivamente la posizione e la monografia della stazione TITO.

Si ricorda che le coordinate della stazione TITO nel frame ETRF200/RDN sono state calcolate mediante inquadramento in una rete di 5 stazioni master della rete dinamica nazionale (RDN).



Figura 6 – Posizione delle stazioni di misura, inclusa la stazione di riferimento TITO.

TITO – C.N.R. TITO – BASILICATA

INFO

APPROX POSITION (WGS84)

LATITUDE: **40.6** (deg)
LONGITUDE: **15.72** (deg)
ELEVATION: **818.22** (m)

INSTRUMENTS

RECEIVER: **LEICA GRX1200PRO**
FIRMWARE: **3.00**
ANTENNA: **TRM29659.00**
RADOME: **NONE**



Figura 7 – Monografia della stazione TITO della Rete Integrata Nazionale GPS, gestita dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Per determinare le coordinate delle stazioni GNSS sono state elaborate sessioni di misura della durata di 24 ore, utilizzando i dati delle effemeridi precise fornite dal servizio di condivisione dell'Università di Berna: <ftp.unibe.ch>

I risultati dell'andamento delle posizioni delle tre stazioni GNSS sono riportati nei grafici seguenti che rappresentano gli scostamenti dalla posizione iniziale nelle tre direzioni x (est), y (nord) e z (quota), dal 19/09/2018 al 31/08/2019.

Sotto al grafico degli spostamenti viene riportato il grafico, relativo allo stesso intervallo temporale, delle misure inclinometriche nelle direzioni x (nord) e y (ovest).

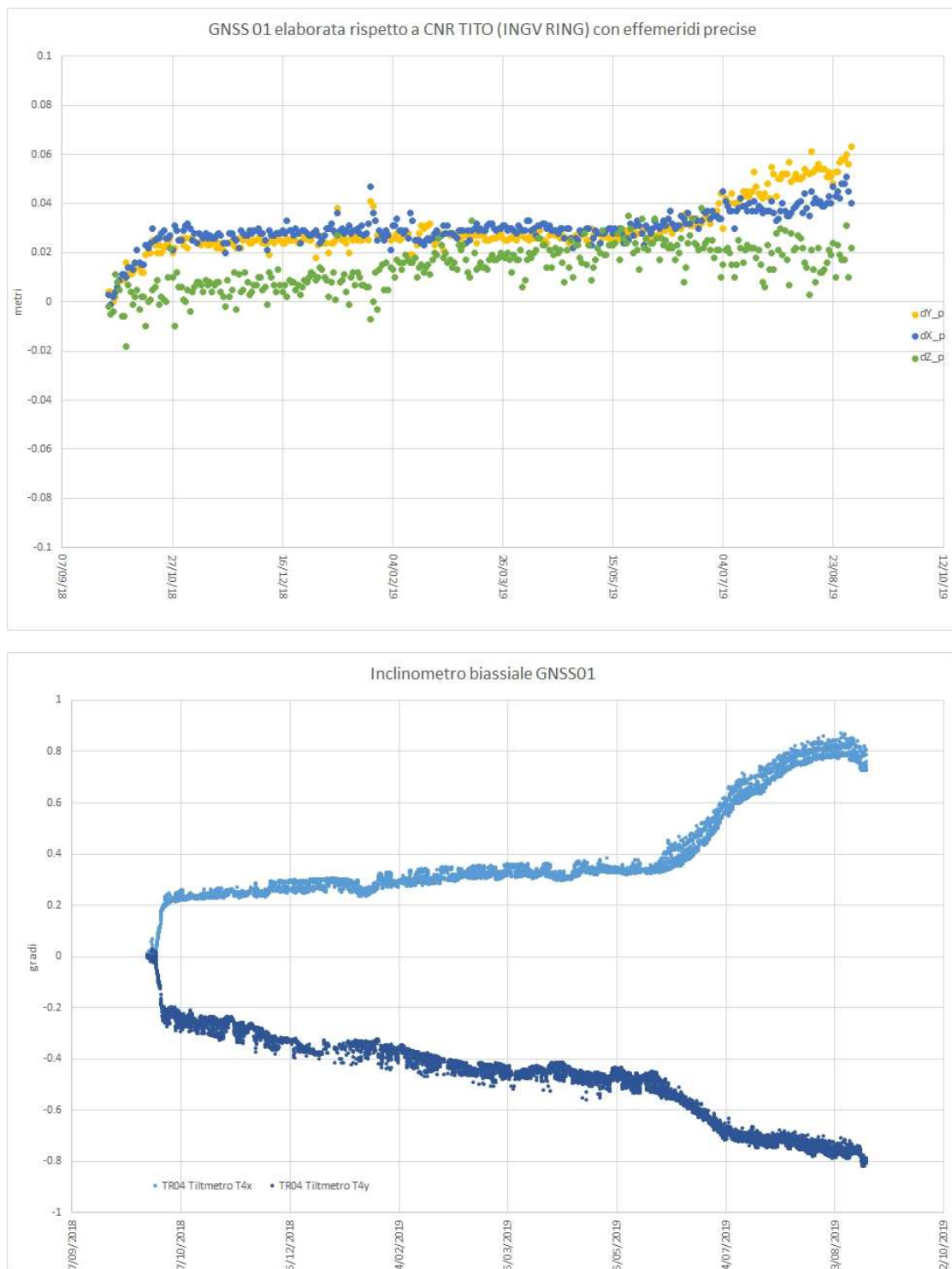


Figura 8 – Stazione GNSS 01: scostamenti dalla posizione iniziale nelle 3 componenti x,y e z (in alto).
Serie inclinometrica nelle 2 componenti x e y (in basso)

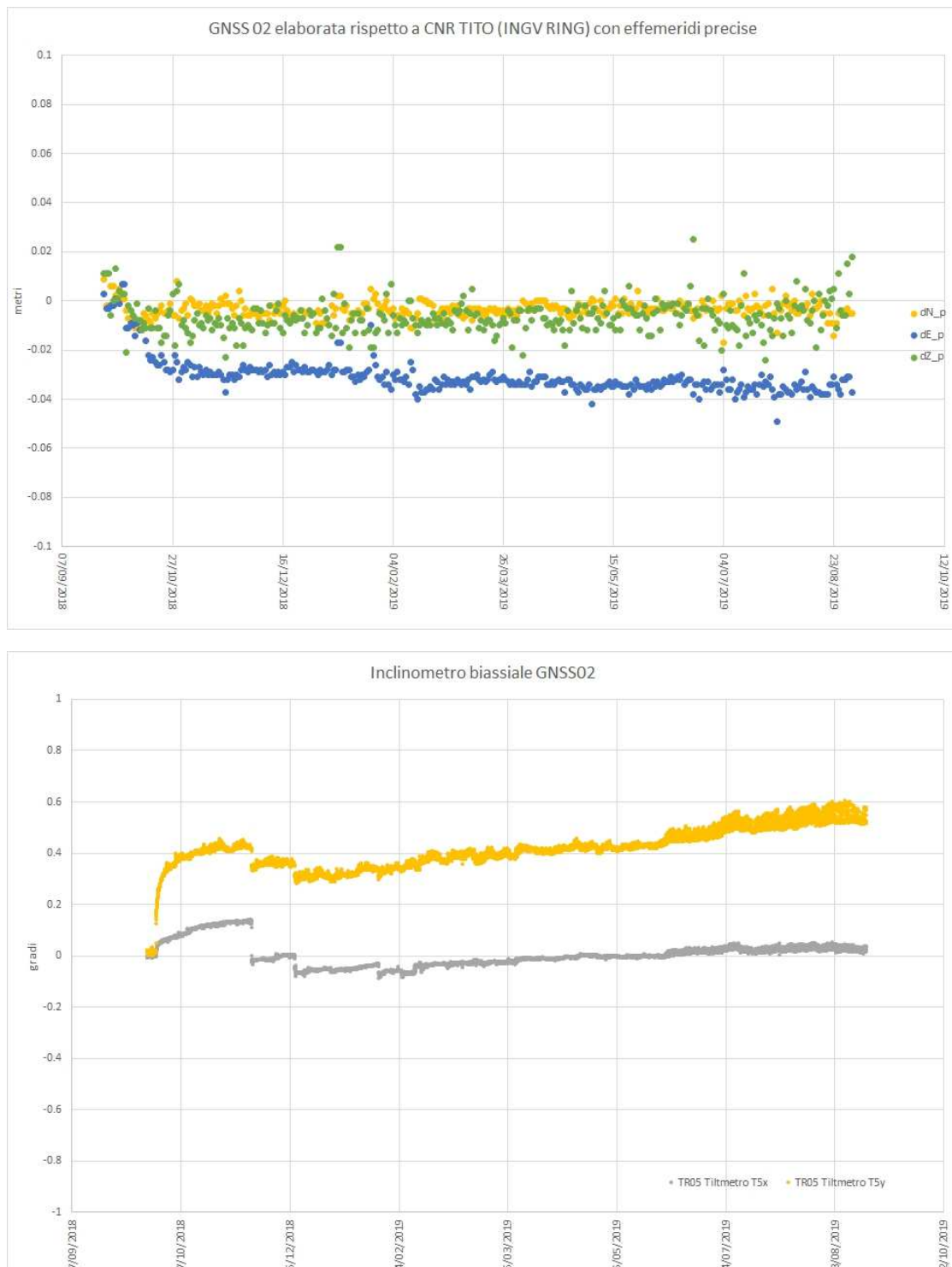


Figura 9 – Stazione GNSS 02: scostamenti dalla posizione iniziale nelle 3 componenti x,y e z (in alto).
Serie inclinometrica nelle 2 componenti x e y (in basso)

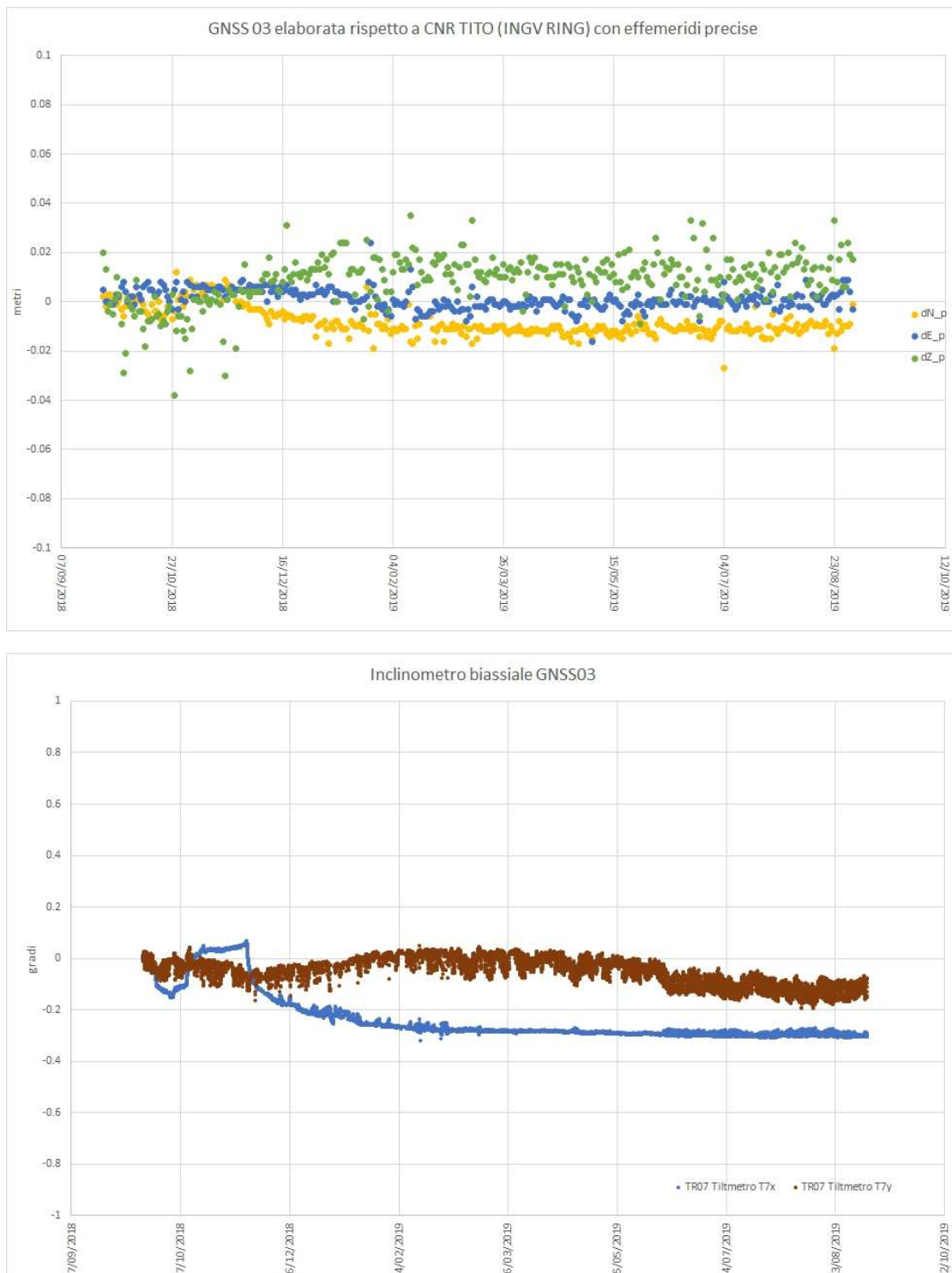


Figura 10 – Stazione GNSS 03: scostamenti dalla posizione iniziale nelle 3 componenti x,y e z (in alto). Serie inclinometrica nelle 2 componenti x e y (in basso)

4. COMMENTI AI RISULTATI

Nei punti che seguono vengono riportati alcuni commenti ai dati registrati durante il primo anno di funzionamento:

- Dopo il periodo di assestamento iniziale, le stazioni GNSS02 e GNSS03 non mostrano spostamenti rilevabili e il rumore delle misure è congruente con le prestazioni attese per la strumentazione impiegata.
- La stazione GNSS01 continua a mostrare segni di spostamento sul piano orizzontale complessivamente inferiori ai 4 cm nel periodo, con un'evidente riattivazione a partire dall'inizio di giugno 2019 a seguito di un periodo di abbondanti piogge. I dati GNSS e quelli dell'inclinometro biassiale sono congruenti ed indicano una progressiva inclinazione verso NE del blocco sul quale è stato installato il corner reflector, confermata da evidenze dirette di assestamento/compattazione del suolo sottostante il blocco in calcestruzzo. Il fenomeno, già segnalato nel precedente rapporto, sembra ora in fase di progressivo smorzamento ed è riconducibile al naturale assestamento del terreno sotto la spinta del blocco in CLS e l'azione delle acque meteoriche.
- Le prestazioni della strumentazione utilizzata sono soddisfacenti e corrispondenti alle attese.



IMAGE S.R.L.
Fraz. Combe, 31
10050 Mattie (TO)
p.iva/c.f. 09715950011

Via Riccardo Pitteri, 8
20134 Milano

PH. +39 346 421.66.29
info@imageosrl.com
imageosrl@legalmail.it
www.imageosrl.com

Cliente: TOTAL E&P ITALIA SpA

Oggetto: Monitoraggio spostamenti del suolo mediante stazioni GNSS
presso la Concessione di Gorgoglione
Rapporto di elaborazione dei dati
Aggiornamento al 29 febbraio 2020

Ordine: Contratto di SERVIZI di monitoraggio sismico sull'area della
Concessione Gorgoglione
Contratto n° 4600001366 del 09/01/2018
CUP n. F75F07000100007

Note:

N. Pagine: 13

Data: 18 marzo 2020

Elaborato: Fabio Villa, Andrea Tamburini

Verificato: Andrea Tamburini

INDICE

1. INTRODUZIONE	3
2. DESCRIZIONE DELLA RETE GNSS	4
3. RISULTATI DELLE ELABORAZIONI	8
4. COMMENTI AI RISULTATI.....	13

1. INTRODUZIONE

La società IMAGEO SRL è stata incaricata dalla società TOTAL E&P ITALIA SPA, di fornire e installare una rete di monitoraggio degli spostamenti superficiali mediante GNSS presso la concessione Gorgoglione, garantendo l'acquisizione ed elaborazione continua dei dati e l'emissione di rapporti tecnici periodici. La rete, costituita da tre stazioni di misura, ha iniziato ad acquisire dati il 18 settembre 2018.

Nel presente documento vengono riportati i risultati della terza elaborazione periodica dei dati, con aggiornamento alla data del 29 febbraio 2020. In particolare vengono riportate nel documento le seguenti informazioni:

- Descrizione della rete, con le caratteristiche della strumentazione installata e del sistema di acquisizione ed elaborazione dati
- Metodologia di calcolo utilizzata
- Risultati ottenuti e commento alle misure

2. DESCRIZIONE DELLA RETE GNSS

La rete è costituita da tre stazioni di misura:

ID	Comune	latitudine	longitudine	Quota ortometrica	Data installazione
GNSS 01 (su TR04)	San Mauro Forte	40°29'48.85514"	16°12'56.33187"	616.173	18/09/2018
GNSS 02 (su TR05)	Guardia Peticara	40°22'59.60884"	16°05'42.81581"	712.563	18/09/2018
GNSS 03 (su TR07)	Laurenzana	40°26'42.69723"	15°57'22.40445"	849.775	19/09/2018

Tabella 1 – Coordinate geografiche delle stazioni GNSS

Ciascuna stazione è dotata delle seguenti apparecchiature:

- Ricevitore GNSS Trimble NetR9
- Chocke Ring Antenna Trimble GNSS-Ti v2 con cavo 10 m
- Elettrolivella biassiale Earthsystem
- Datalogger Campbell Scientific mod. CR310
- Capsula 230V per protettore EMP
- Router 3G – Net Module
- Antenna esterna con staffa per router 3G
- Pannello fotovoltaico 150W
- Sistema alimentazione con batteria in tampone

L'ubicazione delle stazioni è rappresentata in **Figura 1**.

Le antenne GNSS sono state installate alla sommità dei corner reflector installati nelle relative piazzole; questa soluzione, già adottata in altre aree di produzione o stoccaggio idrocarburi, è stata prescelta al fine di consentire una miglior correlazione tra le due tipologie di misure (**Figura 2**).

Per individuare eventuali deviazioni dalla verticale del corner reflector sul quale è installata l'antenna GNSS, è stato installato su ciascuno di essi un inclinometro biassiale (**Figura 3**).

Per convenzione, gli assi X e Y dell'inclinometro biassiale sono stati orientati rispettivamente verso nord e verso ovest in tutte le postazioni.

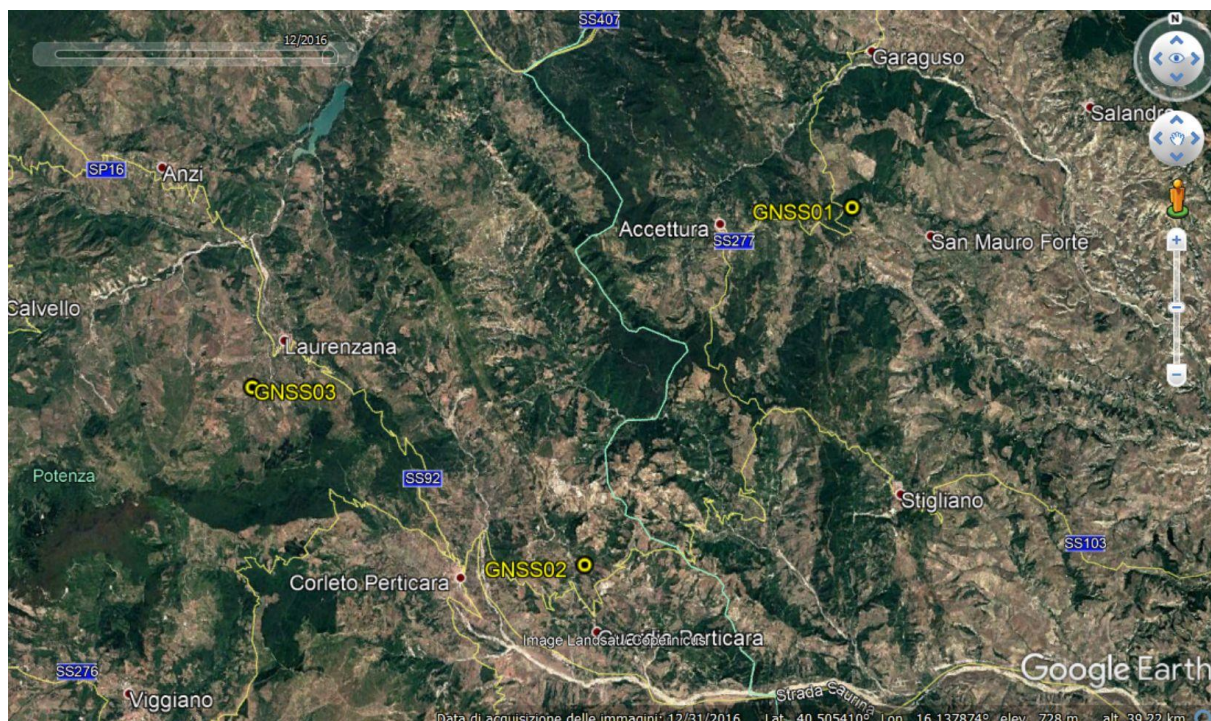


Figura 1 – Ubicazione delle stazioni GNSS.

I dati delle stazioni GNSS vengono registrati su un server ftp in cloud raggiungibile mediante accesso protetto da password. Sul server vengono registrate sessioni di misura orarie in formato RINEX, in un archivio organizzato secondo una struttura ANNO/MESE/GIORNO. Al fine di garantire la ridondanza dell'archivio, nella memoria interna di ciascun ricevitore vengono registrate sessioni giornaliere in formato proprietario (*.TR2), scaricabili manualmente mediante l'interfaccia di accesso al ricevitore.

L'accesso alle stazioni viene effettuato utilizzando un browser, che consente di aprire l'interfaccia di comunicazione con il ricevitore, verificarne lo stato e la configurazione, il livello di carica delle batterie (interna ed esterna), il livello di occupazione della memoria ed altri parametri attraverso un menu intuitivo posto nella parte sinistra del monitor (**Figura 4**)

Gli inclinometri biassiali vengono gestiti attraverso un datalogger Campbell Scientific mod. CR310 dedicato, configurato per acquisire i dati di inclinazione e alimentazione del sensore con periodicità oraria.

E' possibile accedere all'archivio dei dati acquisiti dagli inclinometri sempre attraverso browser, utilizzando un'apposita interfaccia che consente di visualizzare, diagrammare e scaricare i dati acquisiti in formato .CSV (**Figura 5**).

Tutti gli accessi sono protetti da password.



Figura 2 – Antenna Chocke Ring installata al centro di un corner reflector.



Figura 3 – Inclinatorio biassiale installato sul palo di sostegno di un corner reflector dotato di antenna GNSS alla sommità.

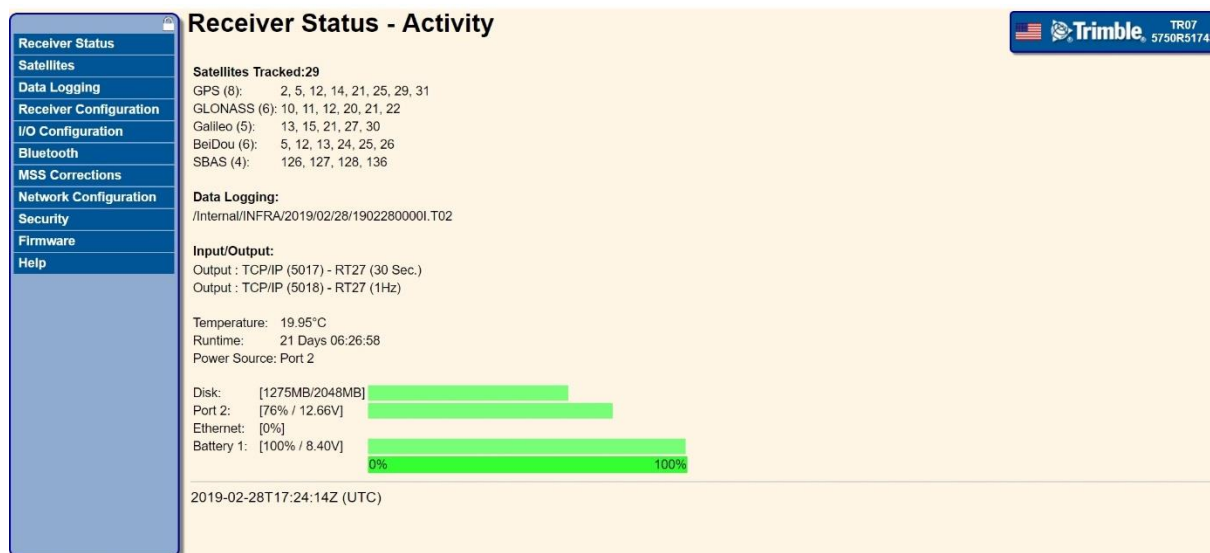


Figura 4 – Interfaccia web di comunicazione con i ricevitori GNSS.

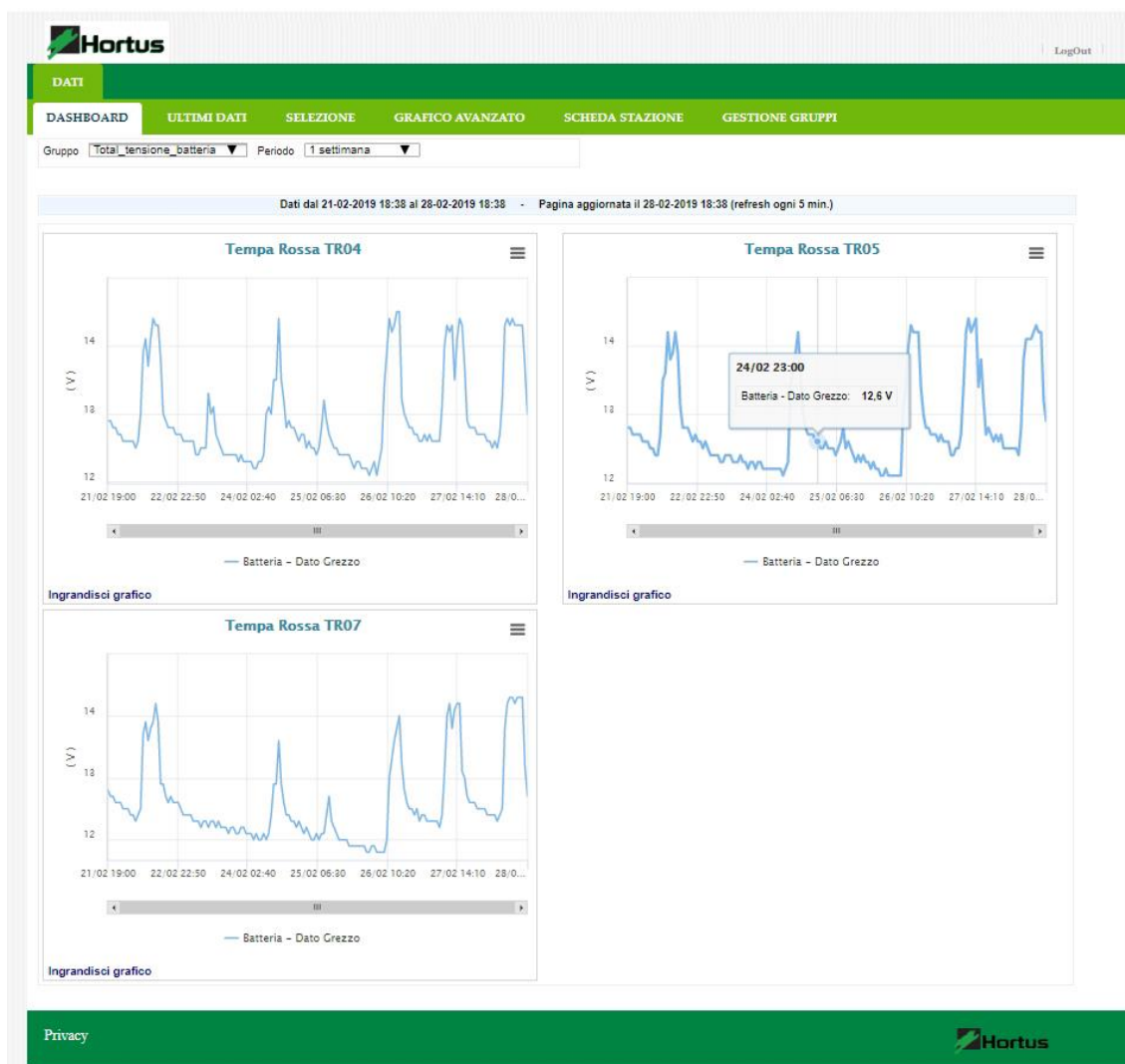


Figura 5 – Interfaccia web di comunicazione con il software di gestione degli inclinometri biassiali.

3. RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

I dati delle stazioni GNSS 01, GNSS 02 e GNSS 03 sono stati elaborati utilizzando come base di riferimento la stazione TITO della rete GNSS nazionale RING. La stazione è posizionata in località Tito Scalo (PZ), ed è stata scelta sia per la vicinanza alle stazioni GNSS 01, GNSS 02 e GNSS 03, sia per la stabilità e continuità delle misure nelle serie storiche passate. Sono stati preferiti servizi di posizionamento satellitare gestiti da enti pubblici piuttosto che da società private.

La scelta della stazione di riferimento risulta da una ricognizione di tutte le stazioni disponibili in zona, dopo averne verificato l'accessibilità e la continuità degli archivi storici. In **Figura 6** ed in **Figura 7** sono riportate rispettivamente la posizione e la monografia della stazione TITO.

Si ricorda che le coordinate della stazione TITO nel frame ETRF200/RDN sono state calcolate mediante inquadramento in una rete di 5 stazioni master della rete dinamica nazionale (RDN).



Figura 6 – Posizione delle stazioni di misura, inclusa la stazione di riferimento TITO.

TITO – C.N.R. TITO – BASILICATA

INFO

APPROX POSITION (WGS84)

LATITUDE: **40.6** (deg)
LONGITUDE: **15.72** (deg)
ELEVATION: **818.22** (m)

INSTRUMENTS

RECEIVER: **LEICA GRX1200PRO**
FIRMWARE: **3.00**
ANTENNA: **TRM29659.00**
RADOME: **NONE**



Figura 7 – Monografia della stazione TITO della Rete Integrata Nazionale GPS, gestita dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Per determinare le coordinate delle stazioni GNSS sono state elaborate sessioni di misura della durata di 24 ore, utilizzando i dati delle effemeridi precise fornite dal servizio di condivisione dell'Università di Berna: <ftp.unibe.ch>

I risultati dell'andamento delle posizioni delle tre stazioni GNSS sono riportati nei grafici seguenti che rappresentano gli scostamenti dalla posizione iniziale nelle tre direzioni x (est), y (nord) e z (quota), dal 19/09/2018 al 29/02/2020.

Sotto al grafico degli spostamenti viene riportato il grafico, relativo allo stesso intervallo temporale, delle misure inclinometriche nelle direzioni x (nord) e y (ovest).

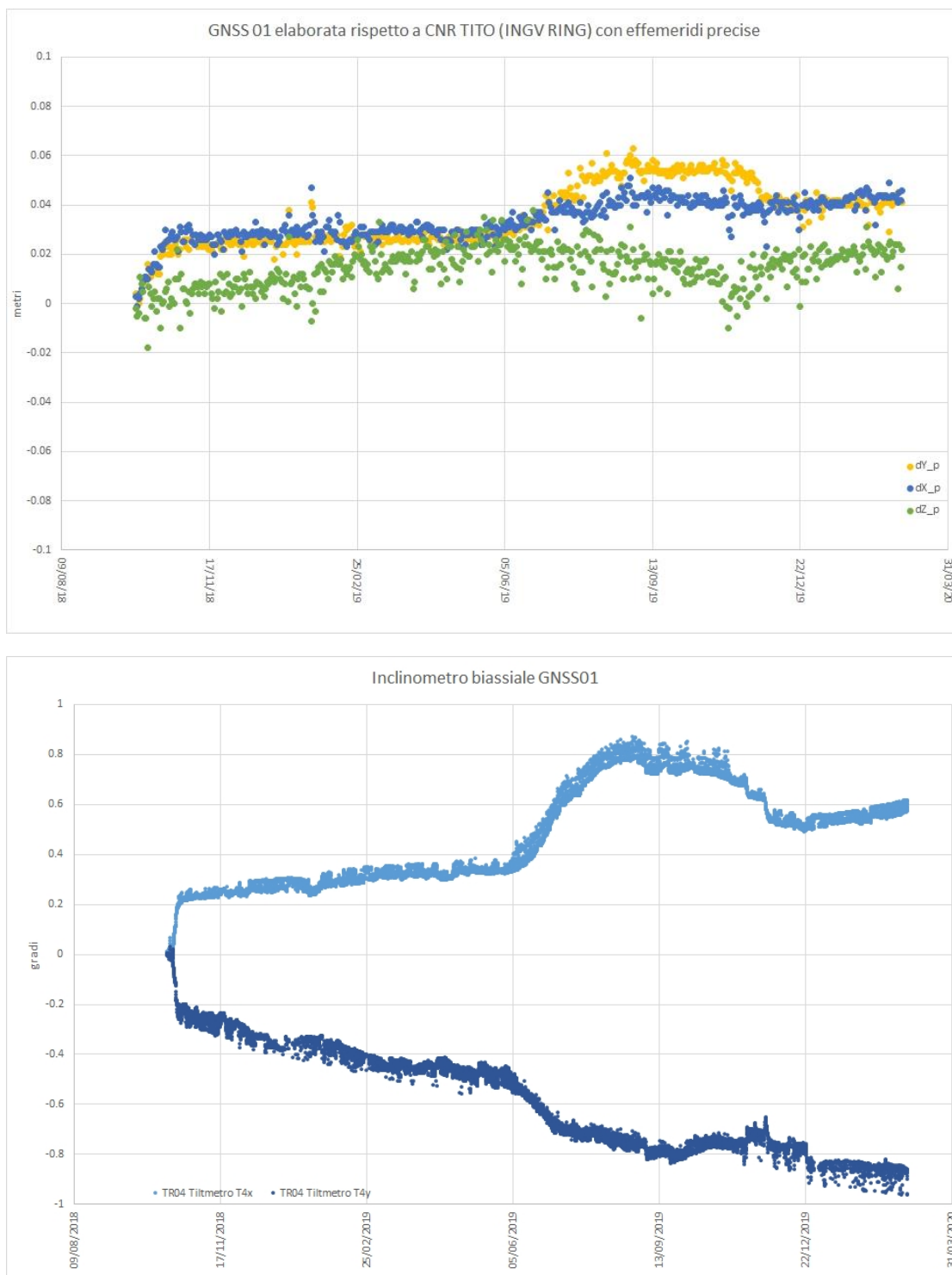


Figura 8 – Stazione GNSS 01: scostamenti dalla posizione iniziale nelle 3 componenti x,y e z (in alto).
Serie inclinometrica nelle 2 componenti x e y (in basso)

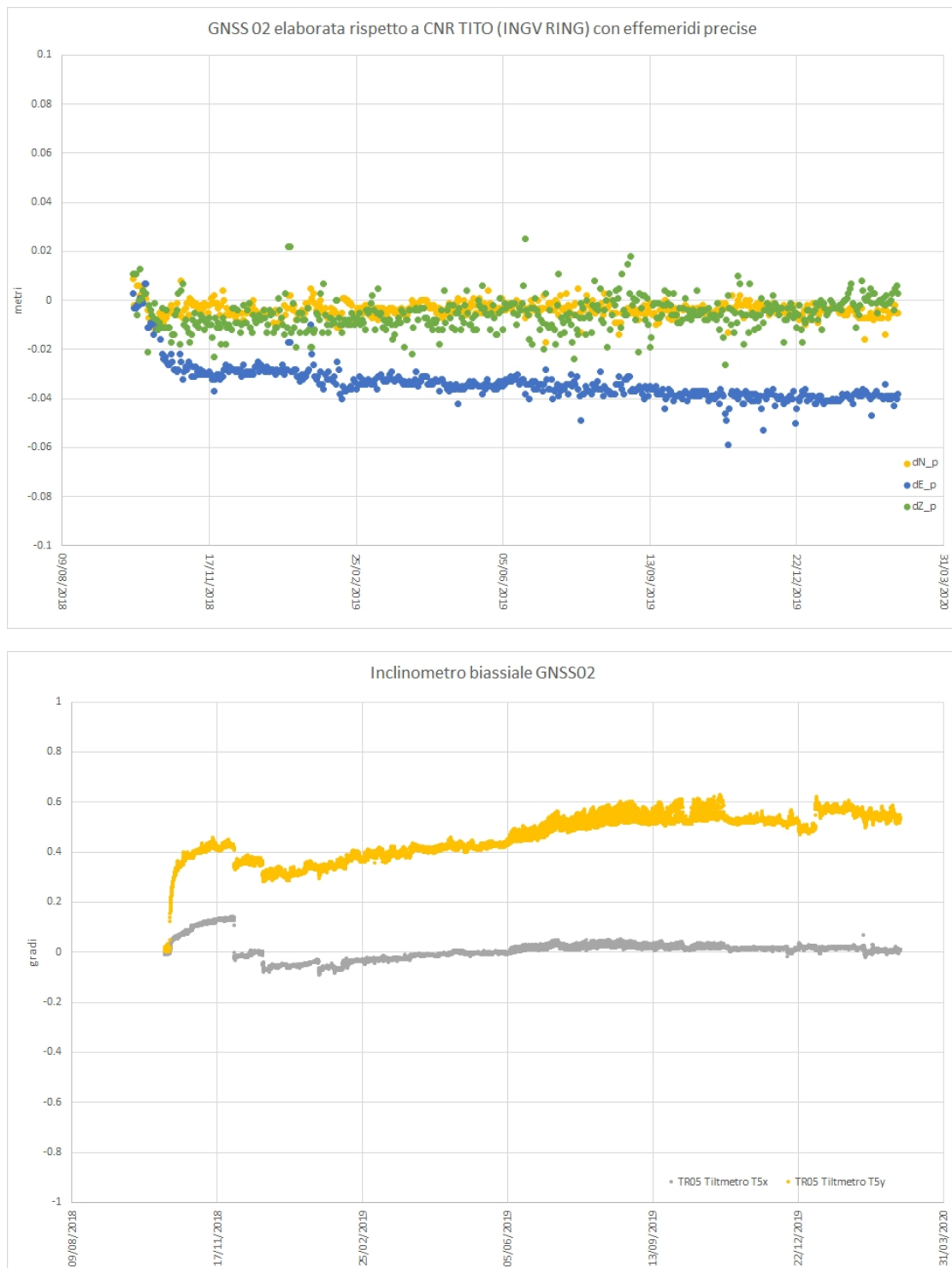


Figura 9 – Stazione GNSS 02: scostamenti dalla posizione iniziale nelle 3 componenti x,y e z (in alto).
Serie inclinometrica nelle 2 componenti x e y (in basso)

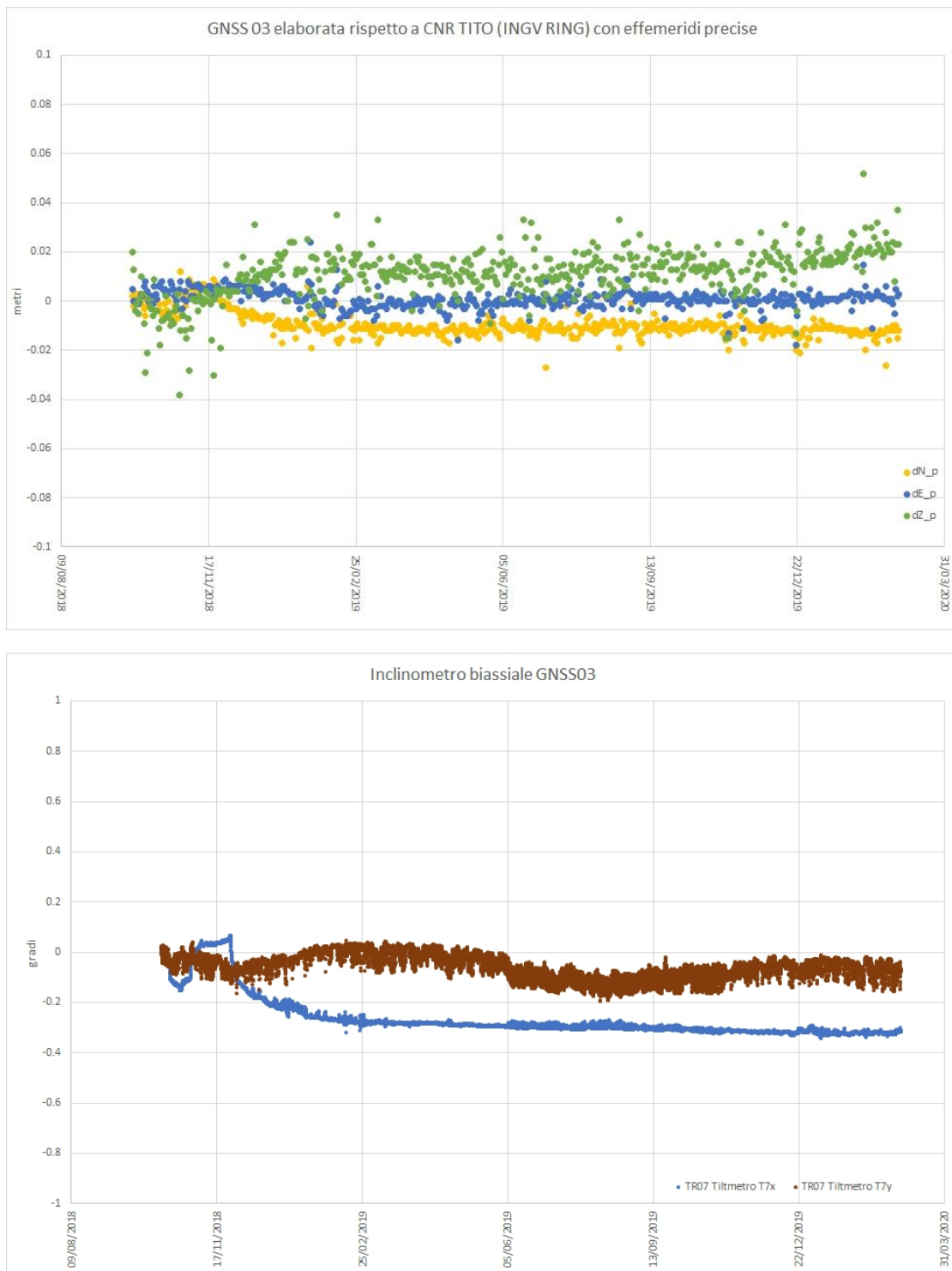


Figura 10 – Stazione GNSS 03: scostamenti dalla posizione iniziale nelle 3 componenti x,y e z (in alto). Serie inclinometrica nelle 2 componenti x e y (in basso)

4. COMMENTI AI RISULTATI

Nei punti che seguono vengono riportati alcuni commenti ai dati registrati:

- Dopo il periodo di assestamento iniziale, le stazioni GNSS02 e GNSS03 non mostrano spostamenti rilevabili e il rumore delle misure è congruente con le prestazioni attese per la strumentazione impiegata.
- La stazione GNSS01 continua a mostrare segni di spostamento sul piano orizzontale complessivamente inferiori ai 2 cm. Le deformazioni conseguenti le piogge del mese di giugno 2019, già segnalate nel precedente rapporto, sono in parte rientrate nei mesi successivi, anche se permane un leggero trend deformativo legato con ogni probabilità a fenomeni di assestamento del terreno non ancora completati. I dati GNSS e quelli dell'inclinometro biassiale sono congruenti.
- Le prestazioni della strumentazione utilizzata sono soddisfacenti e corrispondenti alle attese.



IMAGEO S.R.L.
Fraz. Combe, 31
10050 Mattie (TO)
p.iva/c.f. 09715950011

Via Riccardo Pitteri, 8
20134 Milano

PH. +39 346 421.66.29
info@imageosrl.com
imageosrl@legalmail.it
www.imageosrl.com

Cliente: TOTAL E&P ITALIA SpA

Oggetto: Monitoraggio spostamenti del suolo mediante stazioni GNSS
presso la Concessione di Gorgoglione
Rapporto di elaborazione dei dati
Aggiornamento al 31 agosto 2020

Ordine: Contratto di SERVIZI di monitoraggio sismico sull'area della
Concessione Gorgoglione
Contratto n° 4600001366 del 09/01/2018
CUP n. F75F07000100007

Note:

N. Pagine: 13

Data: 24 settembre 2020

Elaborato: Fabio Villa, Andrea Tamburini

Verificato: Andrea Tamburini

INDICE

1. INTRODUZIONE	3
2. DESCRIZIONE DELLA RETE GNSS	4
3. RISULTATI DELLE ELABORAZIONI	8
4. COMMENTI AI RISULTATI.....	13

1. INTRODUZIONE

La società IMAGEO SRL è stata incaricata dalla società TOTAL E&P ITALIA SPA, di fornire e installare una rete di monitoraggio degli spostamenti superficiali mediante GNSS presso la concessione Gorgoglione, garantendo l'acquisizione ed elaborazione continua dei dati e l'emissione di rapporti tecnici periodici. La rete, costituita da tre stazioni di misura, ha iniziato ad acquisire dati il 18 settembre 2018.

Nel presente documento vengono riportati i risultati della terza elaborazione periodica dei dati, con aggiornamento alla data del 31 agosto 2020. In particolare vengono riportate nel documento le seguenti informazioni:

- Descrizione della rete, con le caratteristiche della strumentazione installata e del sistema di acquisizione ed elaborazione dati
- Metodologia di calcolo utilizzata
- Risultati ottenuti e commento alle misure

2. DESCRIZIONE DELLA RETE GNSS

La rete è costituita da tre stazioni di misura:

ID	Comune	latitudine	longitudine	Quota ortometrica	Data installazione
GNSS 01 (su TR04)	San Mauro Forte	40°29'48.85514"	16°12'56.33187"	616.173	18/09/2018
GNSS 02 (su TR05)	Guardia Peticara	40°22'59.60884"	16°05'42.81581"	712.563	18/09/2018
GNSS 03 (su TR07)	Laurenzana	40°26'42.69723"	15°57'22.40445"	849.775	19/09/2018

Tabella 1 – Coordinate geografiche delle stazioni GNSS

Ciascuna stazione è dotata delle seguenti apparecchiature:

- Ricevitore GNSS Trimble NetR9
- Chocke Ring Antenna Trimble GNSS-Ti v2 con cavo 10 m
- Elettrolivella biassiale Earthsystem
- Datalogger Campbell Scientific mod. CR310
- Capsula 230V per protettore EMP
- Router 3G – Net Module
- Antenna esterna con staffa per router 3G
- Pannello fotovoltaico 150W
- Sistema alimentazione con batteria in tampone

L'ubicazione delle stazioni è rappresentata in **Figura 1**.

Le antenne GNSS sono state installate alla sommità dei corner reflector installati nelle relative piazzole; questa soluzione, già adottata in altre aree di produzione o stoccaggio idrocarburi, è stata prescelta al fine di consentire una miglior correlazione tra le due tipologie di misure (**Figura 2**).

Per individuare eventuali deviazioni dalla verticale del corner reflector sul quale è installata l'antenna GNSS, è stato installato su ciascuno di essi un inclinometro biassiale (**Figura 3**).

Per convenzione, gli assi X e Y dell'inclinometro biassiale sono stati orientati rispettivamente verso nord e verso ovest in tutte le postazioni.

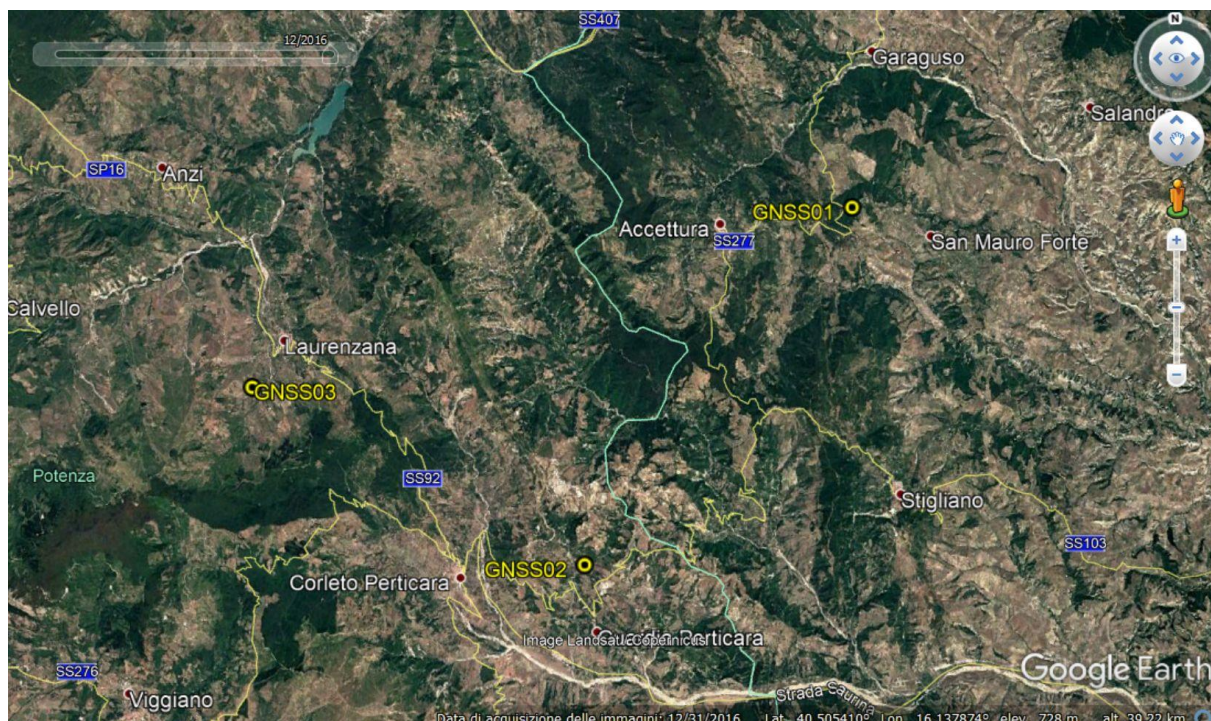


Figura 1 – Ubicazione delle stazioni GNSS.

I dati delle stazioni GNSS vengono registrati su un server ftp in cloud raggiungibile mediante accesso protetto da password. Sul server vengono registrate sessioni di misura orarie in formato RINEX, in un archivio organizzato secondo una struttura ANNO/MESE/GIORNO. Al fine di garantire la ridondanza dell'archivio, nella memoria interna di ciascun ricevitore vengono registrate sessioni giornaliere in formato proprietario (*.TR2), scaricabili manualmente mediante l'interfaccia di accesso al ricevitore.

L'accesso alle stazioni viene effettuato utilizzando un browser, che consente di aprire l'interfaccia di comunicazione con il ricevitore, verificarne lo stato e la configurazione, il livello di carica delle batterie (interna ed esterna), il livello di occupazione della memoria ed altri parametri attraverso un menu intuitivo posto nella parte sinistra del monitor (**Figura 4**)

Gli inclinometri biassiali vengono gestiti attraverso un datalogger Campbell Scientific mod. CR310 dedicato, configurato per acquisire i dati di inclinazione e alimentazione del sensore con periodicità oraria.

E' possibile accedere all'archivio dei dati acquisiti dagli inclinometri sempre attraverso browser, utilizzando un'apposita interfaccia che consente di visualizzare, diagrammare e scaricare i dati acquisiti in formato .CSV (**Figura 5**).

Tutti gli accessi sono protetti da password.



Figura 2 – Antenna Chocke Ring installata al centro di un corner reflector.



Figura 3 – Inclinometro biassiale installato sul palo di sostegno di un corner reflector dotato di antenna GNSS alla sommità.

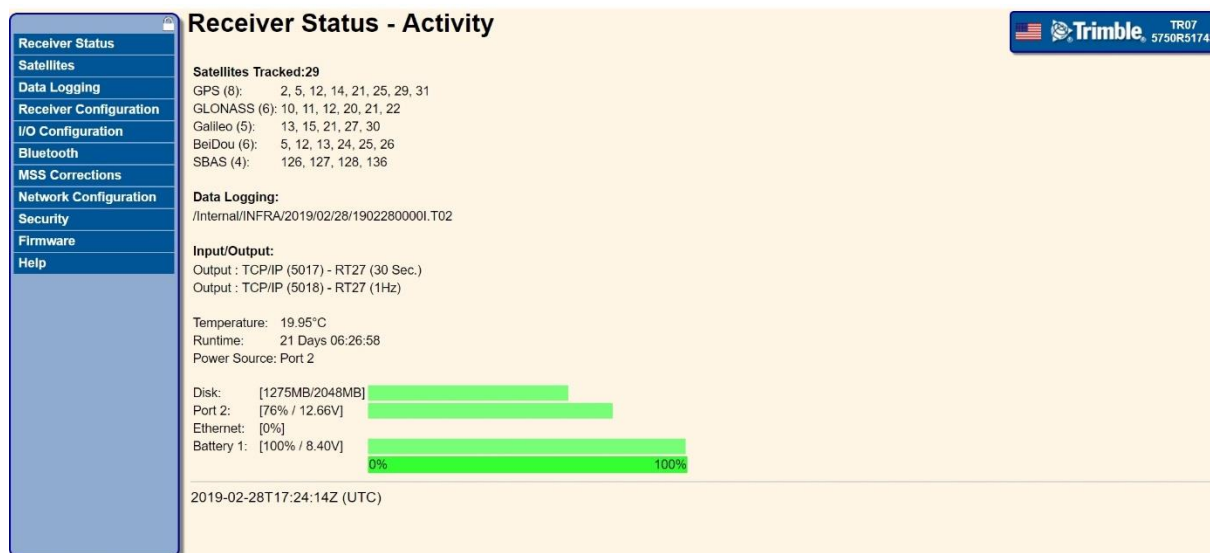


Figura 4 – Interfaccia web di comunicazione con i ricevitori GNSS.

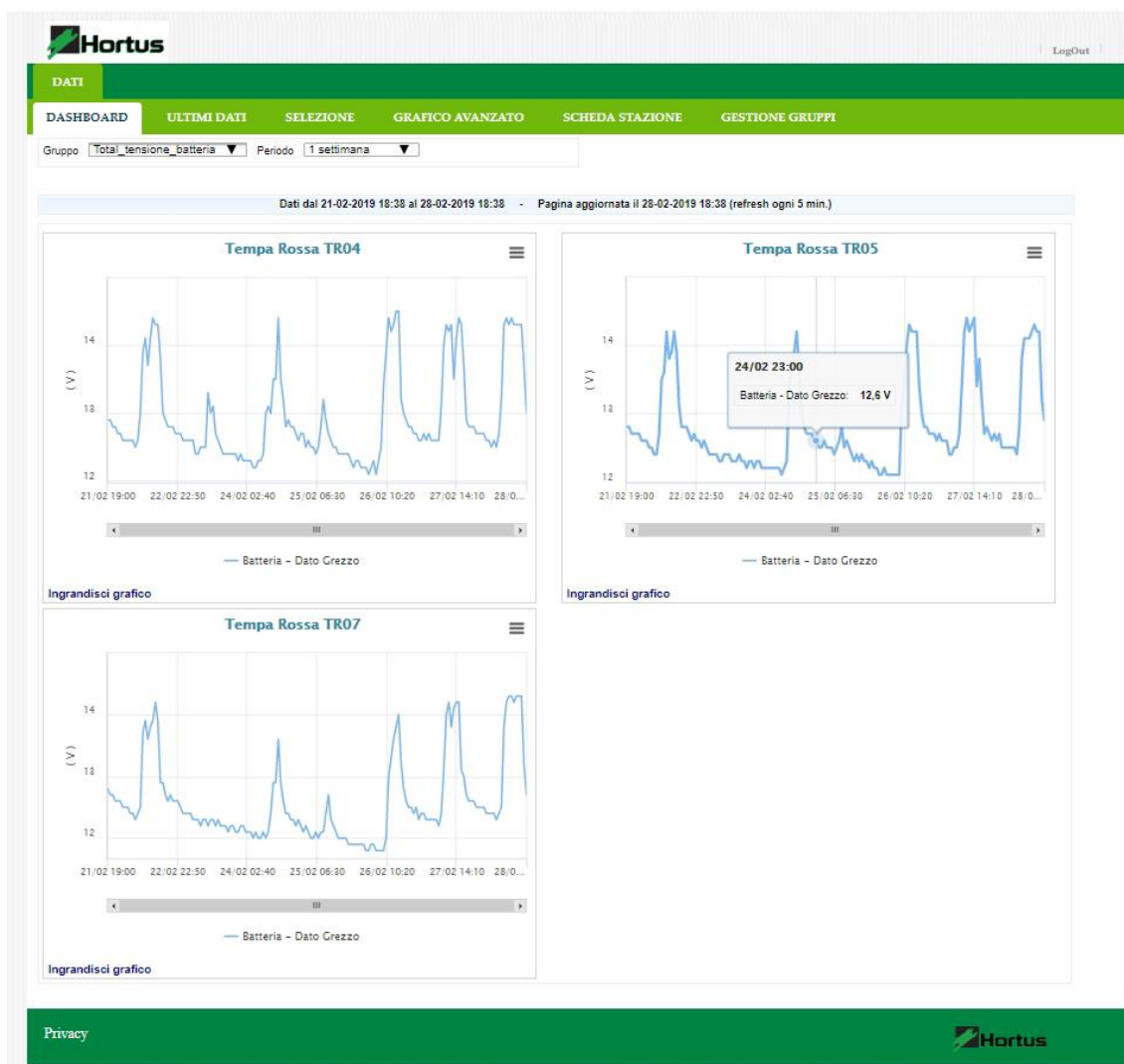


Figura 5 – Interfaccia web di comunicazione con il software di gestione degli inclinometri biassiali.

3. RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

I dati delle stazioni GNSS 01, GNSS 02 e GNSS 03 sono stati elaborati utilizzando come base di riferimento la stazione TITO della rete GNSS nazionale RING. La stazione è posizionata in località Tito Scalo (PZ), ed è stata scelta sia per la vicinanza alle stazioni GNSS 01, GNSS 02 e GNSS 03, sia per la stabilità e continuità delle misure nelle serie storiche passate. Sono stati preferiti servizi di posizionamento satellitare gestiti da enti pubblici piuttosto che da società private.

La scelta della stazione di riferimento risulta da una ricognizione di tutte le stazioni disponibili in zona, dopo averne verificato l'accessibilità e la continuità degli archivi storici. In **Figura 6** ed in **Figura 7** sono riportate rispettivamente la posizione e la monografia della stazione TITO.

Si ricorda che le coordinate della stazione TITO nel frame ETRF200/RDN sono state calcolate mediante inquadramento in una rete di 5 stazioni master della rete dinamica nazionale (RDN).



Figura 6 – Posizione delle stazioni di misura, inclusa la stazione di riferimento TITO.

TITO – C.N.R. TITO – BASILICATA

INFO

APPROX POSITION (WGS84)

LATITUDE: 40.6 (deg)
 LONGITUDE: 15.72 (deg)
 ELEVATION: 818.22 (m)

INSTRUMENTS

RECEIVER: LEICA GRX1200PRO
 FIRMWARE: 3.00
 ANTENNA: TRM29659.00
 RADOME: NONE



Figura 7 – Monografia della stazione TITO della Rete Integrata Nazionale GPS, gestita dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Per determinare le coordinate delle stazioni GNSS sono state elaborate sessioni di misura della durata di 24 ore, utilizzando i dati delle effemeridi precise fornite dal servizio di condivisione dell'Università di Berna: <ftp.unibe.ch>

I risultati dell'andamento delle posizioni delle tre stazioni GNSS sono riportati nei grafici seguenti che rappresentano gli scostamenti dalla posizione iniziale nelle tre direzioni x (est), y (nord) e z (quota), dal 19/09/2018 al 31/08/2020.

Sotto al grafico degli spostamenti viene riportato il grafico, relativo allo stesso intervallo temporale, delle misure inclinometriche nelle direzioni x (nord) e y (ovest).

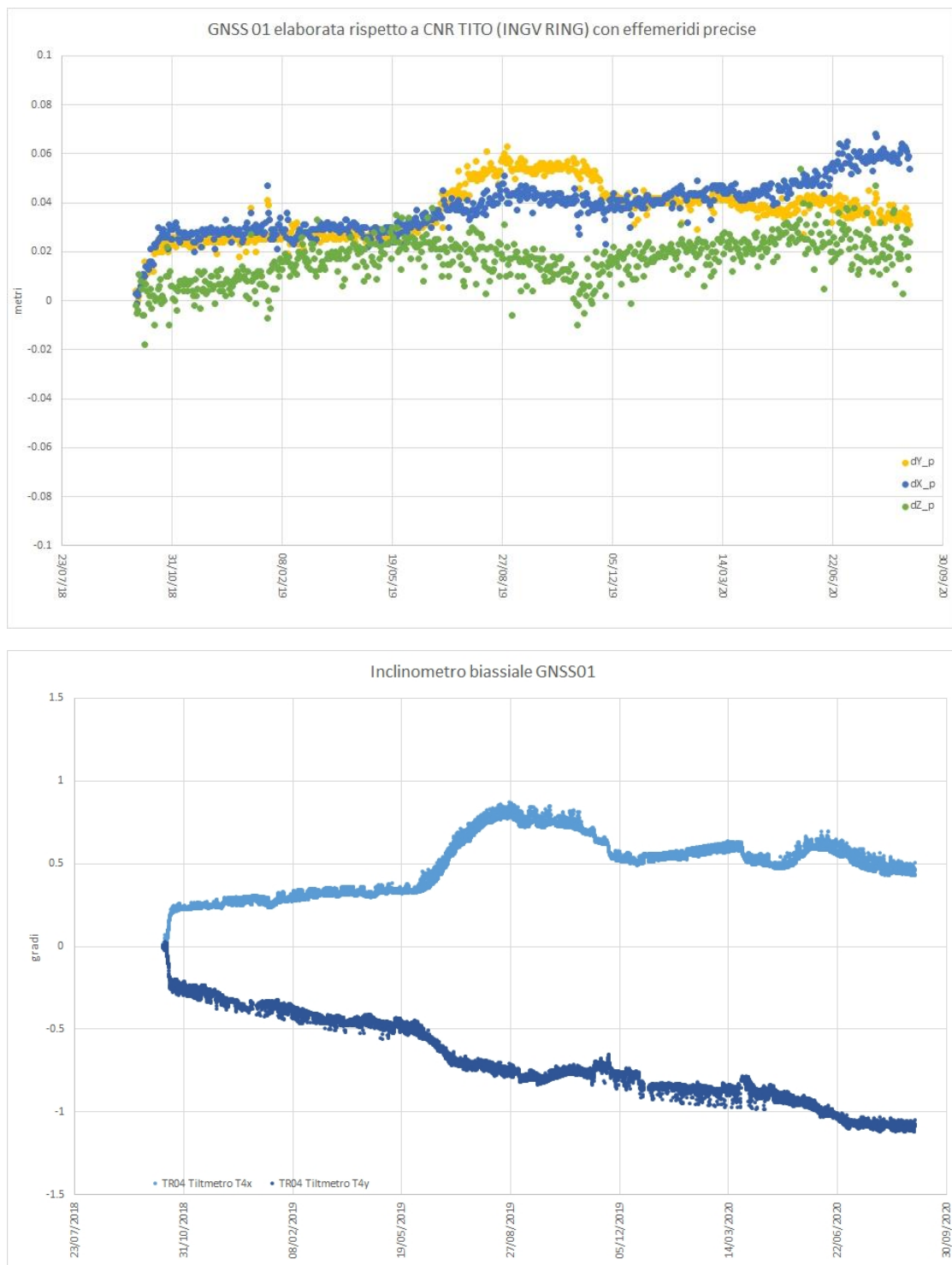


Figura 8 – Stazione GNSS 01: scostamenti dalla posizione iniziale nelle 3 componenti x,y e z (in alto).
Serie inclinometrica nelle 2 componenti x e y (in basso)

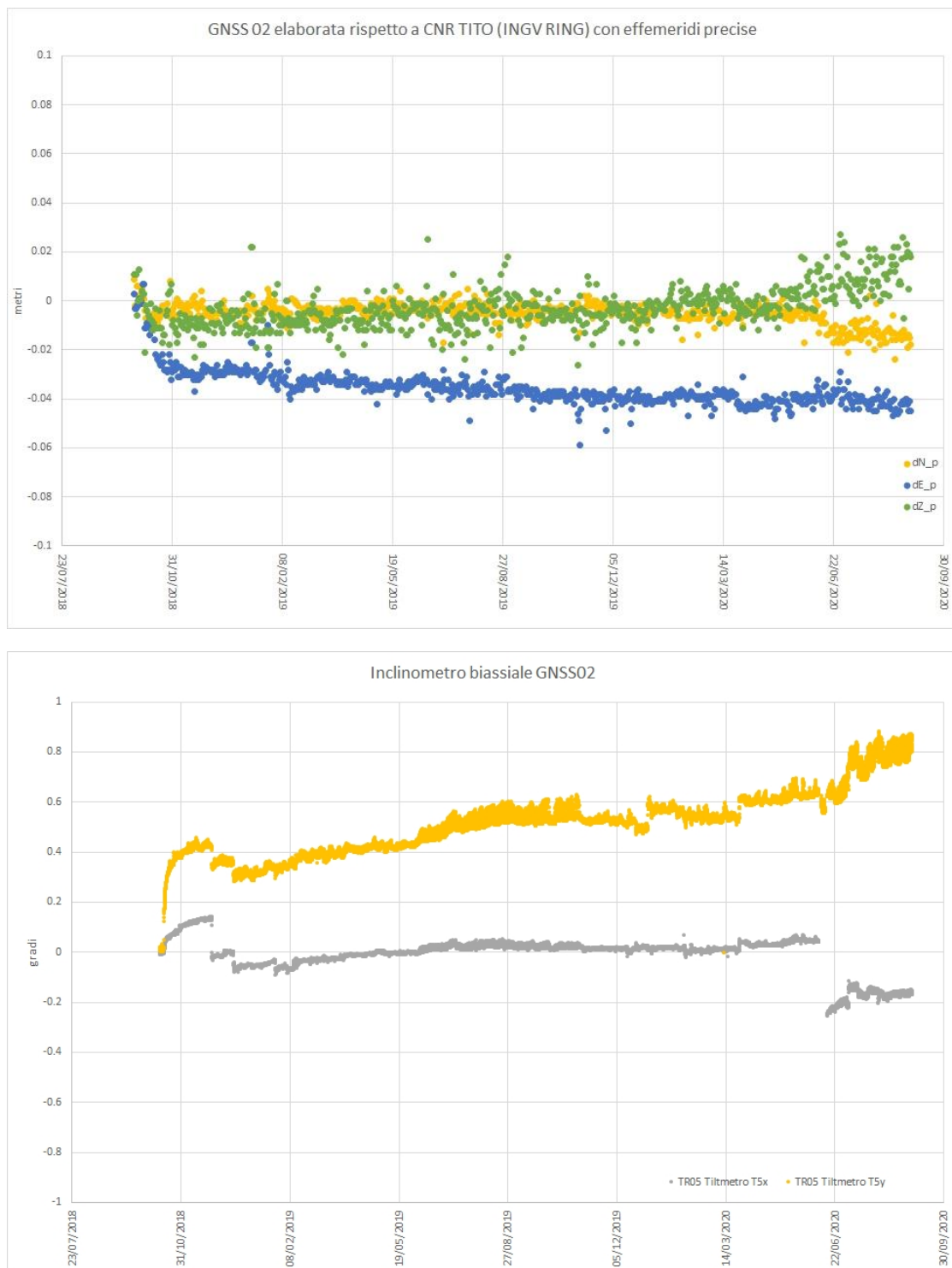


Figura 9 – Stazione GNSS 02: scostamenti dalla posizione iniziale nelle 3 componenti x,y e z (in alto).
 Serie inclinometrica nelle 2 componenti x e y (in basso)

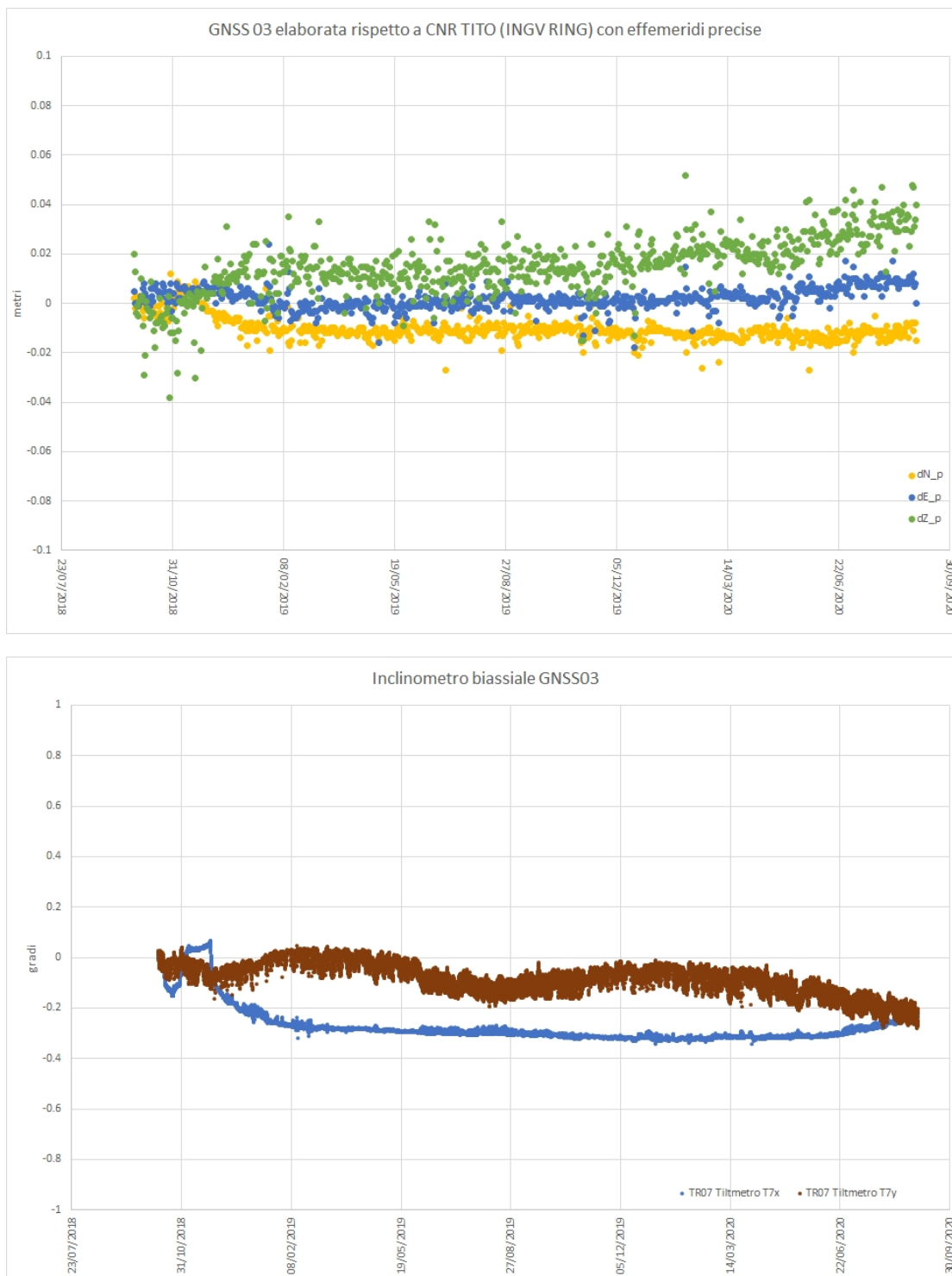


Figura 10 – Stazione GNSS 03: scostamenti dalla posizione iniziale nelle 3 componenti x,y e z (in alto). Serie inclinometrica nelle 2 componenti x e y (in basso)

4. COMMENTI AI RISULTATI

Dopo il periodo di assestamento iniziale, le stazioni non mostrano spostamenti degni di nota e il rumore delle misure è congruente con le prestazioni attese per la strumentazione impiegata.

Nei punti che seguono vengono riportati alcuni commenti di dettaglio sulle singole stazioni:

- Stazione GNSS01: dopo un lungo periodo di assestamento, confermato da evidenze dirette sul terreno circostante la postazione, il trend deformativo sembra essersi arrestato. Non si esclude la presenza di cicli stagionali nella serie di misura, in particolare sulla quota. L'entità è comunque congruente con le prestazioni attese dalla strumentazione installata.
- Stazione GNSS02: non si segnalano spostamenti di rilievo, salvo un piccolo cambiamento della misura dell'inclinometro a metà giugno 2020, principalmente sulla componente nord-sud, legato con ogni probabilità ad un lieve assestamento della postazione. Per quanto meno evidente, il segnale si osserva anche nella serie delle misure GNSS. La variazione registrata da entrambe le apparecchiature è comunque di entità confrontabile con la risoluzione strumentale.
- Stazione GNSS03: le misure non mostrano variazioni degne di nota.



IMAGE S.R.L.
Fraz. Combe, 31
10050 Mattie (TO)
p.iva/c.f. 09715950011

Via Riccardo Pitteri, 8
20134 Milano

PH. +39 346 421.66.29
info@imageosrl.com
imageosrl@legalmail.it
www.imageosrl.com

Cliente: TOTAL E&P ITALIA SpA

Oggetto: Monitoraggio spostamenti del suolo mediante stazioni GNSS
presso la Concessione di Gorgoglione
Rapporto di elaborazione dei dati
Aggiornamento al 28 febbraio 2021

Ordine: Contratto di SERVIZI di monitoraggio sismico sull'area della
Concessione Gorgoglione
Contratto n° 4600001366 del 09/01/2018
CUP n. F75F07000100007

Note:

N. Pagine: 13

Data: 26 marzo 2021

Elaborato: Fabio Villa, Andrea Tamburini

Verificato: Andrea Tamburini

INDICE

1. INTRODUZIONE	3
2. DESCRIZIONE DELLA RETE GNSS	4
3. RISULTATI DELLE ELABORAZIONI	8
4. COMMENTI AI RISULTATI.....	13

1. INTRODUZIONE

La società IMAGEO SRL è stata incaricata dalla società TOTAL E&P ITALIA SPA, di fornire e installare una rete di monitoraggio degli spostamenti superficiali mediante GNSS presso la concessione Gorgoglione, garantendo l'acquisizione ed elaborazione continua dei dati e l'emissione di rapporti tecnici periodici. La rete, costituita da tre stazioni di misura, ha iniziato ad acquisire dati il 18 settembre 2018.

Nel presente documento vengono riportati i risultati della terza elaborazione periodica dei dati, con aggiornamento alla data del 28 febbraio 2021. In particolare vengono riportate nel documento le seguenti informazioni:

- Descrizione della rete, con le caratteristiche della strumentazione installata e del sistema di acquisizione ed elaborazione dati
- Metodologia di calcolo utilizzata
- Risultati ottenuti e commento alle misure

2. DESCRIZIONE DELLA RETE GNSS

La rete è costituita da tre stazioni di misura:

ID	Comune	latitudine	longitudine	Quota ortometrica	Data installazione
GNSS 01 (su TR04)	San Mauro Forte	40°29'48.85514"	16°12'56.33187"	616.173	18/09/2018
GNSS 02 (su TR05)	Guardia Peticara	40°22'59.60884"	16°05'42.81581"	712.563	18/09/2018
GNSS 03 (su TR07)	Laurenzana	40°26'42.69723"	15°57'22.40445"	849.775	19/09/2018

Tabella 1 – Coordinate geografiche delle stazioni GNSS

Ciascuna stazione è dotata delle seguenti apparecchiature:

- Ricevitore GNSS Trimble NetR9
- Chocke Ring Antenna Trimble GNSS-Ti v2 con cavo 10 m
- Elettrolivella biassiale Earthsystem
- Datalogger Campbell Scientific mod. CR310
- Capsula 230V per protettore EMP
- Router 3G – Net Module
- Antenna esterna con staffa per router 3G
- Pannello fotovoltaico 150W
- Sistema alimentazione con batteria in tampone

L'ubicazione delle stazioni è rappresentata in **Figura 1**.

Le antenne GNSS sono state installate alla sommità dei corner reflector installati nelle relative piazzole; questa soluzione, già adottata in altre aree di produzione o stoccaggio idrocarburi, è stata prescelta al fine di consentire una miglior correlazione tra le due tipologie di misure (**Figura 2**).

Per individuare eventuali deviazioni dalla verticale del corner reflector sul quale è installata l'antenna GNSS, è stato installato su ciascuno di essi un inclinometro biassiale (**Figura 3**).

Per convenzione, gli assi X e Y dell'inclinometro biassiale sono stati orientati rispettivamente verso nord e verso ovest in tutte le postazioni.

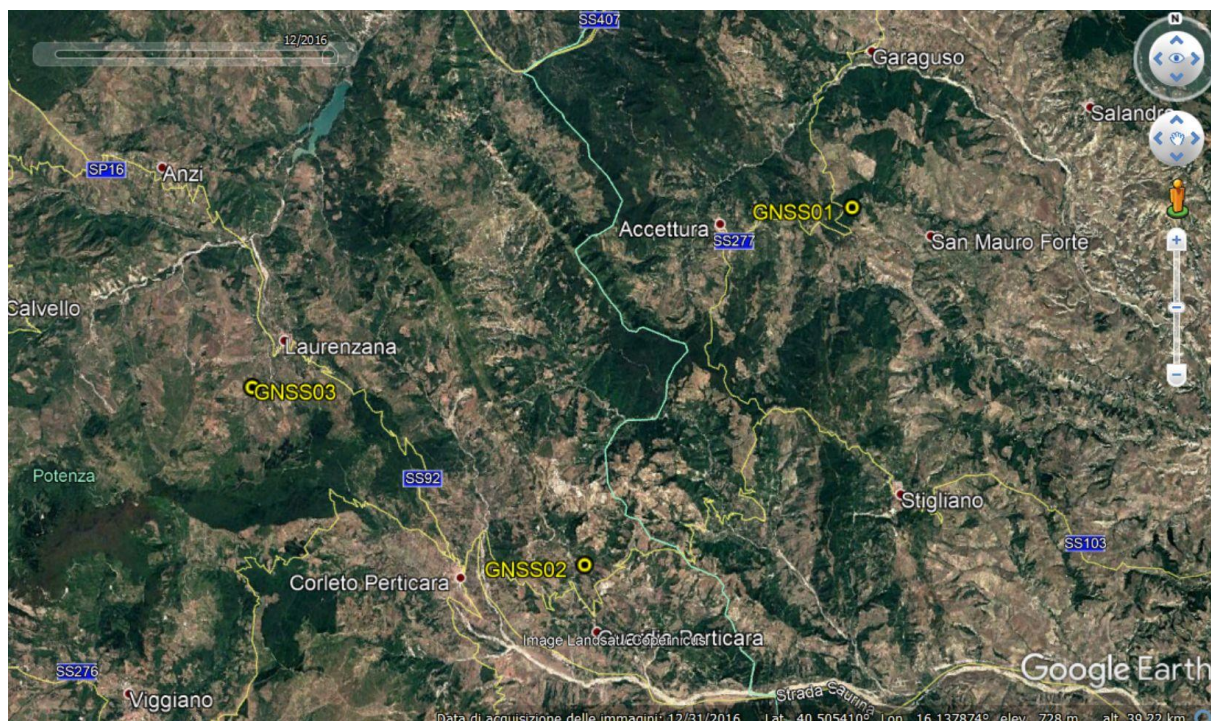


Figura 1 – Ubicazione delle stazioni GNSS.

I dati delle stazioni GNSS vengono registrati su un server ftp in cloud raggiungibile mediante accesso protetto da password. Sul server vengono registrate sessioni di misura orarie in formato RINEX, in un archivio organizzato secondo una struttura ANNO/MESE/GIORNO. Al fine di garantire la ridondanza dell'archivio, nella memoria interna di ciascun ricevitore vengono registrate sessioni giornaliere in formato proprietario (*.TR2), scaricabili manualmente mediante l'interfaccia di accesso al ricevitore.

L'accesso alle stazioni viene effettuato utilizzando un browser, che consente di aprire l'interfaccia di comunicazione con il ricevitore, verificarne lo stato e la configurazione, il livello di carica delle batterie (interna ed esterna), il livello di occupazione della memoria ed altri parametri attraverso un menu intuitivo posto nella parte sinistra del monitor (**Figura 4**)

Gli inclinometri biassiali vengono gestiti attraverso un datalogger Campbell Scientific mod. CR310 dedicato, configurato per acquisire i dati di inclinazione e alimentazione del sensore con periodicità oraria.

E' possibile accedere all'archivio dei dati acquisiti dagli inclinometri sempre attraverso browser, utilizzando un'apposita interfaccia che consente di visualizzare, diagrammare e scaricare i dati acquisiti in formato .CSV (**Figura 5**).

Tutti gli accessi sono protetti da password.



Figura 2 – Antenna Choke Ring installata al centro di un corner reflector.



Figura 3 – Inclino metro biassiale installato sul palo di sostegno di un corner reflector dotato di antenna GNSS alla sommità.

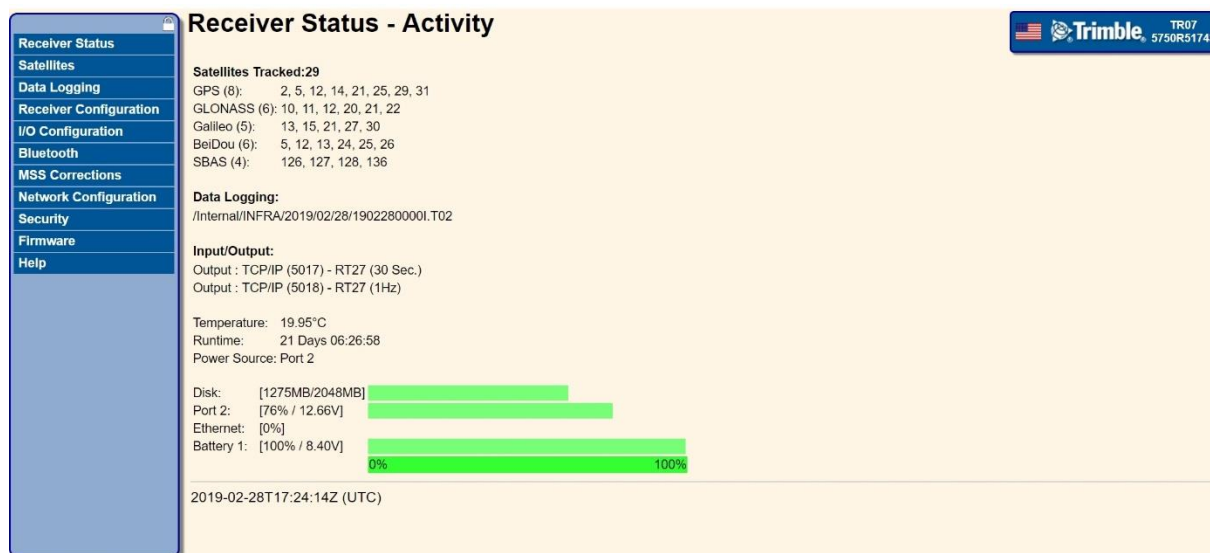


Figura 4 – Interfaccia web di comunicazione con i ricevitori GNSS.

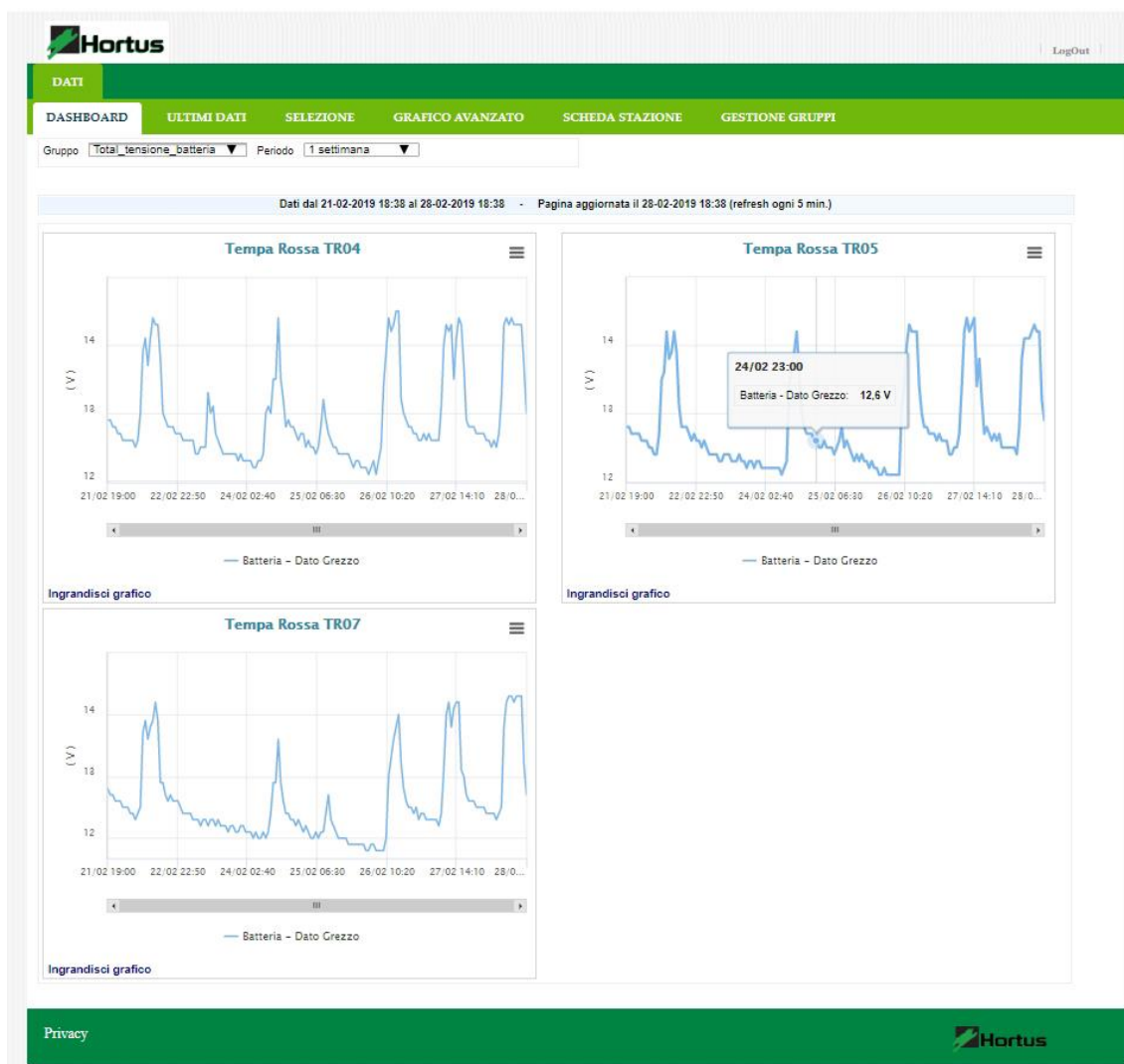


Figura 5 – Interfaccia web di comunicazione con il software di gestione degli inclinometri biassiali.

3. RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

I dati delle stazioni GNSS 01, GNSS 02 e GNSS 03 sono stati elaborati utilizzando come base di riferimento la stazione TITO della rete GNSS nazionale RING. La stazione è posizionata in località Tito Scalo (PZ), ed è stata scelta sia per la vicinanza alle stazioni GNSS 01, GNSS 02 e GNSS 03, sia per la stabilità e continuità delle misure nelle serie storiche passate. Sono stati preferiti servizi di posizionamento satellitare gestiti da enti pubblici piuttosto che da società private.

La scelta della stazione di riferimento risulta da una ricognizione di tutte le stazioni disponibili in zona, dopo averne verificato l'accessibilità e la continuità degli archivi storici. In **Figura 6** ed in **Figura 7** sono riportate rispettivamente la posizione e la monografia della stazione TITO.

Si ricorda che le coordinate della stazione TITO nel frame ETRF200/RDN sono state calcolate mediante inquadramento in una rete di 5 stazioni master della rete dinamica nazionale (RDN).



Figura 6 – Posizione delle stazioni di misura, inclusa la stazione di riferimento TITO.

TITO – C.N.R. TITO – BASILICATA

INFO

APPROX POSITION (WGS84)

LATITUDE: **40.6** (deg)
LONGITUDE: **15.72** (deg)
ELEVATION: **818.22** (m)

INSTRUMENTS

RECEIVER: **LEICA GRX1200PRO**
FIRMWARE: **3.00**
ANTENNA: **TRM29659.00**
RADOME: **NONE**



Figura 7 – Monografia della stazione TITO della Rete Integrata Nazionale GPS, gestita dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Per determinare le coordinate delle stazioni GNSS sono state elaborate sessioni di misura della durata di 24 ore, utilizzando i dati delle effemeridi precise fornite dal servizio di condivisione dell'Università di Berna: <ftp.unibe.ch>

I risultati dell'andamento delle posizioni delle tre stazioni GNSS sono riportati nei grafici seguenti che rappresentano gli scostamenti dalla posizione iniziale nelle tre direzioni x (est), y (nord) e z (quota), dal 19/09/2018 al 28/02/2021.

Sotto al grafico degli spostamenti viene riportato il grafico, relativo allo stesso intervallo temporale, delle misure inclinometriche nelle direzioni x (nord) e y (ovest).

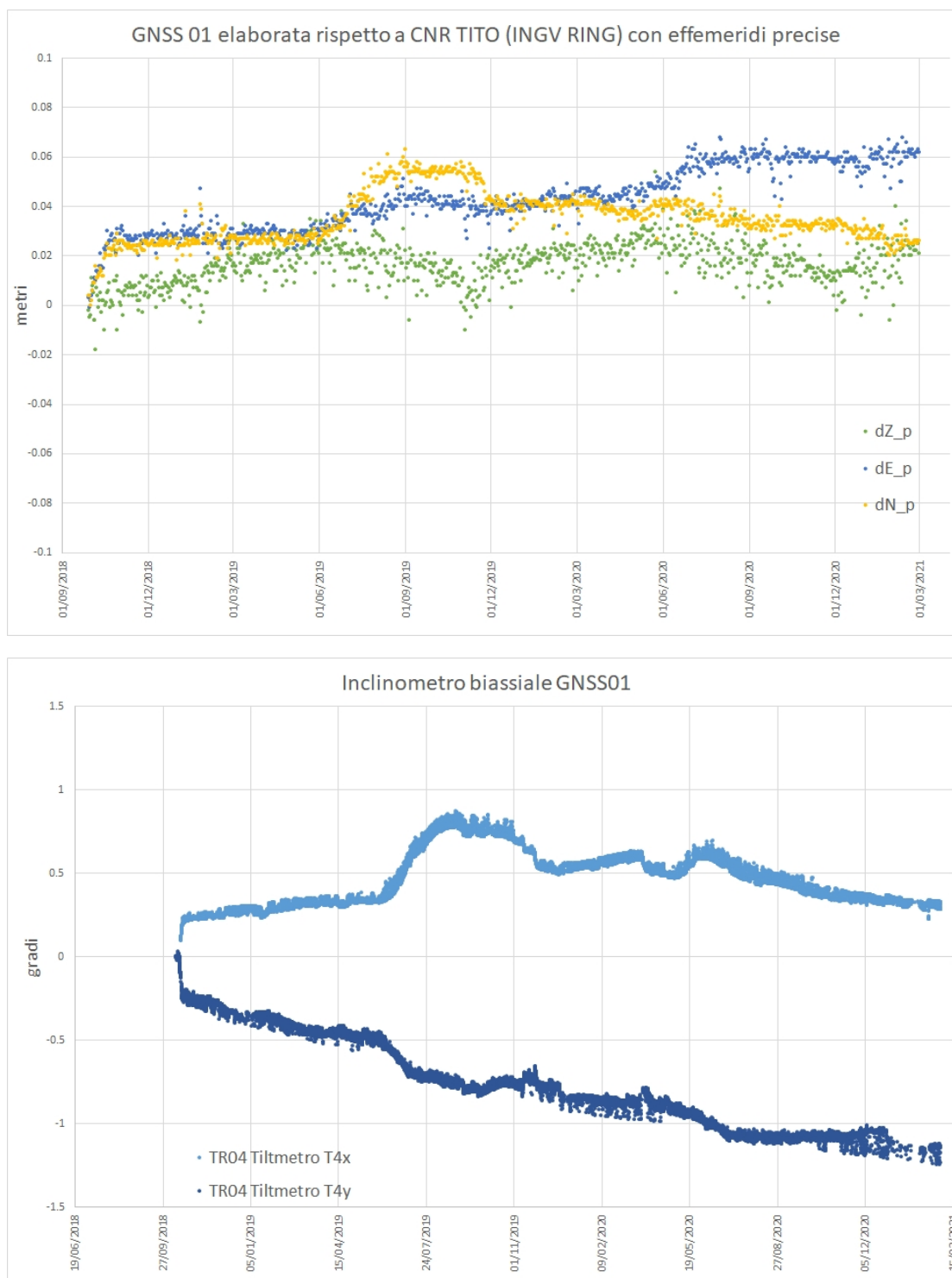


Figura 8 – Stazione GNSS 01: scostamenti dalla posizione iniziale nelle 3 componenti x,y e z (in alto).
Serie inclinometrica nelle 2 componenti x e y (in basso)

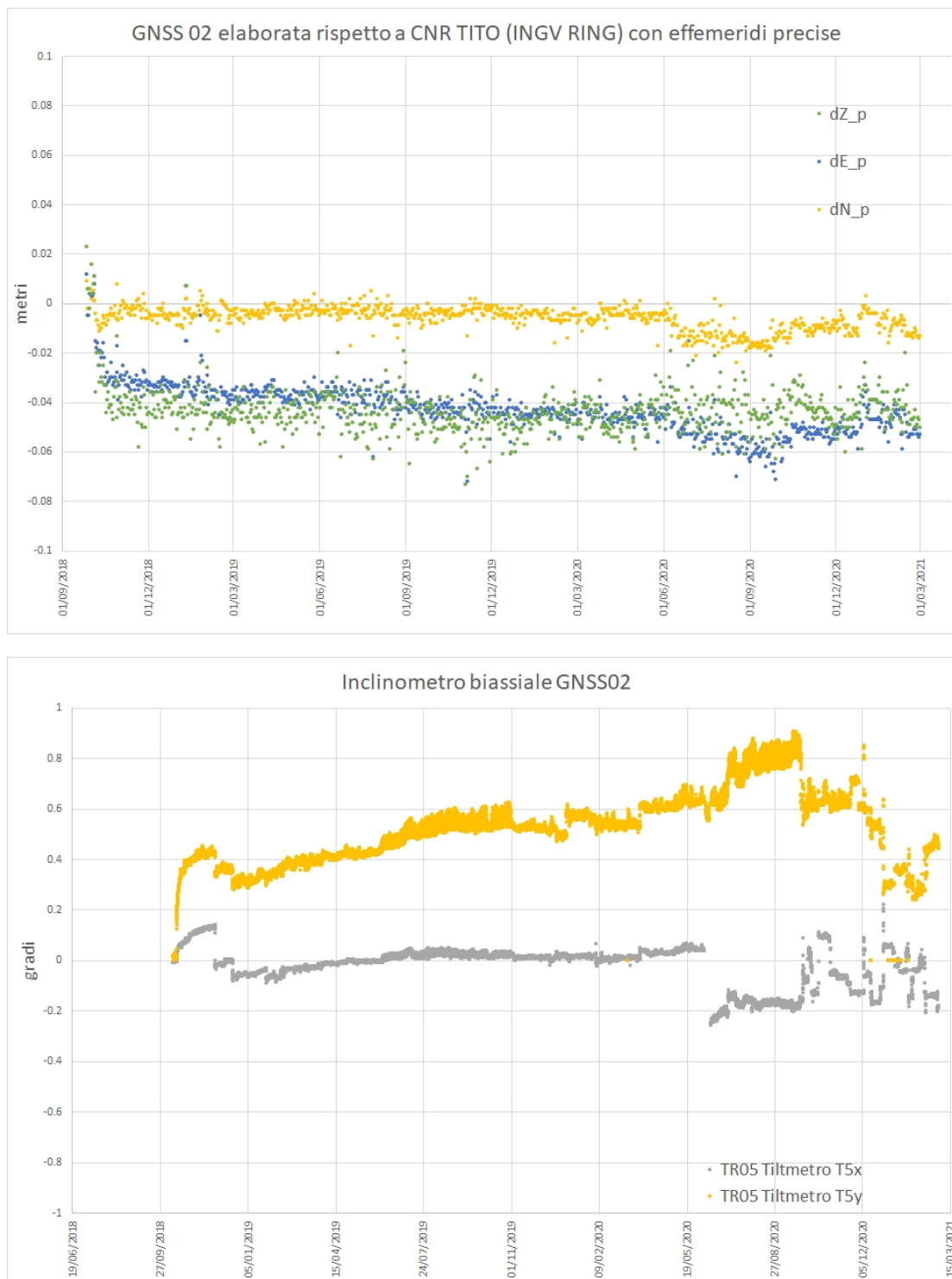


Figura 9 – Stazione GNSS o2: scostamenti dalla posizione iniziale nelle 3 componenti x,y e z (in alto).
Serie inclinometrica nelle 2 componenti x e y (in basso)

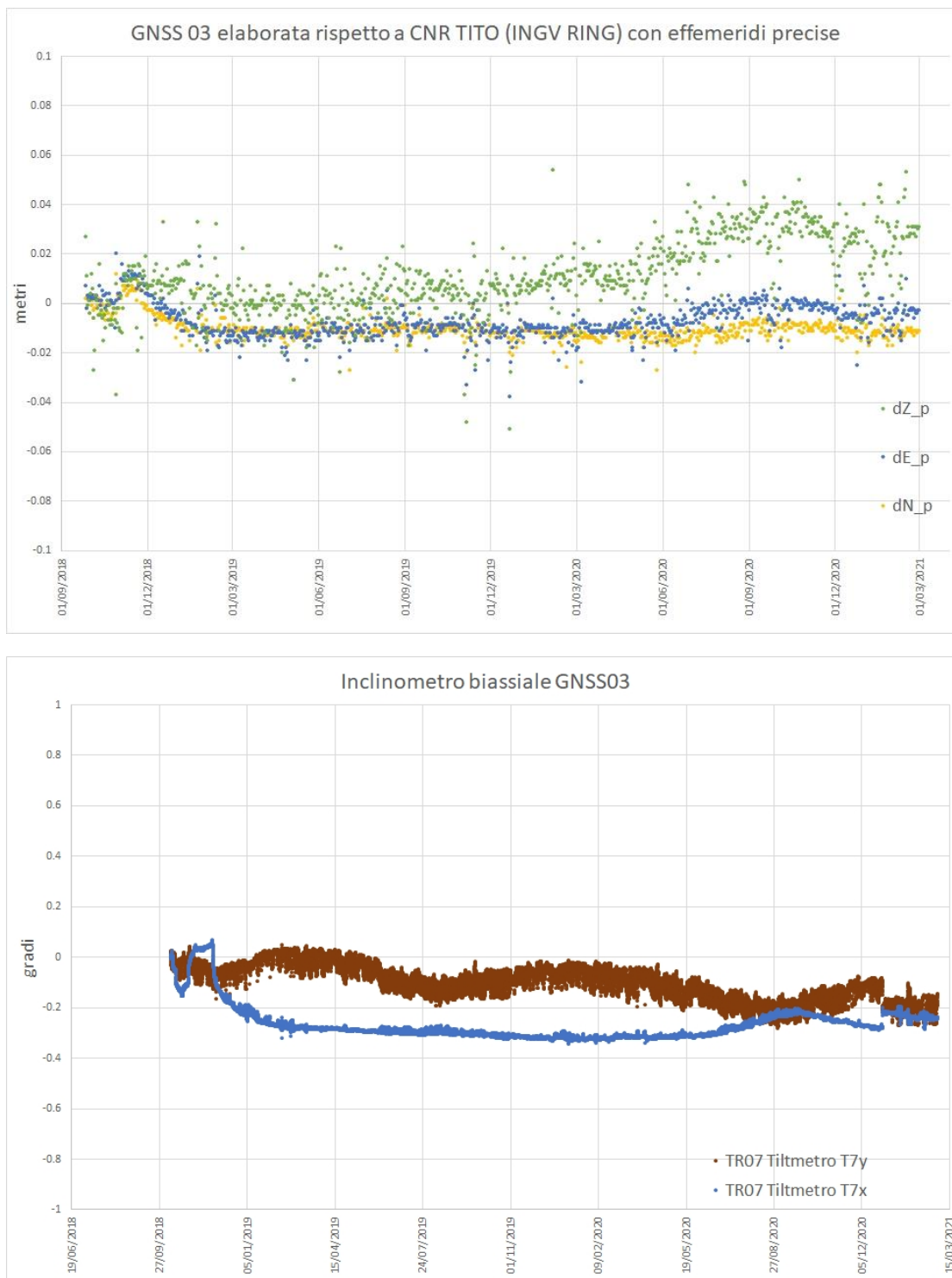


Figura 10 – Stazione GNSS 03: scostamenti dalla posizione iniziale nelle 3 componenti x,y e z (in alto). Serie inclinometrica nelle 2 componenti x e y (in basso)

4. COMMENTI AI RISULTATI

Dopo il periodo di assestamento iniziale, le stazioni non mostrano spostamenti degni di nota e il rumore delle misure è congruente con le prestazioni attese per la strumentazione impiegata.

Per tutte le stazioni si osserva congruenza tra i dati dell'inclinometro biassiale e quelli della relativa stazione GNSS.

Nei punti che seguono vengono riportati alcuni commenti di dettaglio sulle singole stazioni:

- Stazione GNSS01: dopo un lungo periodo di assestamento, confermato da evidenze dirette sul terreno circostante la postazione, il trend deformativo sembra essersi arrestato; nell'ultimo semestre i valori della componente N sono gradualmente ritornati a quelli iniziali. Il diagramma temporale delle misure GNSS evidenzia inoltre la presenza di cicli stagionali sulla misura di quota dell'ampiezza complessiva di circa due centimetri.
- Stazione GNSS02: non si segnalano spostamenti di rilievo, salvo un piccolo cambiamento della misura dell'inclinometro a metà giugno 2020, principalmente sulla componente nord-sud, legato con ogni probabilità ad un lieve assestamento della postazione. Per quanto meno evidente, il segnale si osserva anche nella serie delle misure GNSS. Va inoltre segnalato che negli ultimi mesi l'inclinometro biassiale sta manifestando una maggior rumorosità su entrambe le componenti. Sono in corso verifiche al fine di identificare la causa del problema per poter attivare le opportune azioni correttive.
- Stazione GNSS03: le misure non mostrano variazioni degne di nota.



IMAGE S.R.L.
Fraz. Combe, 31
10050 Mattie (TO)
p.iva/c.f. 09715950011

Via Riccardo Pitteri, 8
20134 Milano

PH. +39 346 421.66.29
info@imageosrl.com
imageosrl@legalmail.it
www.imageosrl.com

Cliente: TOTAL E&P ITALIA SpA

Oggetto: Monitoraggio spostamenti del suolo mediante stazioni GNSS
presso la Concessione di Gorgoglione
Rapporto di elaborazione dei dati
Aggiornamento al 31 agosto 2021

Ordine: Contratto di SERVIZI di monitoraggio sismico sull'area della
Concessione Gorgoglione
Contratto n° 4600001366 del 09/01/2018
CUP n. F75F07000100007

Note:

N. Pagine: 13

Data: 18 settembre 2021

Elaborato: Fabio Villa, Andrea Tamburini

Verificato: Andrea Tamburini

INDICE

1. INTRODUZIONE	3
2. DESCRIZIONE DELLA RETE GNSS	4
3. RISULTATI DELLE ELABORAZIONI	8
4. COMMENTI AI RISULTATI.....	13

1. INTRODUZIONE

La società IMAGEO SRL è stata incaricata dalla società TOTAL E&P ITALIA SPA, di fornire e installare una rete di monitoraggio degli spostamenti superficiali mediante GNSS presso la concessione Gorgoglione, garantendo l'acquisizione ed elaborazione continua dei dati e l'emissione di rapporti tecnici periodici. La rete, costituita da tre stazioni di misura, ha iniziato ad acquisire dati il 18 settembre 2018.

Nel presente documento vengono riportati i risultati della terza elaborazione periodica dei dati, con aggiornamento alla data del **31 agosto 2021**. In particolare vengono riportate nel documento le seguenti informazioni:

- Descrizione della rete, con le caratteristiche della strumentazione installata e del sistema di acquisizione ed elaborazione dati
- Metodologia di calcolo utilizzata
- Risultati ottenuti e commento alle misure

2. DESCRIZIONE DELLA RETE GNSS

La rete è costituita da tre stazioni di misura:

ID	Comune	latitudine	longitudine	Quota ortometrica	Data installazione
GNSS 01 (su TR04)	San Mauro Forte	40°29'48.85514"	16°12'56.33187"	616.173	18/09/2018
GNSS 02 (su TR05)	Guardia Peticara	40°22'59.60884"	16°05'42.81581"	712.563	18/09/2018
GNSS 03 (su TR07)	Laurenzana	40°26'42.69723"	15°57'22.40445"	849.775	19/09/2018

Tabella 1 – Coordinate geografiche delle stazioni GNSS

Ciascuna stazione è dotata delle seguenti apparecchiature:

- Ricevitore GNSS Trimble NetR9
- Chocke Ring Antenna Trimble GNSS-Ti v2 con cavo 10 m
- Elettrolivella biassiale Earthsystem
- Datalogger Campbell Scientific mod. CR310
- Capsula 230V per protettore EMP
- Router 3G – Net Module
- Antenna esterna con staffa per router 3G
- Pannello fotovoltaico 150W
- Sistema alimentazione con batteria in tampone

L'ubicazione delle stazioni è rappresentata in **Figura 1**.

Le antenne GNSS sono state installate alla sommità dei corner reflector installati nelle relative piazzole; questa soluzione, già adottata in altre aree di produzione o stoccaggio idrocarburi, è stata prescelta al fine di consentire una miglior correlazione tra le due tipologie di misure (**Figura 2**).

Per individuare eventuali deviazioni dalla verticale del corner reflector sul quale è installata l'antenna GNSS, è stato installato su ciascuno di essi un inclinometro biassiale (**Figura 3**).

Per convenzione, gli assi X e Y dell'inclinometro biassiale sono stati orientati rispettivamente verso nord e verso ovest in tutte le postazioni.

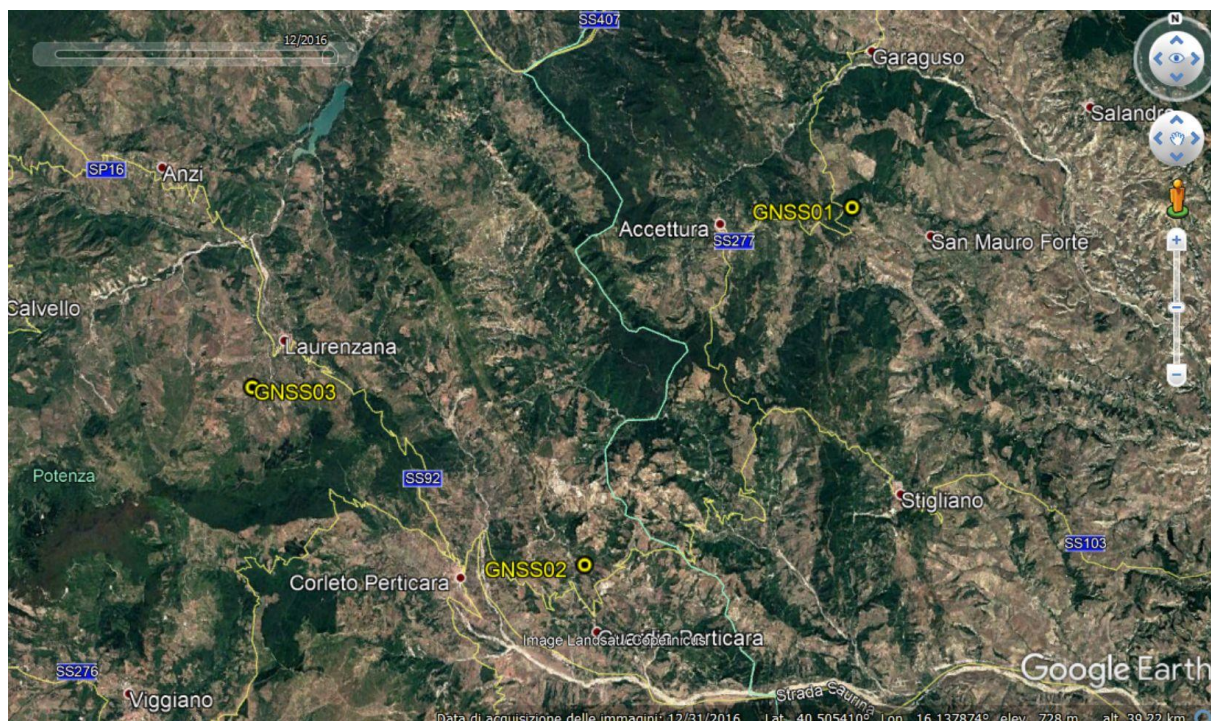


Figura 1 – Ubicazione delle stazioni GNSS.

I dati delle stazioni GNSS vengono registrati su un server ftp in cloud raggiungibile mediante accesso protetto da password. Sul server vengono registrate sessioni di misura orarie in formato RINEX, in un archivio organizzato secondo una struttura ANNO/MESE/GIORNO. Al fine di garantire la ridondanza dell'archivio, nella memoria interna di ciascun ricevitore vengono registrate sessioni giornaliere in formato proprietario (*.TR2), scaricabili manualmente mediante l'interfaccia di accesso al ricevitore.

L'accesso alle stazioni viene effettuato utilizzando un browser, che consente di aprire l'interfaccia di comunicazione con il ricevitore, verificarne lo stato e la configurazione, il livello di carica delle batterie (interna ed esterna), il livello di occupazione della memoria ed altri parametri attraverso un menu intuitivo posto nella parte sinistra del monitor (**Figura 4**)

Gli inclinometri biassiali vengono gestiti attraverso un datalogger Campbell Scientific mod. CR310 dedicato, configurato per acquisire i dati di inclinazione e alimentazione del sensore con periodicità oraria.

E' possibile accedere all'archivio dei dati acquisiti dagli inclinometri sempre attraverso browser, utilizzando un'apposita interfaccia che consente di visualizzare, diagrammare e scaricare i dati acquisiti in formato .CSV (**Figura 5**).

Tutti gli accessi sono protetti da password.



Figura 2 – Antenna Chocke Ring installata al centro di un corner reflector.



Figura 3 – Inclinometro biassiale installato sul palo di sostegno di un corner reflector dotato di antenna GNSS alla sommità.

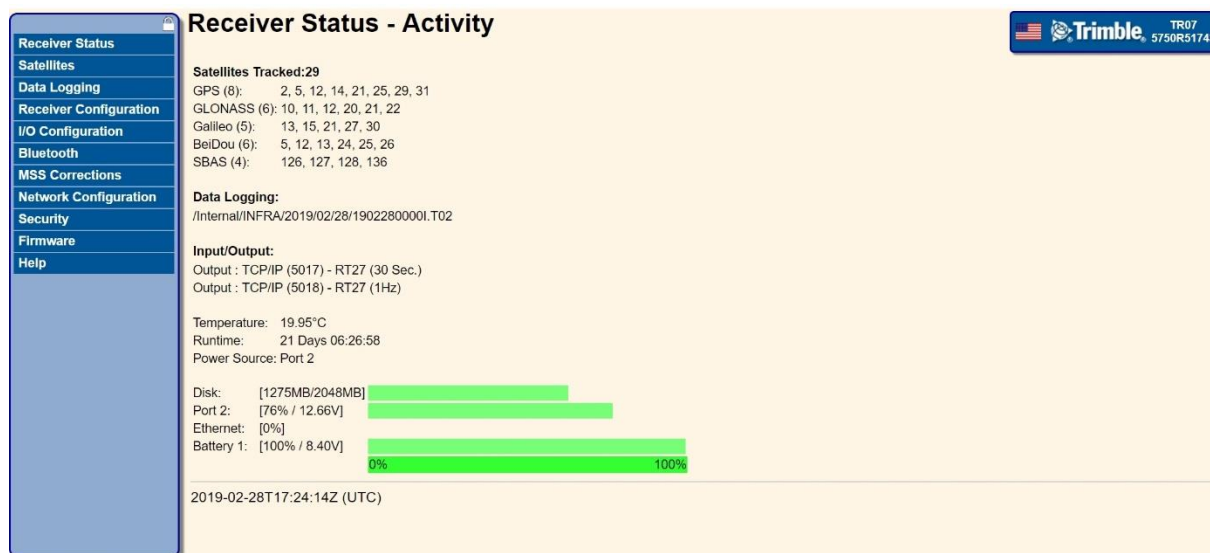


Figura 4 – Interfaccia web di comunicazione con i ricevitori GNSS.

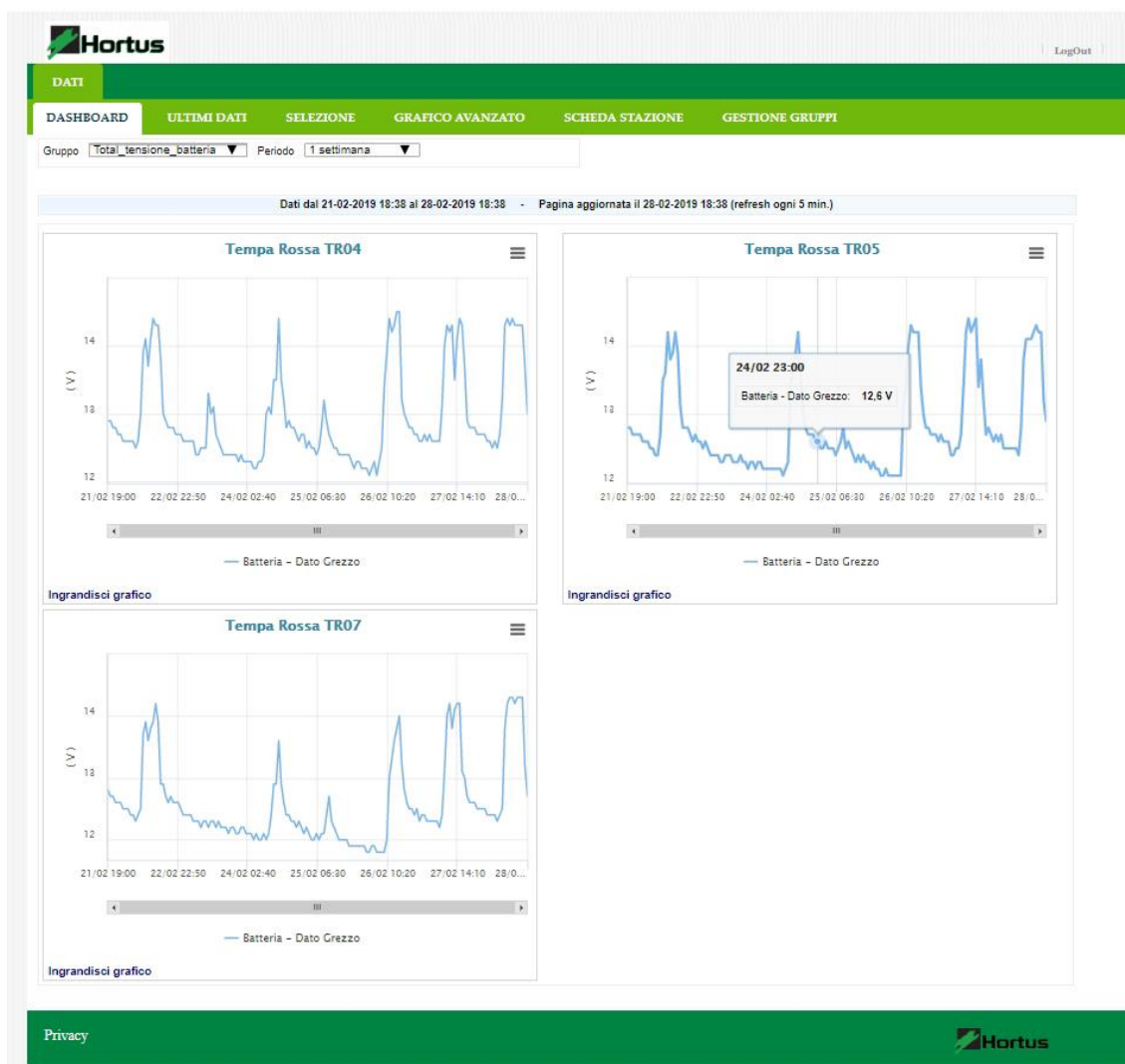


Figura 5 – Interfaccia web di comunicazione con il software di gestione degli inclinometri biassiali.

3. RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

I dati delle stazioni GNSS 01, GNSS 02 e GNSS 03 sono stati elaborati utilizzando come base di riferimento la stazione TITO della rete GNSS nazionale RING. La stazione è posizionata in località Tito Scalo (PZ), ed è stata scelta sia per la vicinanza alle stazioni GNSS 01, GNSS 02 e GNSS 03, sia per la stabilità e continuità delle misure nelle serie storiche passate. Sono stati preferiti servizi di posizionamento satellitare gestiti da enti pubblici piuttosto che da società private.

La scelta della stazione di riferimento risulta da una ricognizione di tutte le stazioni disponibili in zona, dopo averne verificato l'accessibilità e la continuità degli archivi storici. In **Figura 6** ed in **Figura 7** sono riportate rispettivamente la posizione e la monografia della stazione TITO.

Si ricorda che le coordinate della stazione TITO nel frame ETRF200/RDN sono state calcolate mediante inquadramento in una rete di 5 stazioni master della rete dinamica nazionale (RDN).



Figura 6 – Posizione delle stazioni di misura, inclusa la stazione di riferimento TITO.

TITO – C.N.R. TITO – BASILICATA

INFO

APPROX POSITION (WGS84)

LATITUDE: **40.6** (deg)
LONGITUDE: **15.72** (deg)
ELEVATION: **818.22** (m)

INSTRUMENTS

RECEIVER: **LEICA GRX1200PRO**
FIRMWARE: **3.00**
ANTENNA: **TRM29659.00**
RADOME: **NONE**



Figura 7 – Monografia della stazione TITO della Rete Integrata Nazionale GPS, gestita dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Per determinare le coordinate delle stazioni GNSS sono state elaborate sessioni di misura della durata di 24 ore, utilizzando i dati delle effemeridi precise fornite dal servizio di condivisione dell'Università di Berna: <ftp.unibe.ch>

I risultati dell'andamento delle posizioni delle tre stazioni GNSS sono riportati nei grafici seguenti che rappresentano gli scostamenti dalla posizione iniziale nelle tre direzioni x (est), y (nord) e z (quota), dal 19/09/2018 al 28/02/2021.

Sotto al grafico degli spostamenti viene riportato il grafico, relativo allo stesso intervallo temporale, delle misure inclinometriche nelle direzioni x (nord) e y (ovest).

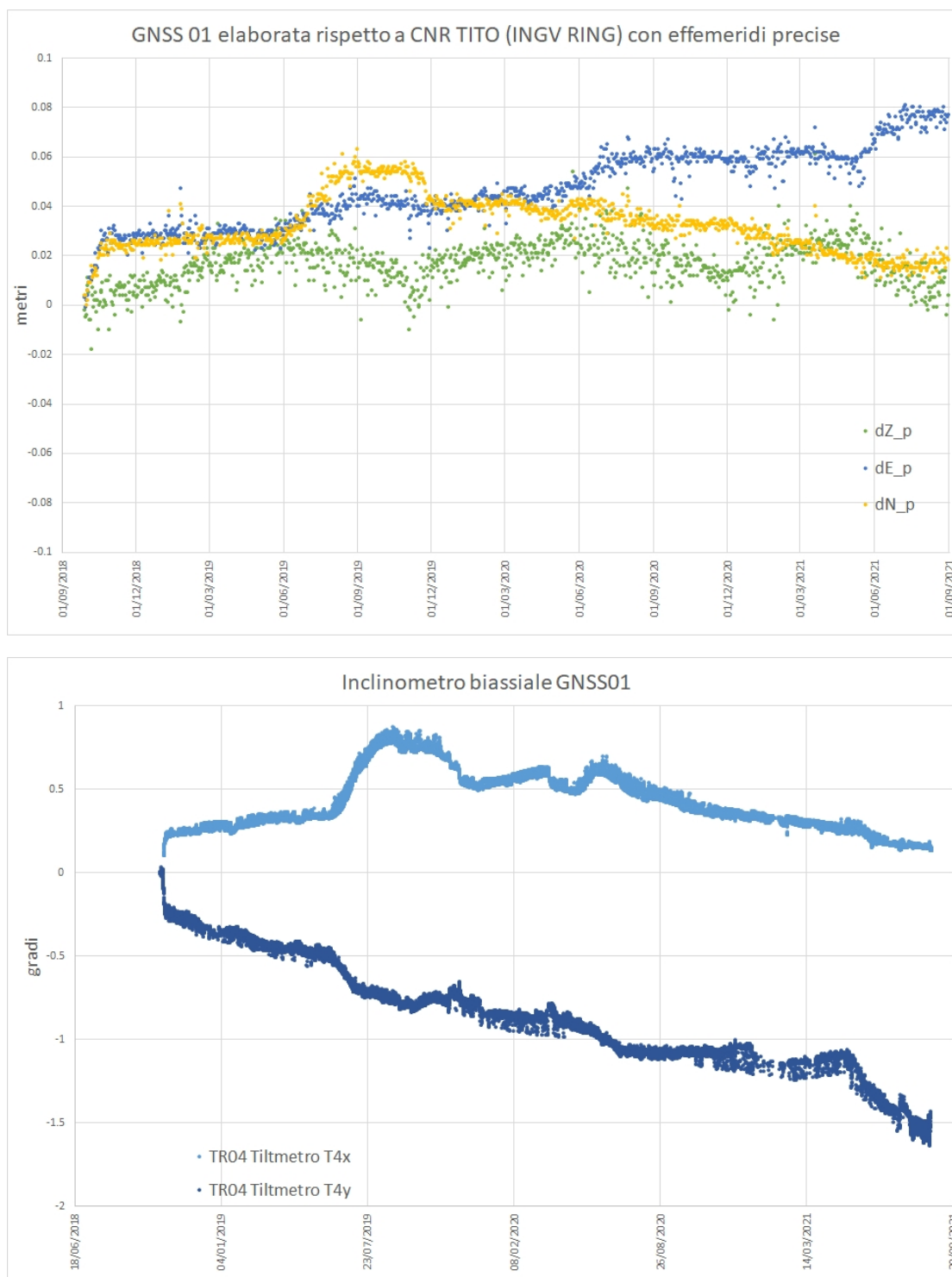


Figura 8 – Stazione GNSS 01: scostamenti dalla posizione iniziale nelle 3 componenti x,y e z (in alto).
Serie inclinometrica nelle 2 componenti x e y (in basso)

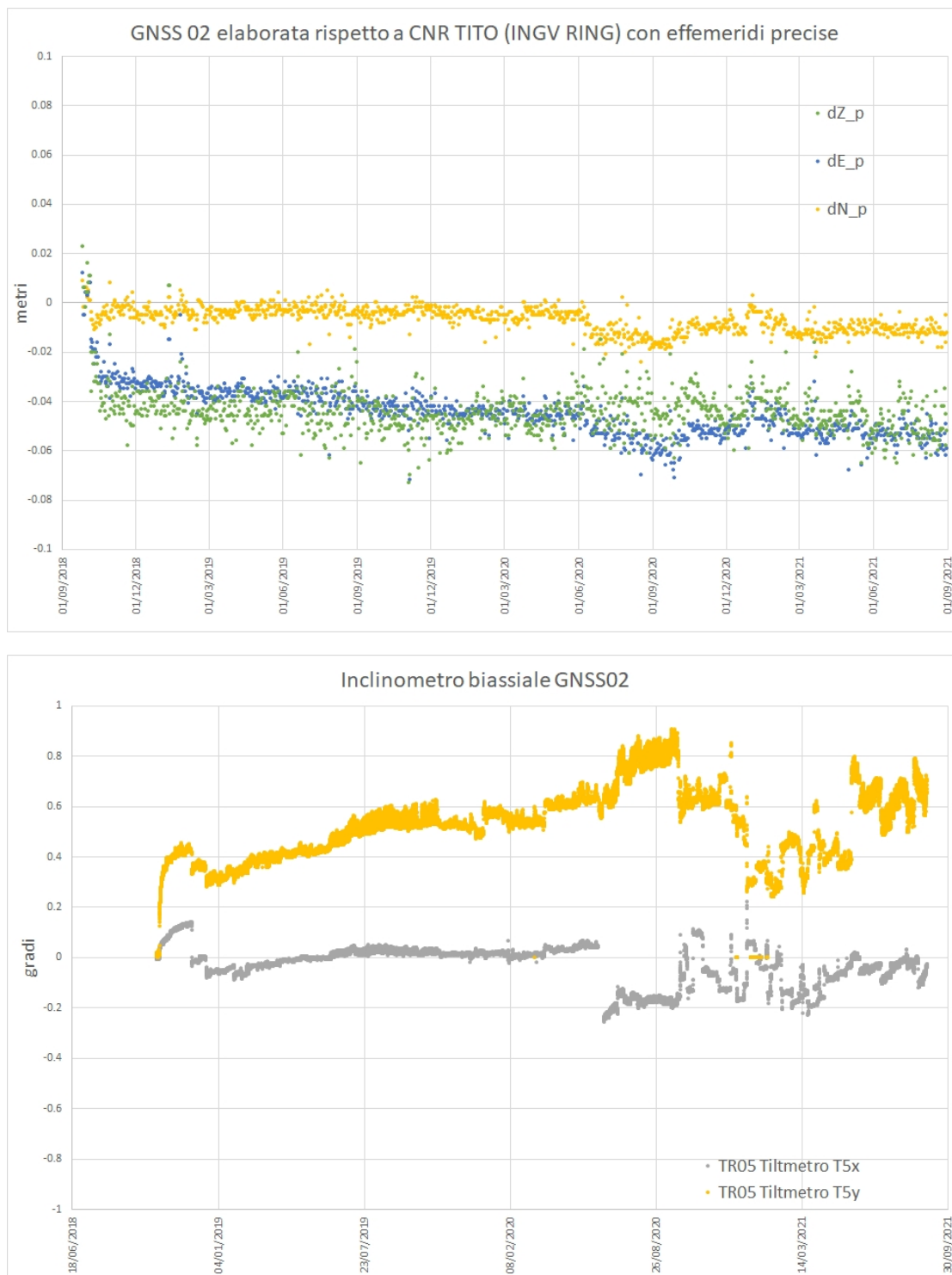


Figura 9 – Stazione GNSS 02: scostamenti dalla posizione iniziale nelle 3 componenti x,y e z (in alto).
Serie inclinometrica nelle 2 componenti x e y (in basso)

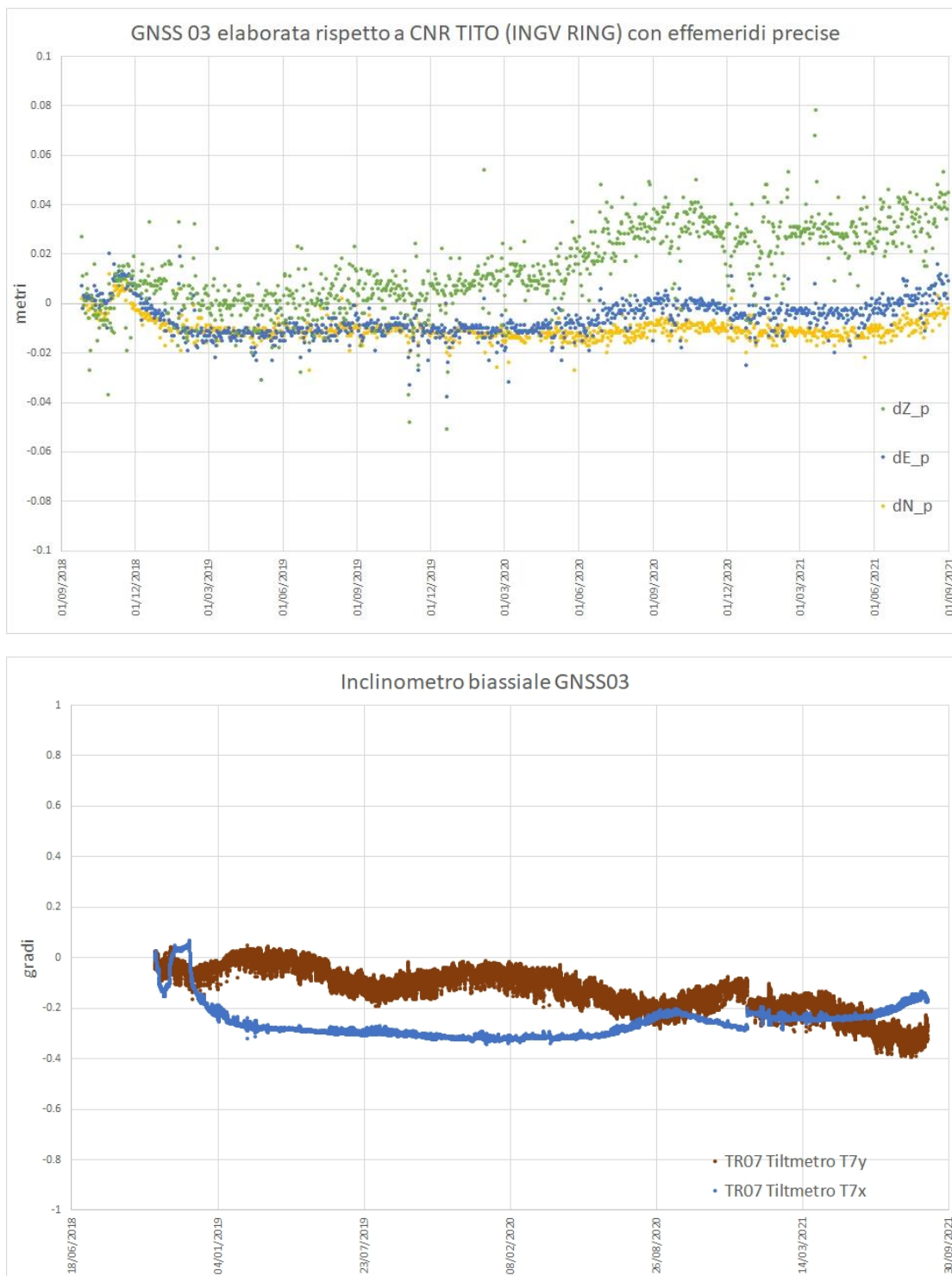


Figura 10 – Stazione GNSS 03: scostamenti dalla posizione iniziale nelle 3 componenti x,y e z (in alto). Serie inclinometrica nelle 2 componenti x e y (in basso)

4. COMMENTI AI RISULTATI

Dopo il periodo di assestamento iniziale, le stazioni non mostrano spostamenti degni di nota e il rumore delle misure è congruente con le prestazioni attese per la strumentazione impiegata.

Per tutte le stazioni si osserva congruenza tra i dati dell'inclinometro biassiale e quelli della relativa stazione GNSS.

Nei punti che seguono vengono riportati alcuni commenti di dettaglio sulle singole stazioni:

- Stazione GNSS01: continua l'assestamento della postazione di misura, come confermato da evidenze dirette sul terreno circostante. Tale assestamento provoca un leggero basculamento del corner reflector su cui sono installati l'antenna GNSS e l'inclinometro, come evidenziano le componenti orizzontali della misura. La quota rimane stabile sui valori iniziali, salvo naturali cicli di oscillazione dovuti a componenti stagionali.
- Stazione GNSS02: non si segnalano spostamenti di rilievo; le misure dell'inclinometro, che nel semestre precedente risultavano molto rumorose, sembrano rientrate nella norma, anche se la componente y rimane comunque più rumorosa rispetto ai dati registrati dagli altri sensori della rete.
- Stazione GNSS03: le misure non mostrano variazioni degne di nota.

Alla fine del mese di agosto 2021, in occasione di un intervento di verifica del corretto orientamento, del corner reflector sul quale sono installati l'antenna GNSS e l'inclinometro, il bloccaggio della struttura metallica è stato rinforzato con viti passanti per impedirne la rotazione e ridurre l'oscillazione. Sarà da valutare nel prossimo semestre l'efficacia di tale intervento sulla rumorosità della misura inclinometrica.



IMAGE S.R.L.
Fraz. Combe, 31
10050 Mattie (TO)
p.iva/c.f. 09715950011

Via Riccardo Pitteri, 8
20134 Milano

PH. +39 346 421.66.29
info@imageosrl.com
imageosrl@legalmail.it
www.imageosrl.com

Cliente: TOTAL E&P ITALIA SpA

Oggetto: Monitoraggio spostamenti del suolo mediante stazioni GNSS
presso la Concessione di Gorgoglione
Rapporto di elaborazione dei dati
Aggiornamento al 28 febbraio 2022

Ordine: Contratto di SERVIZI di monitoraggio sismico sull'area della
Concessione Gorgoglione
Contratto n° 4600001366 del 09/01/2018
CUP n. F75F07000100007

Note:

N. Pagine: 13

Data: 10 marzo 2022

Elaborato: Fabio Villa, Andrea Tamburini

Verificato: Andrea Tamburini

INDICE

1. INTRODUZIONE	3
2. DESCRIZIONE DELLA RETE GNSS	4
3. RISULTATI DELLE ELABORAZIONI	8
4. COMMENTI AI RISULTATI.....	13

1. INTRODUZIONE

La società IMAGEO SRL è stata incaricata dalla società TOTAL E&P ITALIA SPA, di fornire e installare una rete di monitoraggio degli spostamenti superficiali mediante GNSS presso la concessione Gorgoglione, garantendo l'acquisizione ed elaborazione continua dei dati e l'emissione di rapporti tecnici periodici. La rete, costituita da tre stazioni di misura, ha iniziato ad acquisire dati il 18 settembre 2018.

Nel presente documento vengono riportati i risultati dell'elaborazione semestrale dei dati, aggiornata alla data del **28 febbraio 2022**. In particolare vengono riportate nel documento le seguenti informazioni:

- Descrizione della rete, con le caratteristiche della strumentazione installata e del sistema di acquisizione ed elaborazione dati
- Metodologia di calcolo utilizzata
- Risultati ottenuti e commento alle misure

2. DESCRIZIONE DELLA RETE GNSS

La rete è costituita da tre stazioni di misura:

ID	Comune	latitudine	longitudine	Quota ortometrica	Data installazione
GNSS 01 (su TR04)	San Mauro Forte	40°29'48.85514"	16°12'56.33187"	616.173	18/09/2018
GNSS 02 (su TR05)	Guardia Peticara	40°22'59.60884"	16°05'42.81581"	712.563	18/09/2018
GNSS 03 (su TR07)	Laurenzana	40°26'42.69723"	15°57'22.40445"	849.775	19/09/2018

Tabella 1 – Coordinate geografiche delle stazioni GNSS

Ciascuna stazione è dotata delle seguenti apparecchiature:

- Ricevitore GNSS Trimble NetR9
- Chocke Ring Antenna Trimble GNSS-Ti v2 con cavo 10 m
- Elettrolivella biassiale Earthsystem
- Datalogger Campbell Scientific mod. CR310
- Capsula 230V per protettore EMP
- Router 3G – Net Module
- Antenna esterna con staffa per router 3G
- Pannello fotovoltaico 150W
- Sistema alimentazione con batteria in tampone

L'ubicazione delle stazioni è rappresentata in **Figura 1**.

Le antenne GNSS sono state installate alla sommità dei corner reflector installati nelle relative piazzole; questa soluzione, già adottata in altre aree di produzione o stoccaggio idrocarburi, è stata prescelta al fine di consentire una miglior correlazione tra le due tipologie di misure (**Figura 2**).

Per individuare eventuali deviazioni dalla verticale del corner reflector sul quale è installata l'antenna GNSS, è stato installato su ciascuno di essi un inclinometro biassiale (**Figura 3**).

Per convenzione, gli assi X e Y dell'inclinometro biassiale sono stati orientati rispettivamente verso nord e verso ovest in tutte le postazioni.

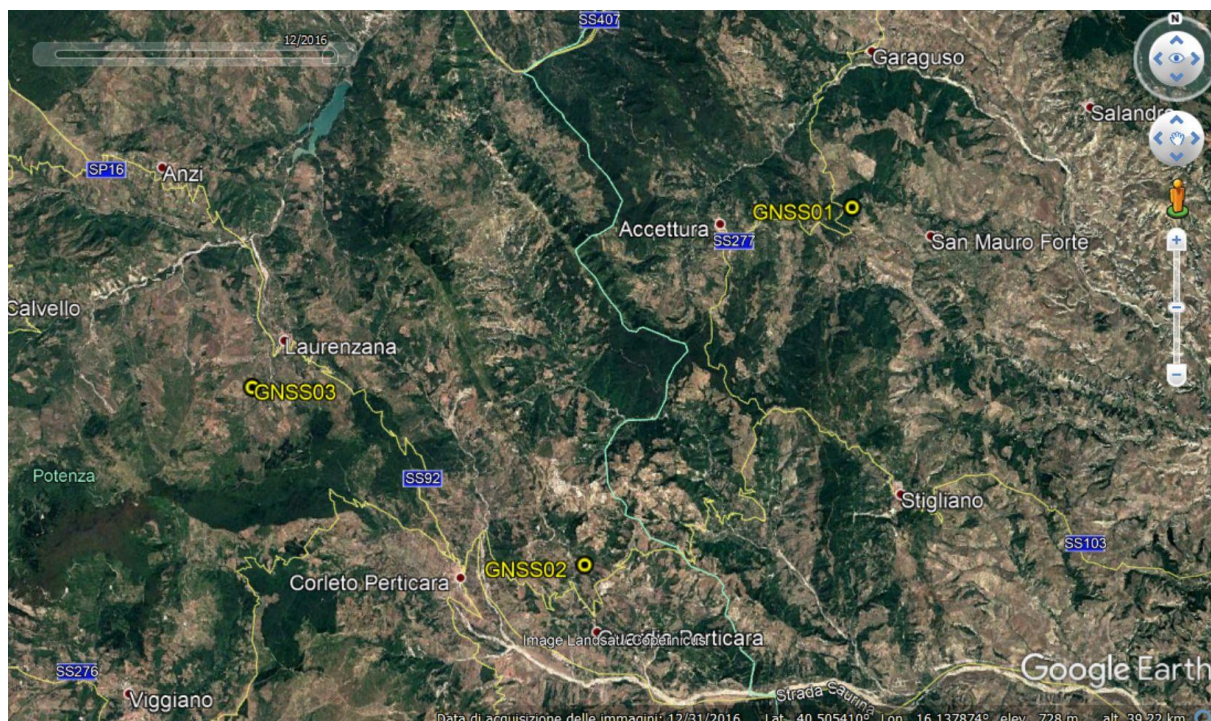


Figura 1 – Ubicazione delle stazioni GNSS.

I dati delle stazioni GNSS vengono registrati su un server ftp in cloud raggiungibile mediante accesso protetto da password. Sul server vengono registrate sessioni di misura orarie in formato RINEX, in un archivio organizzato secondo una struttura ANNO/MESE/GIORNO. Al fine di garantire la ridondanza dell'archivio, nella memoria interna di ciascun ricevitore vengono registrate sessioni giornaliere in formato proprietario (*.TR2), scaricabili manualmente mediante l'interfaccia di accesso al ricevitore.

L'accesso alle stazioni viene effettuato utilizzando un browser, che consente di aprire l'interfaccia di comunicazione con il ricevitore, verificarne lo stato e la configurazione, il livello di carica delle batterie (interna ed esterna), il livello di occupazione della memoria ed altri parametri attraverso un menu intuitivo posto nella parte sinistra del monitor (**Figura 4**)

Gli inclinometri biassiali vengono gestiti attraverso un datalogger Campbell Scientific mod. CR310 dedicato, configurato per acquisire i dati di inclinazione e alimentazione del sensore con periodicità oraria.

E' possibile accedere all'archivio dei dati acquisiti dagli inclinometri sempre attraverso browser, utilizzando un'apposita interfaccia che consente di visualizzare, diagrammare e scaricare i dati acquisiti in formato .CSV (**Figura 5**).

Tutti gli accessi sono protetti da password.



Figura 2 – Antenna Choke Ring installata al centro di un corner reflector.

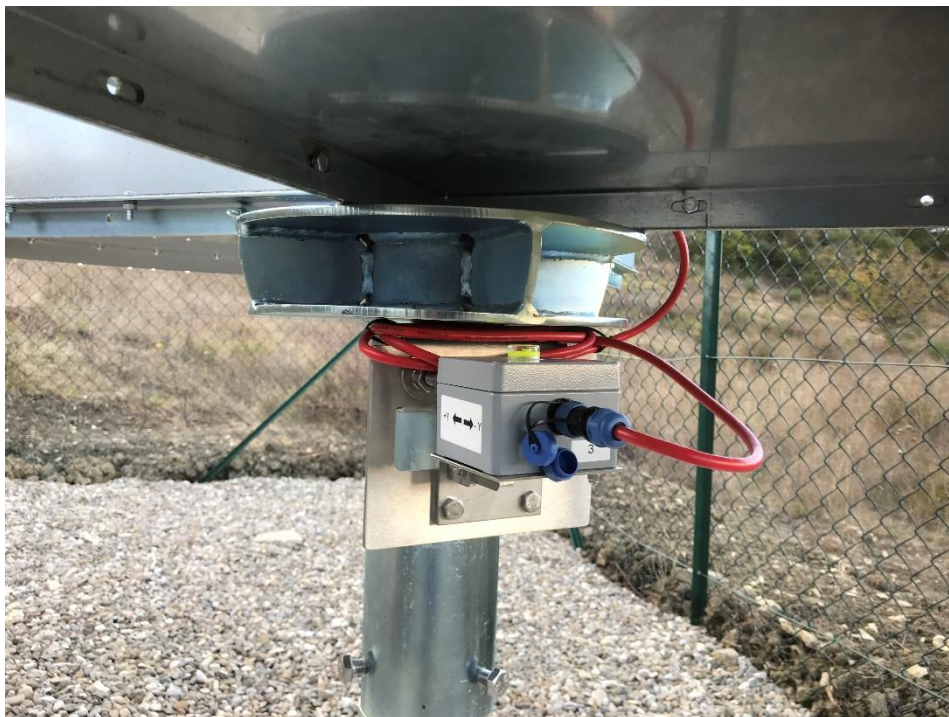


Figura 3 – Inclinator biassiale installato sul palo di sostegno di un corner reflector dotato di antenna GNSS alla sommità.

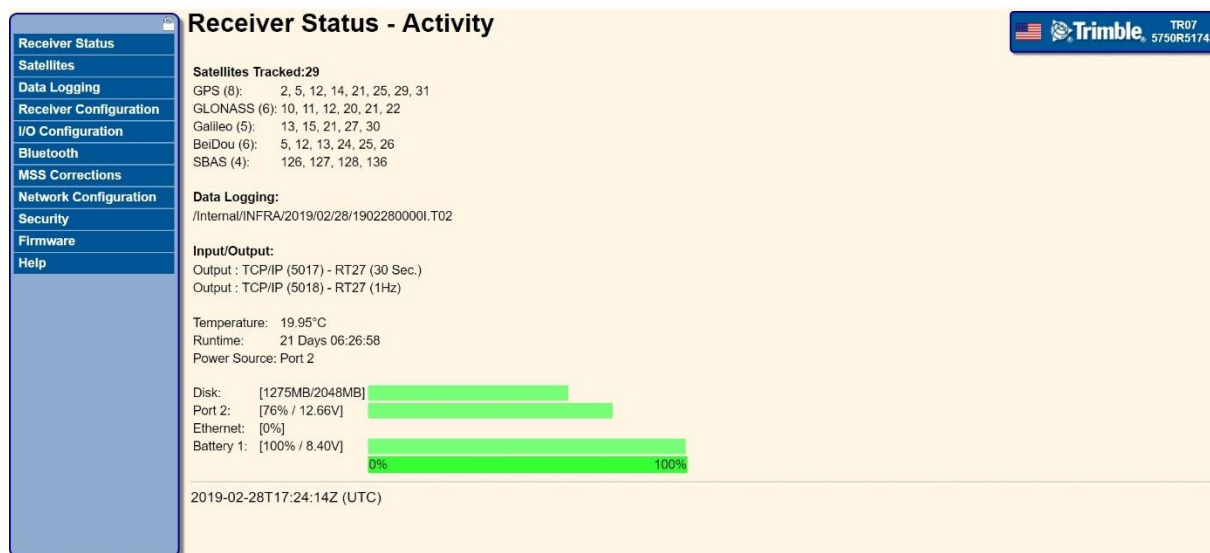


Figura 4 – Interfaccia web di comunicazione con i ricevitori GNSS.

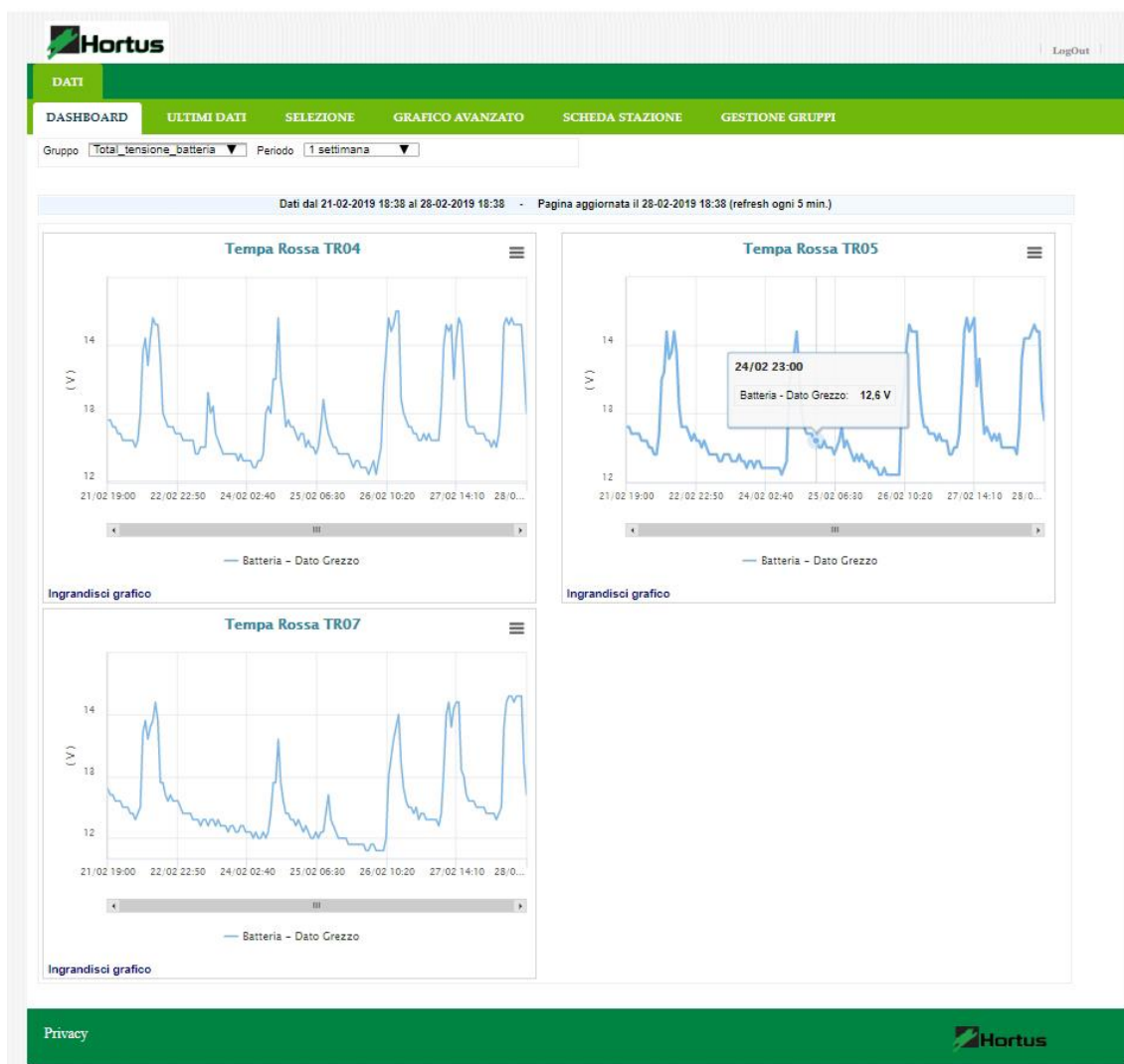


Figura 5 – Interfaccia web di comunicazione con il software di gestione degli inclinometri biassiali.

3. RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

I dati delle stazioni GNSS 01, GNSS 02 e GNSS 03 sono stati elaborati utilizzando come base di riferimento la stazione TITO della rete GNSS nazionale RING. La stazione è posizionata in località Tito Scalo (PZ), ed è stata scelta sia per la vicinanza alle stazioni GNSS 01, GNSS 02 e GNSS 03, sia per la stabilità e continuità delle misure nelle serie storiche passate. Sono stati preferiti servizi di posizionamento satellitare gestiti da enti pubblici piuttosto che da società private.

La scelta della stazione di riferimento risulta da una ricognizione di tutte le stazioni disponibili in zona, dopo averne verificato l'accessibilità e la continuità degli archivi storici. In **Figura 6** ed in **Figura 7** sono riportate rispettivamente la posizione e la monografia della stazione TITO.

Si ricorda che le coordinate della stazione TITO nel frame ETRF2000/RDN sono state calcolate mediante inquadramento in una rete di 5 stazioni master della rete dinamica nazionale (RDN).



Figura 6 – Posizione delle stazioni di misura, inclusa la stazione di riferimento TITO.

TITO – C.N.R. TITO – BASILICATA

INFO

APPROX POSITION (WGS84)

LATITUDE: **40.6** (deg)
LONGITUDE: **15.72** (deg)
ELEVATION: **818.22** (m)

INSTRUMENTS

RECEIVER: **LEICA GRX1200PRO**
FIRMWARE: **3.00**
ANTENNA: **TRM29659.00**
RADOME: **NONE**



Figura 7 – Monografia della stazione TITO della Rete Integrata Nazionale GPS, gestita dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Per determinare le coordinate delle stazioni GNSS sono state elaborate sessioni di misura della durata di 24 ore, utilizzando i dati delle effemeridi precise fornite dal servizio di condivisione dell'Università di Berna: <ftp.unibe.ch>

I risultati dell'andamento delle posizioni delle tre stazioni GNSS sono riportati nei grafici seguenti che rappresentano gli scostamenti dalla posizione iniziale nelle tre direzioni x (est), y (nord) e z (quota), dal 19/09/2018 al 28/02/2022.

Sotto al grafico degli spostamenti viene riportato il grafico, relativo allo stesso intervallo temporale, delle misure inclinometriche nelle direzioni x (nord) e y (ovest).

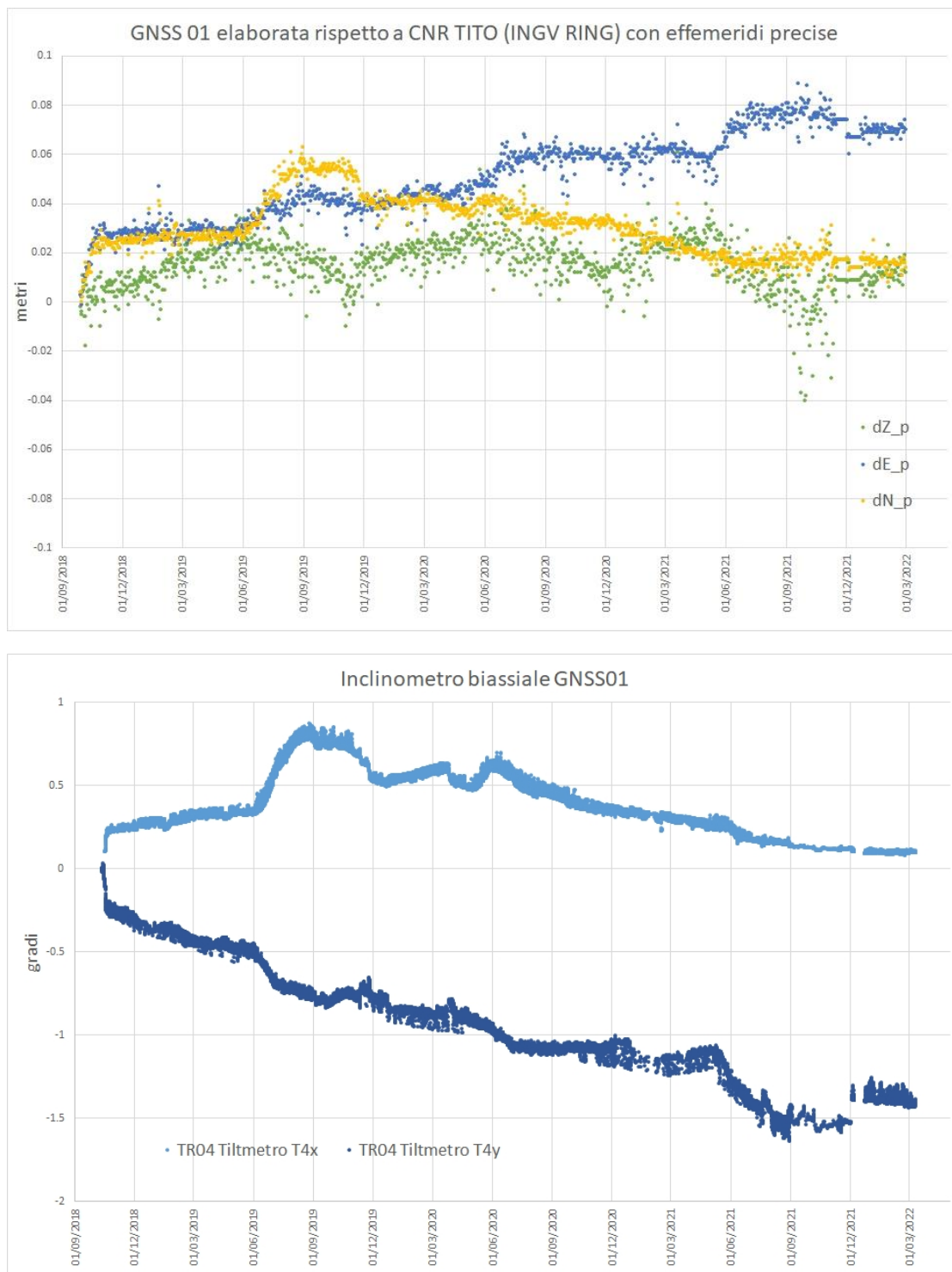


Figura 8 – Stazione GNSS 01: scostamenti dalla posizione iniziale nelle 3 componenti x,y e z (in alto).
Serie inclinometrica nelle 2 componenti x e y (in basso)

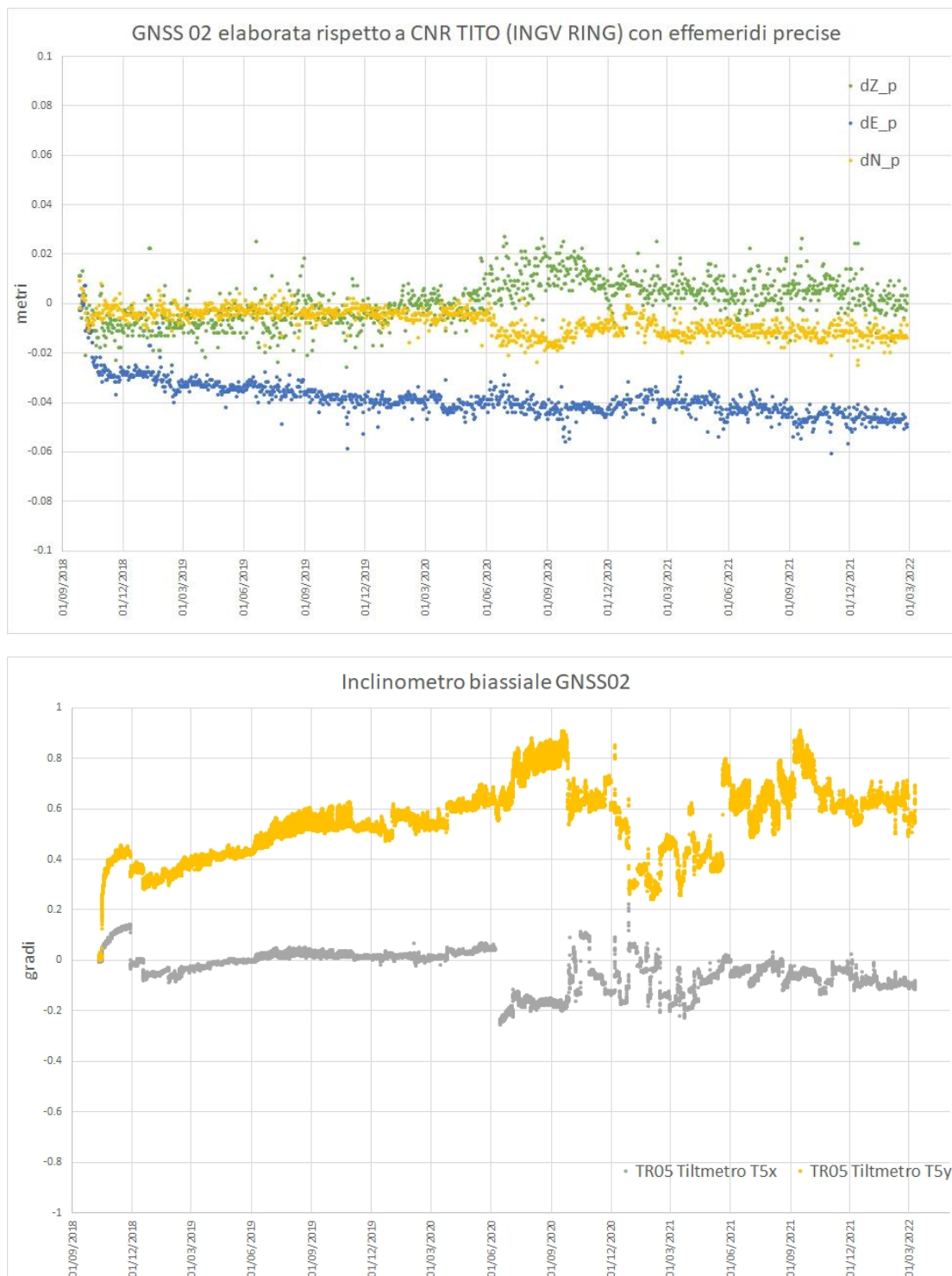


Figura 9 – Stazione GNSS o2: scostamenti dalla posizione iniziale nelle 3 componenti x,y e z (in alto).
Serie inclinometrica nelle 2 componenti x e y (in basso)

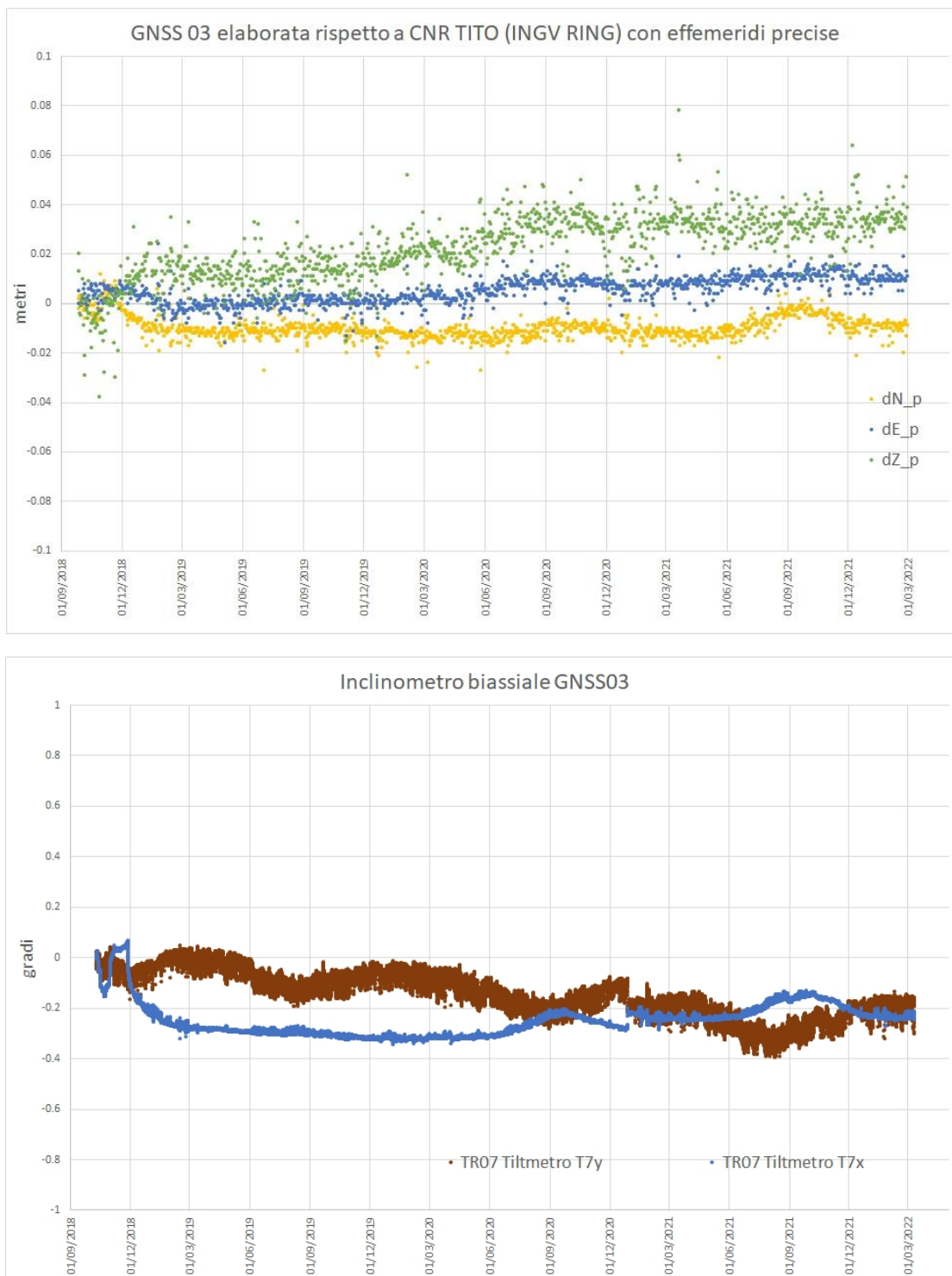


Figura 10 – Stazione GNSS 03: scostamenti dalla posizione iniziale nelle 3 componenti x,y e z (in alto). Serie inclinometrica nelle 2 componenti x e y (in basso)

4. COMMENTI AI RISULTATI

Dopo il periodo di assestamento iniziale, le stazioni non mostrano spostamenti degni di nota e il rumore delle misure è congruente con le prestazioni attese per la strumentazione impiegata.

Per tutte le stazioni si osserva congruenza tra i dati dell'inclinometro biassiale e quelli della relativa stazione GNSS.

Nei punti che seguono vengono riportati alcuni commenti di dettaglio sulle singole stazioni:

- Stazione GNSS01: dopo l'assestamento iniziale della postazione di misura, nell'ultimo semestre inizia una stabilizzazione delle componenti orizzontali che evidenziavano il fenomeno. Il piccolo gradino che si osserva sulla serie dei dati registrati dall'inclinometro biassiale all'inizio di dicembre è legato ad un intervento di manutenzione straordinaria eseguito sulla stazione.
- Stazione GNSS02: le misure non mostrano variazioni degne di nota nell'ultimo semestre.
- Stazione GNSS03: le misure non mostrano variazioni degne di nota.

Nel mese di dicembre 2021 è stata effettuata la manutenzione straordinaria del sistema di alimentazione della stazione GNSS01, che ha comportato la sostituzione del pannello fotovoltaico, del regolatore di tensione e della batteria in tampone. L'intervento è stato risolutivo.



IMAGE S.R.L.
Fraz. Combe, 31
10050 Mattie (TO)
p.iva/c.f. 09715950011

Via Riccardo Pitteri, 8
20134 Milano

PH. +39 346 421.66.29
info@imageosrl.com
imageosrl@legalmail.it
www.imageosrl.com

Cliente: TOTAL E&P ITALIA SpA

Oggetto: Monitoraggio spostamenti del suolo mediante stazioni GNSS
presso la Concessione di Gorgoglione
Rapporto di elaborazione dei dati
Aggiornamento al 31 agosto 2022

Ordine: Contratto di SERVIZI di monitoraggio sismico sull'area della
Concessione Gorgoglione
Contratto n° 4600001366 del 09/01/2018
CUP n. F75F07000100007

Note:

N. Pagine: 13

Data: 26 settembre 2022

Elaborato: Fabio Villa, Andrea Tamburini

Verificato: Andrea Tamburini

INDICE

1. INTRODUZIONE	3
2. DESCRIZIONE DELLA RETE GNSS	4
3. RISULTATI DELLE ELABORAZIONI	8
4. COMMENTI AI RISULTATI.....	13

1. INTRODUZIONE

La società IMAGEO SRL è stata incaricata dalla società TOTAL E&P ITALIA SPA, di fornire e installare una rete di monitoraggio degli spostamenti superficiali mediante GNSS presso la concessione Gorgoglione, garantendo l'acquisizione ed elaborazione continua dei dati e l'emissione di rapporti tecnici periodici. La rete, costituita da tre stazioni di misura, ha iniziato ad acquisire dati il 18 settembre 2018.

Nel presente documento vengono riportati i risultati dell'elaborazione semestrale dei dati, aggiornata alla data del **31 agosto 2022**. In particolare vengono riportate nel documento le seguenti informazioni:

- Descrizione della rete, con le caratteristiche della strumentazione installata e del sistema di acquisizione ed elaborazione dati
- Metodologia di calcolo utilizzata
- Risultati ottenuti e commento alle misure

2. DESCRIZIONE DELLA RETE GNSS

La rete è costituita da tre stazioni di misura:

ID	Comune	latitudine	longitudine	Quota ortometrica	Data installazione
GNSS 01 (su TR04)	San Mauro Forte	40°29'48.85514"	16°12'56.33187"	616.173	18/09/2018
GNSS 02 (su TR05)	Guardia Peticara	40°22'59.60884"	16°05'42.81581"	712.563	18/09/2018
GNSS 03 (su TR07)	Laurenzana	40°26'42.69723"	15°57'22.40445"	849.775	19/09/2018

Tabella 1 – Coordinate geografiche delle stazioni GNSS

Ciascuna stazione è dotata delle seguenti apparecchiature:

- Ricevitore GNSS Trimble NetR9
- Chocke Ring Antenna Trimble GNSS-Ti v2 con cavo 10 m
- Elettrolivella biassiale Earthsystem
- Datalogger Campbell Scientific mod. CR310
- Capsula 230V per protettore EMP
- Router 3G – Net Module
- Antenna esterna con staffa per router 3G
- Pannello fotovoltaico 150W
- Sistema alimentazione con batteria in tampone

L'ubicazione delle stazioni è rappresentata in **Figura 1**.

Le antenne GNSS sono state installate alla sommità dei corner reflector installati nelle relative piazzole; questa soluzione, già adottata in altre aree di produzione o stoccaggio idrocarburi, è stata prescelta al fine di consentire una miglior correlazione tra le due tipologie di misure (**Figura 2**).

Per individuare eventuali deviazioni dalla verticale del corner reflector sul quale è installata l'antenna GNSS, è stato installato su ciascuno di essi un inclinometro biassiale (**Figura 3**).

Per convenzione, gli assi X e Y dell'inclinometro biassiale sono stati orientati rispettivamente verso nord e verso ovest in tutte le postazioni.

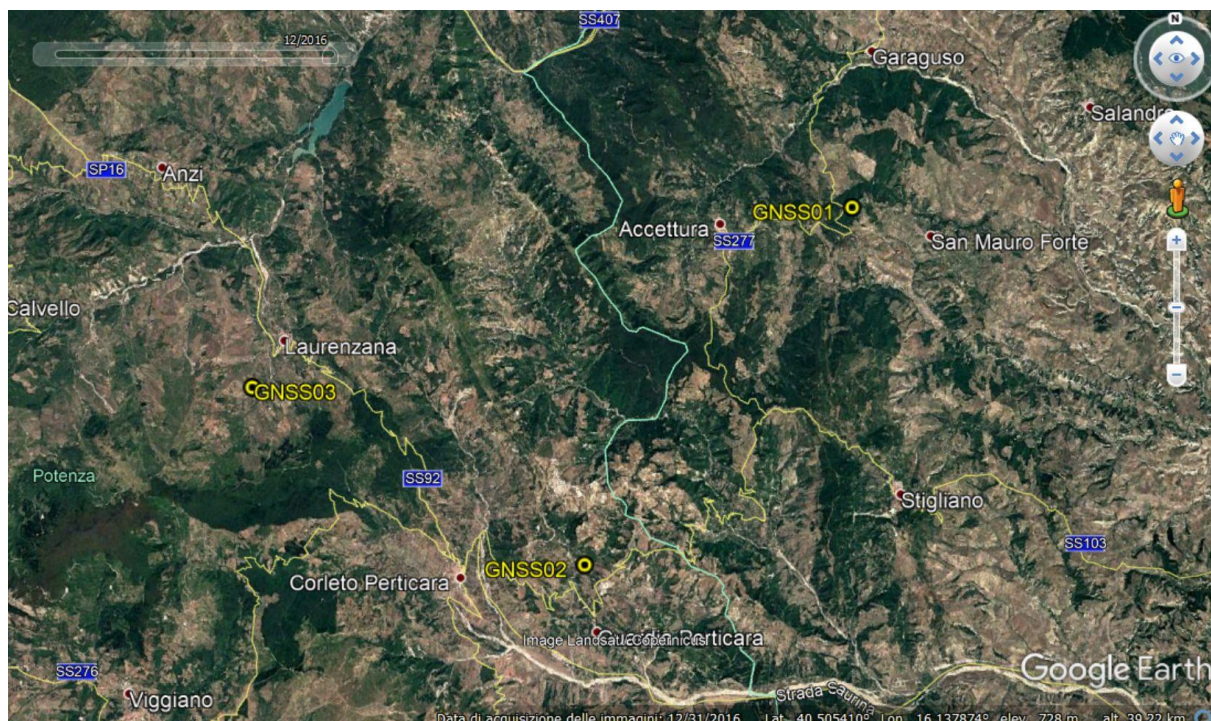


Figura 1 – Ubicazione delle stazioni GNSS.

I dati delle stazioni GNSS vengono registrati su un server ftp in cloud raggiungibile mediante accesso protetto da password. Sul server vengono registrate sessioni di misura orarie in formato RINEX, in un archivio organizzato secondo una struttura ANNO/MESE/GIORNO. Al fine di garantire la ridondanza dell'archivio, nella memoria interna di ciascun ricevitore vengono registrate sessioni giornaliere in formato proprietario (*.TR2), scaricabili manualmente mediante l'interfaccia di accesso al ricevitore.

L'accesso alle stazioni viene effettuato utilizzando un browser, che consente di aprire l'interfaccia di comunicazione con il ricevitore, verificarne lo stato e la configurazione, il livello di carica delle batterie (interna ed esterna), il livello di occupazione della memoria ed altri parametri attraverso un menu intuitivo posto nella parte sinistra del monitor (**Figura 4**)

Gli inclinometri biassiali vengono gestiti attraverso un datalogger Campbell Scientific mod. CR310 dedicato, configurato per acquisire i dati di inclinazione e alimentazione del sensore con periodicità oraria.

E' possibile accedere all'archivio dei dati acquisiti dagli inclinometri sempre attraverso browser, utilizzando un'apposita interfaccia che consente di visualizzare, diagrammare e scaricare i dati acquisiti in formato .CSV (**Figura 5**).

Tutti gli accessi sono protetti da password.



Figura 2 – Antenna Choke Ring installata al centro di un corner reflector.



Figura 3 – Inclinatorio biassiale installato sul palo di sostegno di un corner reflector dotato di antenna GNSS alla sommità.

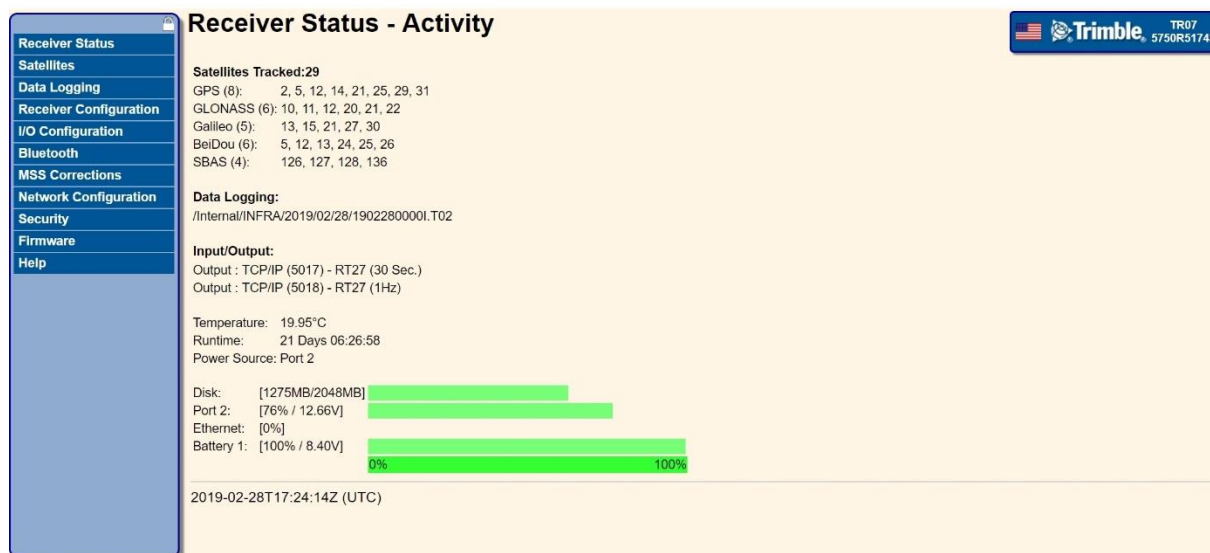


Figura 4 – Interfaccia web di comunicazione con i ricevitori GNSS.

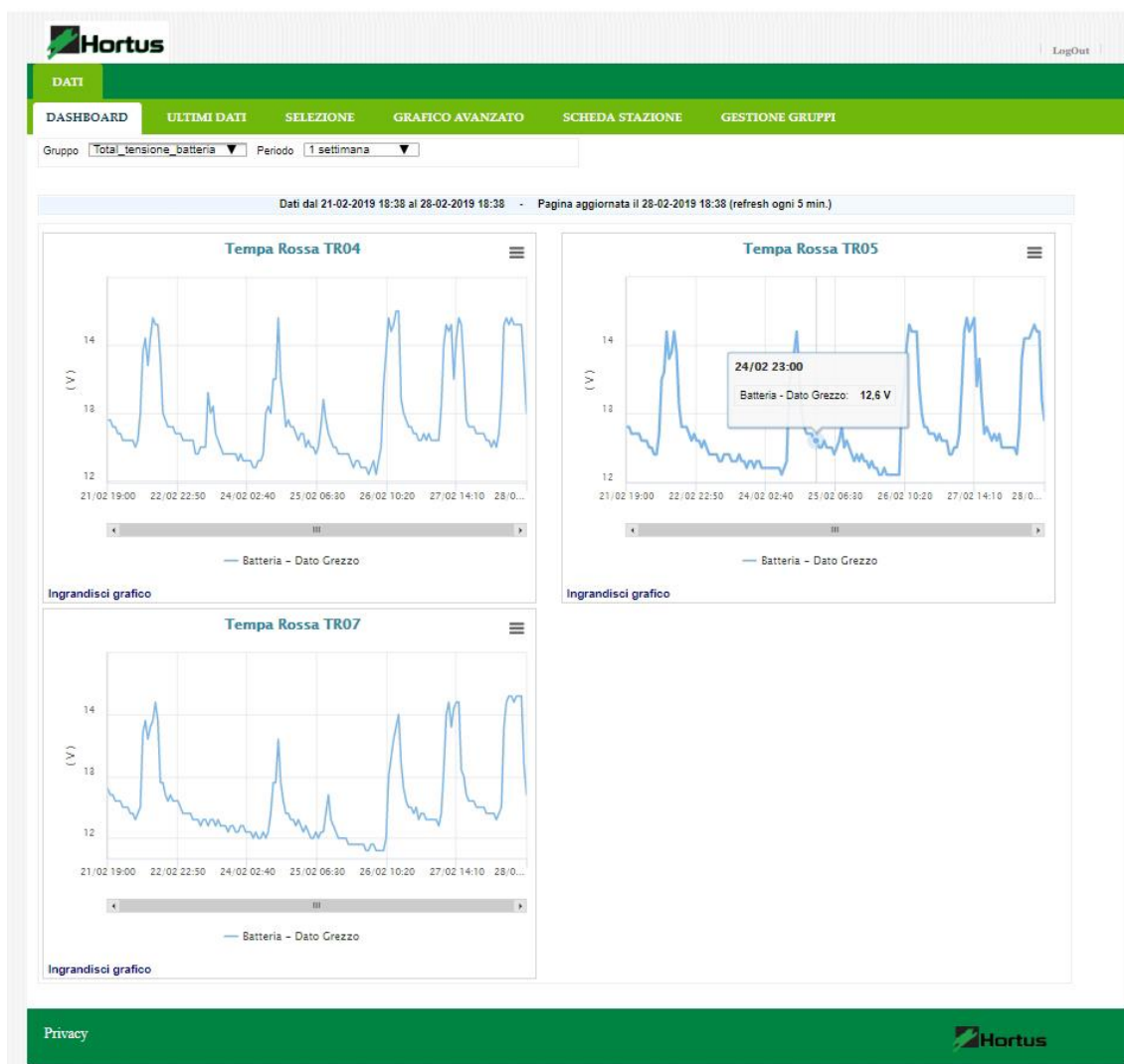


Figura 5 – Interfaccia web di comunicazione con il software di gestione degli inclinometri biassiali.

3. RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

I dati delle stazioni GNSS 01, GNSS 02 e GNSS 03 sono stati elaborati utilizzando come base di riferimento la stazione TITO della rete GNSS nazionale RING. La stazione è posizionata in località Tito Scalo (PZ), ed è stata scelta sia per la vicinanza alle stazioni GNSS 01, GNSS 02 e GNSS 03, sia per la stabilità e continuità delle misure nelle serie storiche passate. Sono stati preferiti servizi di posizionamento satellitare gestiti da enti pubblici piuttosto che da società private.

La scelta della stazione di riferimento risulta da una ricognizione di tutte le stazioni disponibili in zona, dopo averne verificato l'accessibilità e la continuità degli archivi storici. In **Figura 6** ed in **Figura 7** sono riportate rispettivamente la posizione e la monografia della stazione TITO.

Si ricorda che le coordinate della stazione TITO nel frame ETRF200/RDN sono state calcolate mediante inquadramento in una rete di 5 stazioni master della rete dinamica nazionale (RDN).

Si segnala che la stazione RING TITO è fuori servizio dal 15 agosto 2022. Per questa elaborazione è stata utilizzata in alternativa la stazione RING MCEL (Tramutola) nel periodo 15-31 agosto 2022, previa verifica della sovrapponibilità delle serie storiche di spostamento su un intervallo temporale di 8 mesi (01/01/2022 – 31/08/2022). La monografia della stazione MCEL è riportata in **Figura 7**.

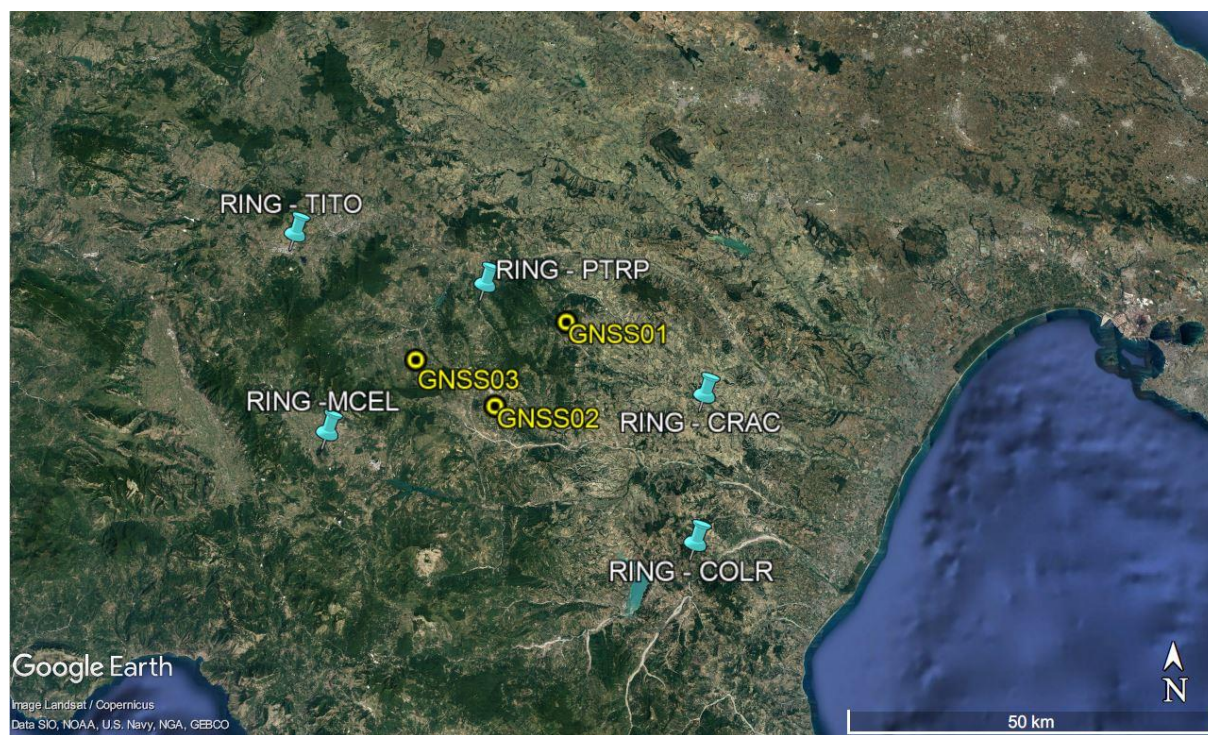


Figura 6 – Posizione delle stazioni di misura e delle stazioni della rete di riferimento RING ubicate nell'intorno.

TITO – C.N.R. TITO – BASILICATA

INFO

APPROX POSITION (WGS84)

LATITUDE: **40.6** (deg)
LONGITUDE: **15.72** (deg)
ELEVATION: **818.22** (m)

INSTRUMENTS

RECEIVER: **LEICA GRX1200PRO**
FIRMWARE: **3.00**
ANTENNA: **TRM29659.00**
RADOME: **NONE**



MCEL – TRAMUTOLA (PZ) – BASILICATA

INFO

APPROX POSITION (WGS84)

LATITUDE: **40.33** (deg)
LONGITUDE: **15.8** (deg)
ELEVATION: **1058.89** (m)

INSTRUMENTS

RECEIVER: **LEICA GRX1200PRO**
FIRMWARE: **9.20/2.127**
ANTENNA: **LEIAT504**
RADOME: **SCIT**



Figura 7 – Monografia delle stazioni TITO (in alto) e MCEL (in basso) della Rete Integrata Nazionale GPS, gestita dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. La stazione MCEL è stata utilizzata come base per l'elaborazione dei dati negli ultimi 15 giorni di agosto.

Per determinare le coordinate delle stazioni GNSS sono state elaborate sessioni di misura della durata di 24 ore, utilizzando i dati delle effemeridi precise fornite dal servizio di condivisione dell'Università di Berna: <ftp.unibe.ch>

I risultati dell'andamento delle posizioni delle tre stazioni GNSS sono riportati nei grafici seguenti che rappresentano gli scostamenti dalla posizione iniziale nelle tre direzioni x (est), y (nord) e z (quota), dal 19/09/2018 al 31/08/2022.

Sotto al grafico degli spostamenti viene riportato il grafico, relativo allo stesso intervallo temporale, delle misure inclinometriche nelle direzioni x (nord) e y (ovest).

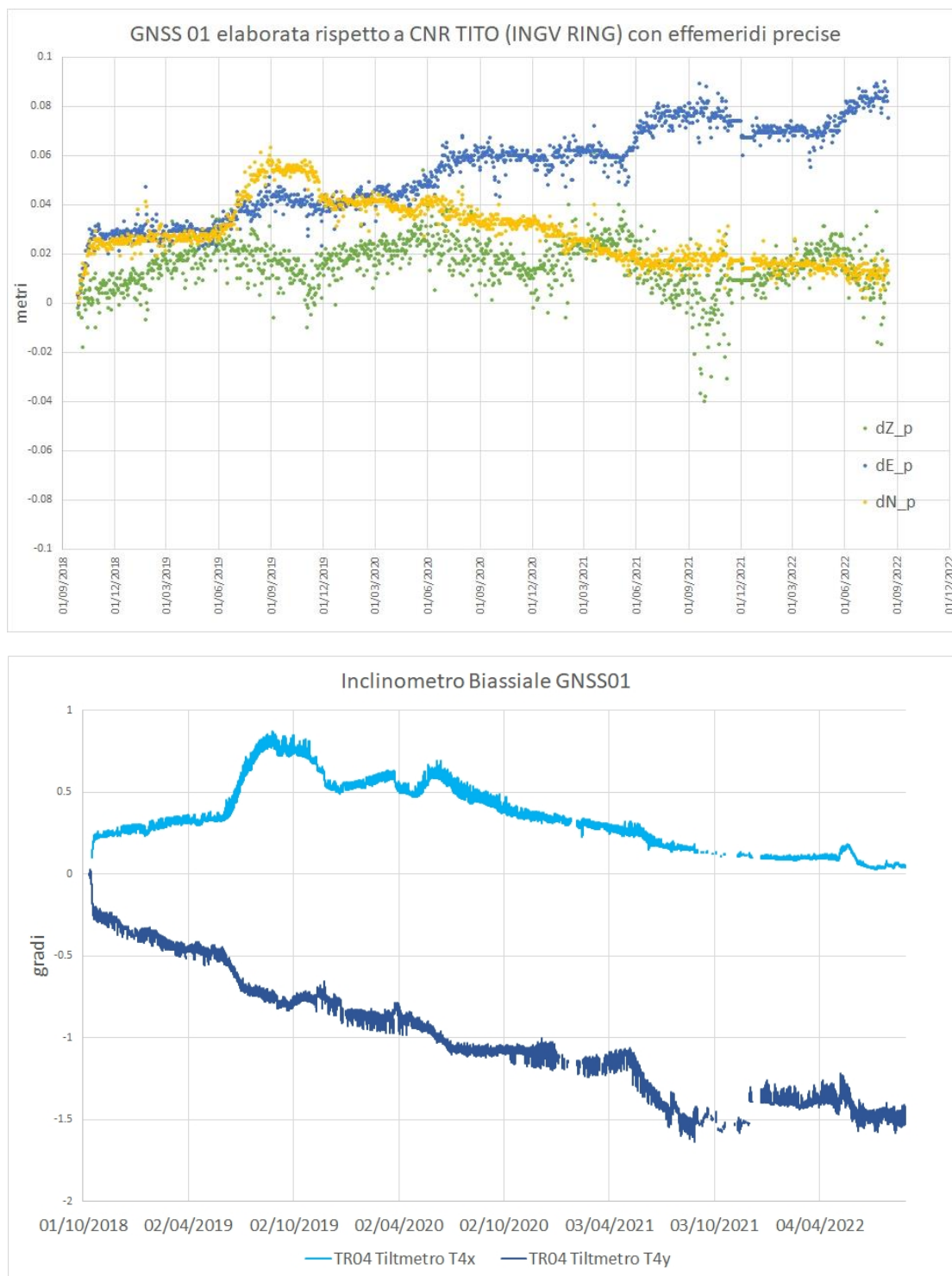


Figura 8 – Stazione GNSS 01: scostamenti dalla posizione iniziale nelle 3 componenti x,y e z (in alto). Serie inclinometrica nelle 2 componenti x e y (in basso). Nell'intervallo temporale 15-31 agosto 2022 è stata utilizzata come riferimento la stazione RING – MCEL, come specificato nel par. 2.

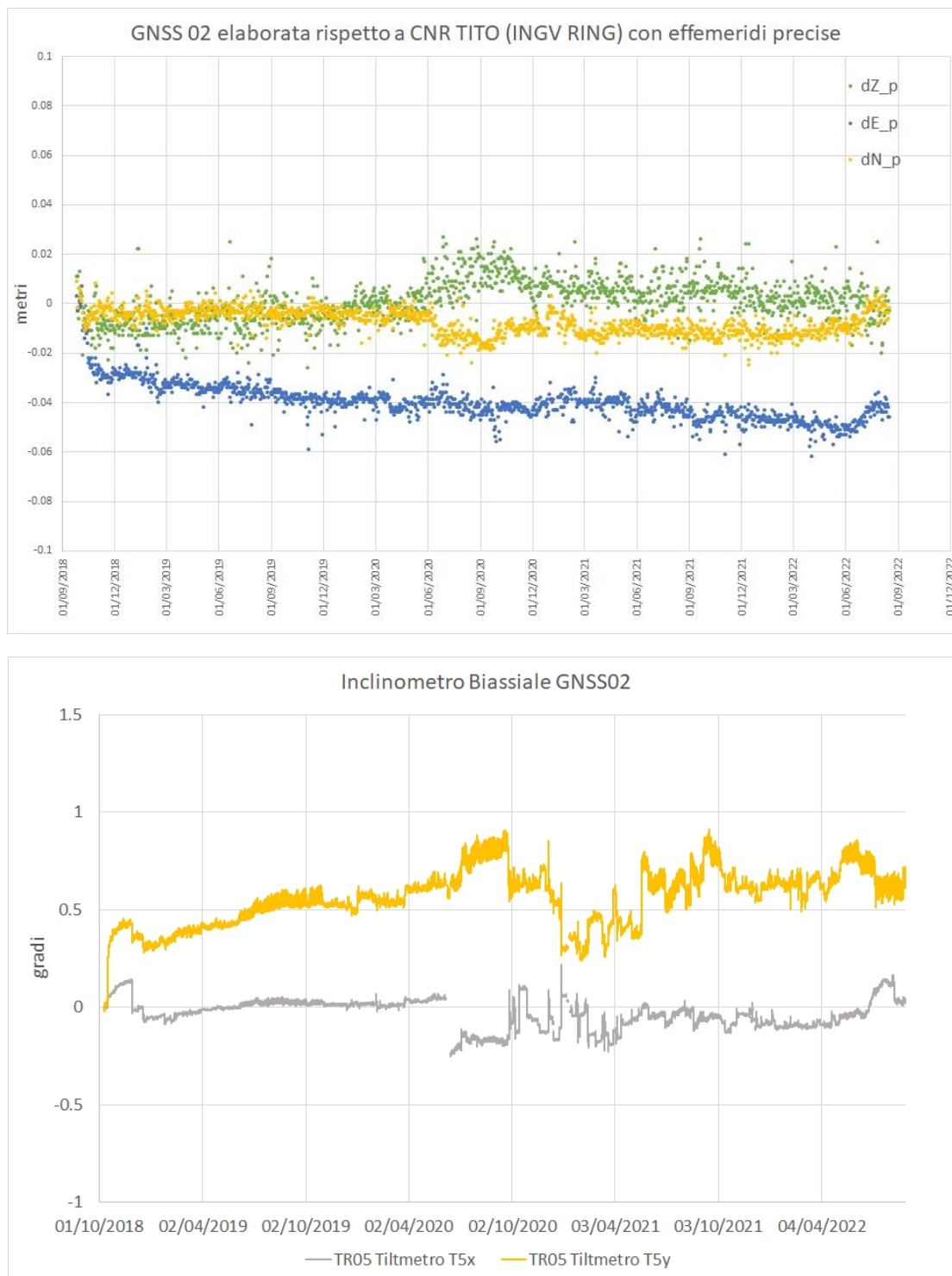


Figura 9 – Stazione GNSS 02: scostamenti dalla posizione iniziale nelle 3 componenti x,y e z (in alto). Serie inclinometrica nelle 2 componenti x e y (in basso). Nell'intervallo temporale 15-31 agosto 2022 è stata utilizzata come riferimento la stazione RING – MCEL, come specificato nel par. 2.

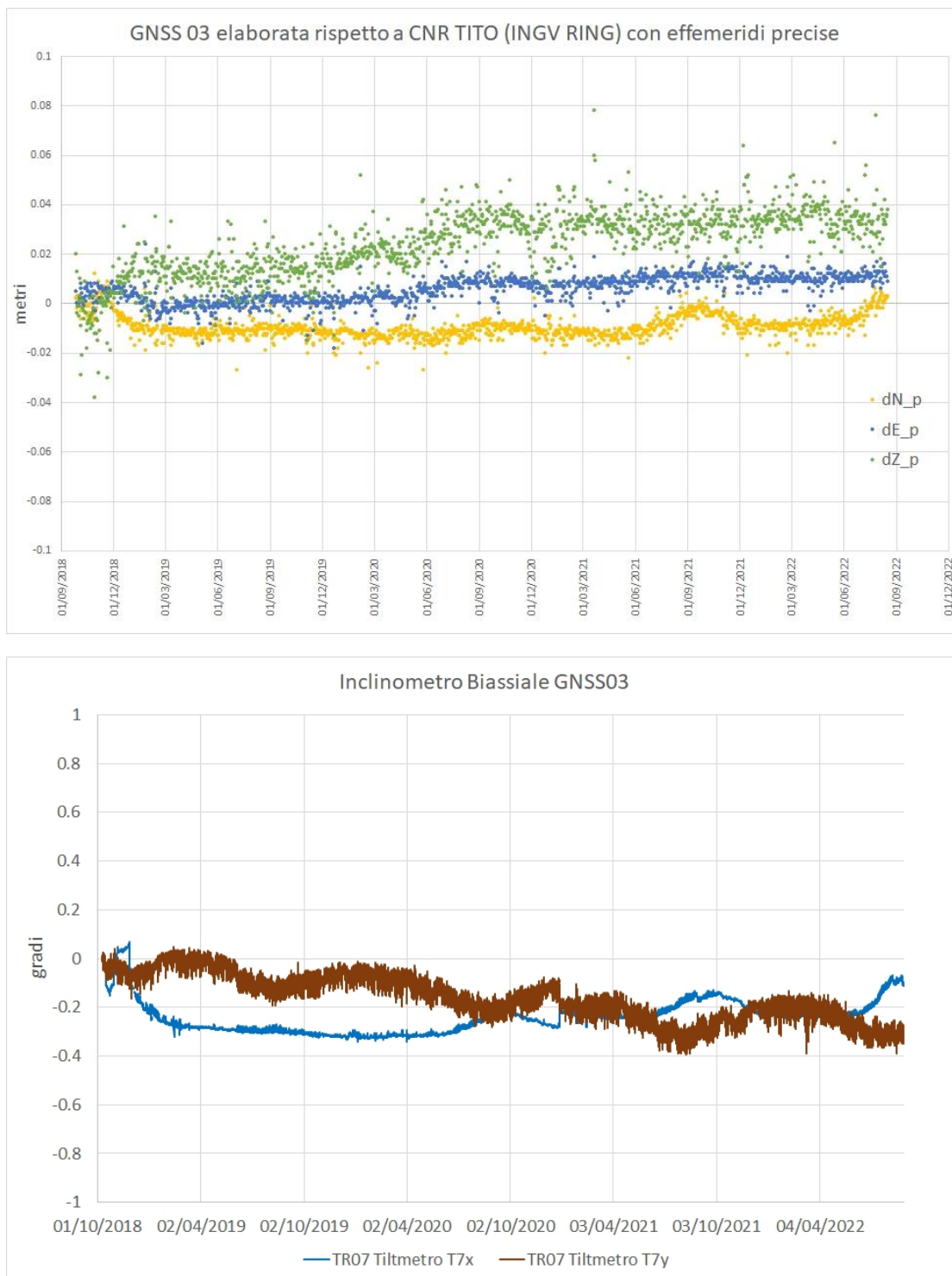


Figura 10 – Stazione GNSS 03: scostamenti dalla posizione iniziale nelle 3 componenti x,y e z (in alto). Serie inclinometrica nelle 2 componenti x e y (in basso). Nell'intervallo temporale 15-31 agosto 2022 è stata utilizzata come riferimento la stazione RING – MCEL, come specificato nel par. 2.

4. COMMENTI AI RISULTATI

Dopo il periodo di assestamento iniziale, le stazioni non mostrano spostamenti degni di nota e il rumore delle misure è congruente con le prestazioni attese per la strumentazione impiegata.

Per tutte le stazioni si osserva congruenza tra i dati dell'inclinometro biassiale e quelli della relativa stazione GNSS.

Nei punti che seguono vengono riportati alcuni commenti di dettaglio sulle singole stazioni:

- Stazione GNSS01: dopo l'assestamento iniziale della postazione di misura, le componenti orizzontali che evidenziavano il fenomeno si sono stabilizzate, a meno di oscillazioni cicliche stagionali. Nel semestre non si osservano variazioni degne di nota.
- Stazione GNSS02: le misure non mostrano variazioni degne di nota nel semestre.
- Stazione GNSS03: le misure non mostrano variazioni degne di nota nel semestre.

Dalla seconda metà di agosto 2022 la stazione di riferimento TITO della rete RING è fuori servizio. Non è stato possibile ottenere spiegazioni sul problema e sui tempi di ripristino. E' stata pertanto adottata come riferimento la stazione MCEL, ubicata a sud della precedente a distanza analoga dalle stazioni della rete di Gorgoglione. La sovrapponibilità dei risultati è stata verificata mediante elaborazione di un periodo di 8 mesi circa, a partire cioè dal 01/01/2022. In caso di prolungamento del fuori servizio, la stazione MCEL sarà adottata come nuovo riferimento per le prossime elaborazioni.