



## Progetto **A.M.A.Mi.R.**

“Azioni di **M**onitoraggio **A**vanzato per la **M**itigazione del **R**ischio Idrogeologico nel Comune di San Martino di Finita”



### **RELAZIONE SULL'ATTIVITÀ SVOLTA NEL PERIODO GENNAIO 2009 – DICEMBRE 2009 E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

Il Responsabile Scientifico: Prof. Geol. Carlo TANSI

Rende, 15 gennaio 2010



## SOMMARIO

INTRODUZIONE.....	3
<b>1. COMPLETAMENTO DELL'INSTALLAZIONE DEI SENSORI DELLA RETE A.M.A.MI.R.....</b>	<b>5</b>
1.1 Esecuzione di misure inclinometriche manuali propedeutiche alla installazione degli inclinometri fissi da foro .....	6
1.2 Caratteristiche tecniche e ubicazione dei sensori della rete A.M.A.Mi.R. installata nel periodo gennaio-dicembre 2009.....	11
1.2.1 Caratteristiche tecniche e ubicazione dell'inclinometro fisso Ff1 .....	11
1.2.2 Caratteristiche tecniche e ubicazione del piezometro fisso Pz6.....	14
<b>2. VALUTAZIONE DELLE DEFORMAZIONI DI SUPERFICIE E DELLOANDAMENTO DELLA FALDA IDRICA SOTTERRANEA – CON PARTICOLARE RIFERIMENTO ALL'INVERNO 2008-2009 – MEDIANTE L'ANALISI STORICA DEI DATI DERIVANTI DAI SENSORI DELLA RETE DI MONITORAGGIO AMAMIR.....</b>	<b>17</b>
Estensimetro E12 (messa in funzione 1.2.2008) .....	18
Estensimetro E5 (messa in funzione 15.2.2009) .....	19
Estensimetro E8-9 (messa in funzione 1.2.2009) .....	20
Inclinometro da parete Ip7 (messa in funzione 1.3.2008).....	21
Piezometro Pz6 (messa in funzione 1.5.2009) .....	22
Inclinometro da parete Ip1 (messa in funzione 1.3.2008) .....	23
Estensimetro E1 (messa in funzione 1.3.2008) .....	24
Inclinometro da parete Ip2 (messa in funzione 1.3.2008) .....	25
Inclinometro da parete Ip3 (messa in funzione 18.2.2009) .....	26
Estensimetro E2 (messa in funzione 1.3.2008) .....	27
Estensimetro E3 (messa in funzione 15.2.2009) .....	28
Inclinometro da parete Ip4 (messa in funzione 1.3.2009) .....	29
Estensimetro E4 (messa in funzione 15.3.2008) .....	30
Inclinometro da parete Ip5 (messa in funzione 1.3.2008) .....	31
Inclinometro da parete Ip6 (messa in funzione 1.2.2009) .....	32
Estensimetro E7 (messa in funzione 1.2.2009) .....	33
Inclinometro da parete Ip8 (messa in funzione 1.2.2009) .....	34
Estensimetro E11 (messa in funzione 1.3.2008) .....	35
Inclinometro orizzontale TLT X-Y (messa in funzione 20.6.2009) .....	36
Piezometro Pz2 (messa in funzione 1.3.2008) .....	37
Piezometro Pz3 (messa in funzione 1.3.2008) .....	38
Piezometro Pz4 (messa in funzione 1.3.2008) .....	39
Sensore misuratore di conducibilità nodo sorgente "CMS1" (messa in funzione 1.9.2008)...	40
Sensore misuratore di oss.disc. nodo sorgente "CMS1" (messa in funzione 1.9.2008).....	41
Sensore misuratore di temperatura nodo sorgente "CMS1" (messa in funzione 1.5.2009)...	42
Sensore misuratore di ph nodo sorgente "CMS1" (messa in funzione 1.9.2008).....	43
Sensore misuratore di portata nodo sorgente "CMS1" (messa in funzione 1.9.2008).....	44



---

Sensore misuratore umidità suolo th1 nodo sorgente "CMS1" (messa in funzione 1.9.2008).....	45
Sensore misuratore umidità suolo th2 nodo sorgente "CMS1" (messa in funzione 1.9.2008).....	46
<b>3. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLE CONDIZIONI DI DISSESTO GRAVITATIVO DELL'ABITATO DI SAN MARTINO DI FINITA.....</b>	<b>47</b>
<b>4. APPLICAZIONE DEL SISTEMA AMAMIR IN CONDIZIONI D'EMERGENZA A SUPPORTO DEI PAESI MAGGIORMENTE COLPITI DALL'EMERGENZA ALLUVIONALE DELL'INVERNO 2008-2009.....</b>	<b>58</b>
<b>5. ATTIVITA' IN CORSO DI SVOLGIMENTO NELL'AMBITO DEL PROGETTO CNR-AMAMIR .....</b>	<b>67</b>



## INTRODUZIONE

Nella presente relazione viene descritta l'attività scientifica svolta, nell'ambito del Progetto C.N.R.-A.M.A.Mi.R. durante il periodo gennaio – dicembre 2009 e vengono illustrati i risultati finali dello stesso alla luce dei dati raccolti dall'avvio della Convenzione CNR-IRPI/Comune di San Martino di Finita.

L'attività svolta nel periodo gennaio-dicembre 2009 ha riguardato:

- l'ampliamento della rete di sensori, il cui collegamento era stato già predisposto nelle precedenti fasi di lavoro<sup>1</sup>, con l'installazione di n°3 inclinometri fissi di profondità all'interno del foro di sondaggio profondo denominato S1 (spinto fino a 70 m), eseguito nei pressi dell'anfiteatro antistante il palazzo comunale.  
L'installazione dell'inclinometro da foro si era resa necessaria al fine di correlare - in tempo reale - i movimenti di superficie connessi al dissesto in atto, fin ad ora documentati mediante gli estensimetri, gli inclinometri da parete e i GPS, con i movimenti profondi.
- La sostituzione del piezometro elettrico fisso, già predisposto nelle precedenti fasi di lavoro all'interno del foro di sondaggio S2, che risultava danneggiato;
- La valutazione delle deformazioni di superficie, legate al dissesto in atto, in relazione all'andamento delle precipitazioni e della falda idrica nel sottosuolo a partire dalla messa in funzione dei primi sensori installati (marzo 2008) attraverso un costante controllo di tutti i parametri che influenzano la stabilità del versante su cui è edificato l'abitato di San Martino di Finita tramite la visualizzazione dei relativi grafici sul portale [www.amamir.cnr.it](http://www.amamir.cnr.it). Queste condizioni sono state analizzate in occasione delle intense precipitazioni che hanno caratterizzato l'inverno 2008-2009, determinando sul territorio calabrese fenomeni di dissesto idrogeologico tra i più acuti che si ricordino in epoca storica. Questa rara opportunità - oltre che aver consentito di testare l'affidabilità dell'intera rete di monitoraggio in condizioni estreme (assenza di corrente elettrica per scariche di fulmini, ecc...) - ha permesso di desumere importanti correlazioni tra le precipitazioni, i cinematismi superficiali del dissesto nonché i relativi tempi di risposta. In futuro, l'installazione degli inclinometri fissi, renderà possibile anche l'analisi della dipendenza dalle precipitazioni dei cinematismi profondi del dissesto.

---

<sup>1</sup> Progetto C.N.R.-A.M.A.Mi.R. - Relazione sull'attività svolta nel periodo 16 dicembre 2007 - 30 aprile 2008.



Inoltre nel suddetto periodo - sempre nell'ambito del Progetto AMAMiR - sono state svolte altre attività collaterali:

- Durante la drammatica emergenza alluvionale dell'inverno 2008-2009 il sistema A.M.A.Mi.R. ha concretamente coadiuvato l'Amministrazione Provinciale di Cosenza nella delicata gestione dell'emergenza, a supporto dei paesi maggiormente colpiti dai dissesti. Su richiesta dei sindaci, la rete di monitoraggio AMAMiR è stata estesa anche ad altri paesi interessati da frane che minacciavano seriamente alcuni nuclei abitativi ed infrastrutture, tra i quali Cetraro, Roggiano Gravina, Rossano e Montalto Uffugo. Il sistema AMAMiR - trovatosi a fronteggiare un'emergenza determinata da uno dei maggiori eventi alluvionali che hanno colpito la regione negli ultimi trent'anni - ha evidenziato la sua concreta utilità ed affidabilità.
- Il Progetto AMAMiR ha suscitato l'attenzione delle televisioni nazionali, che ne hanno sottolineato le caratteristiche innovative attraverso servizi approfonditi andati in onda sulle reti Rai e Mediaset.
- Il sistema AMAMiR è stato così preso come riferimento dalla Provincia di Cosenza per la mitigazione del rischio idrogeologico che, alla luce di una convenzione con il CNR-IRPI, ha inteso estendere la rete di monitoraggio ad altri 13 paesi ricadenti lungo la faglia *San Fili – San Marco Argentano*, che, per le peculiarità geologiche e geomorfologiche, rappresentano i territori maggiormente colpiti dagli eventi alluvionali dell'inverno 2008-09. La convenzione è stata ufficializzata e presentata in occasione di un convegno che ha visto un'ampia partecipazione ed ha avuto risalto sui media regionali. Alla manifestazione sono intervenuti autorevoli relatori ed hanno partecipato numerosi tecnici ed amministratori provinciali e regionali, nonché sindaci di comuni interessati da problematiche connesse con il rischio da frana che sono intervenuti nel dibattito evidenziando grande interesse per il Progetto AMAMiR. Durante il convegno il Presidente della Provincia ha espresso la volontà di estendere la rete di monitoraggio all'intero territorio provinciale.
- L'ultima fase del progetto, attualmente in fase di completamento, ha l'obiettivo di rendere il software AMAMiR *open* e universale, cioè capace di gestire ogni tipologia e marca di sensori e di sistemi di acquisizione e trasmissione dei dati. In tal modo il sistema sarà offerto gratuitamente alle istituzioni e amministrazioni locali che saranno messe in grado di gestire in completa autonomia sistemi di monitoraggio delle frane sui rispettivi territori di pertinenza.
- Infine, è in corso l'addestramento di un tecnico esperto di sistemi informatici, al quale affidare la rete AMAMiR estesa sul territorio di San Martino di Finita, alla naturale scadenza della convenzione stipulata con il CNR-IRPI.



## 1. COMPLETAMENTO DELLA RETE DI MONITORAGGIO A.M.A.MI.R.

E' stata ultimata la rete di monitoraggio avanzato A.M.A.Mi.R. (riguardo alle cui caratteristiche generali di funzionamento si rimanda alla "Relazione sull'attività svolta nel periodo 16 dicembre 2007 - 30 aprile 2008") realizzando:

- l'installazione di n. 3 **inclinometri fissi di profondità**: nel foro di sondaggio  $S_1$  (realizzato nella fase di lavoro) sono state installate tre sonde inclinometriche fisse a differenti profondità. Al fine di stabilire la collocazione più idonea delle sonde suddette, nel periodo aprile-novembre 2009 sono state effettuate n. 5 misure inclinometriche preliminari, con lo scopo di individuare livelli di criticità, maggiormente deformati, in profondità;
- la sostituzione del **piezometro elettrico fisso** collocato all'interno del foro di sondaggio  $S_2$ , che risultava danneggiato.

Nella tabella che segue sono elencate le tipologie, con le relative marche/modello, il numero ed i codici identificativi (attribuiti nell'ambito della rete A.M.A.Mi.R.) dei sensori installati in questa fase di lavoro.

Tipologia, marca e modello del sensore	Quantità	Codice sensore
<b>Inclinometri da foro fissi SIM Strumenti - Mod. IN930</b>	3	<b>If1</b>
<b>Piezometro elettrico fisso SIM Strumenti - Mod. LV119</b>	1	<b>Pz6</b>

Dei due suddetti sensori sono stati riportati - nei paragrafi che seguono - le caratteristiche tecniche, i certificati di taratura ed una scheda con relativa ubicazione su aerofotogrammetria nonché la documentazione fotografica.

### 1.1. Esecuzione di misure inclinometriche manuali propedeutiche alla installazione degli inclinometri fissi da foro.

Al fine di stabilire la profondità più idonea a cui collocare le tre sonde inclinometriche fisse nel perforo di sondaggio S1 realizzato dalla Idrogeo s.r.l. nel 2008, sono state effettuate preventivamente eseguite misure inclinometriche manuali, con lo scopo di individuare la possibile superficie di scorrimento profondo della frana di San Martino di Finita connessa con il movimento in atto.

Come è noto, le misure inclinometriche - eseguite ad intervalli temporali opportunamente distanziati mediante l'utilizzo di una sonda inclinometrica da inserire nel foro di sondaggio - permettono di evidenziare nel tempo eventuali movimenti profondi del dissesto lungo una o più superfici di scorrimento, fornendo informazioni per la caratterizzazione geometrica e cinematica del movimento franoso.

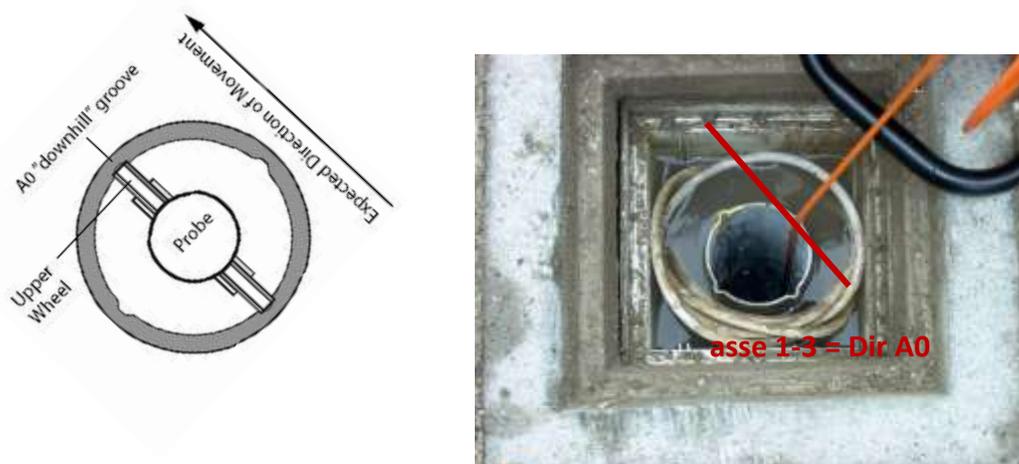
Le misure manuali sono state effettuate dal Sig. Duilio D'Onofrio, tecnico del CNR-IRPI, mediante una sonda "Slope Indicator mod. s/n 26180" (fig.1) utilizzando un cavo di collegamento di 60 m, con letture eseguite ogni metro.

Le misure sono state precedute dall'immissione nel perforo di una falsa sonda inclinometrica al fine di verificare la libertà di scorrimento della stessa lungo i due assi di ispezione, fino alla profondità del perforo attrezzato di tubo inclinometrico (54 m).



Fig. 1 – Sonda Slope Indicator mod. s/n 26180, utilizzata per le misure inclinometriche

Successivamente, dopo aver misurato (tramite bussola) l'orientamento della guida N.1 – A0 (risultato essere 50° Nord), è stata inserita la sonda lungo la guida N.1-3 = dir A0 - A180 e si è dato inizio alle operazioni di lettura in risalita partendo da fondo foro (54 m). La sonda è stata ruotata di 90°, posizionata lungo la guida N.2-4 = dir B0 - B180 ÷ B180 ÷ B0, e sono state ripetute le letture, così come fatto in precedenza (**Figura 2**).



**Fig. 2** – Foro di sondaggio attrezzato con tubo inclinometrico nel quale sono state eseguite le misure.

Durante il periodo aprile-novembre 2009 sono state eseguite n. 5 misure:

- In data 06/04/2009 (questa misura è stata indicata come “misura zero”, ovvero come misura di riferimento per le successive);
- In data 12/06/2009;
- In data 21/07/2009;
- In data 21/09/2009;
- In data 10/11/2009;

Le inclinazioni misurate sono state successivamente elaborate in modo da ottenere la deformata del tubo e, quindi, gli spostamenti rispetto alla verticale ideale, così come visualizzato nei seguenti grafici in cui è evidenziato lo spostamento (misurato in mm) rispetto alla profondità.

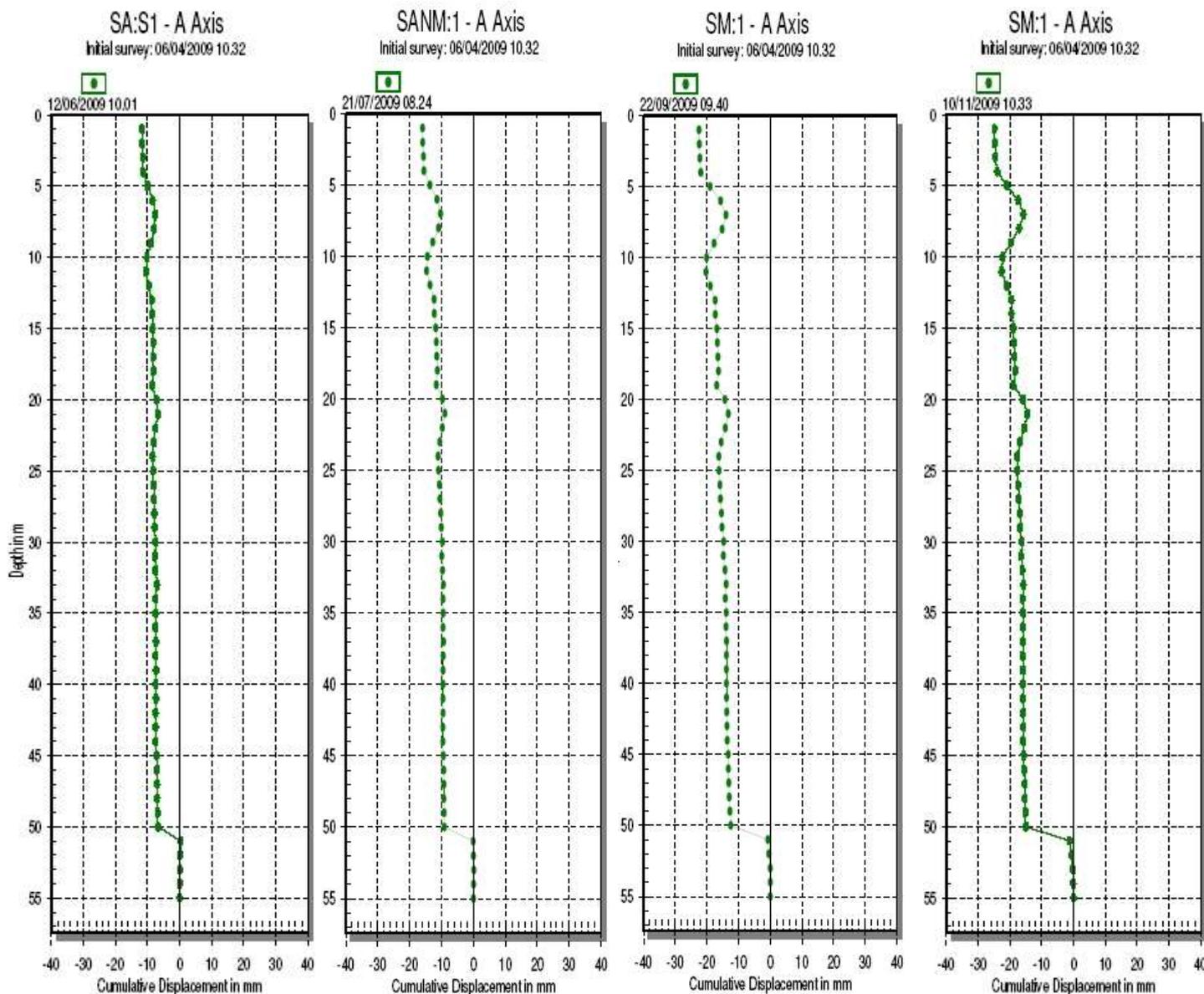


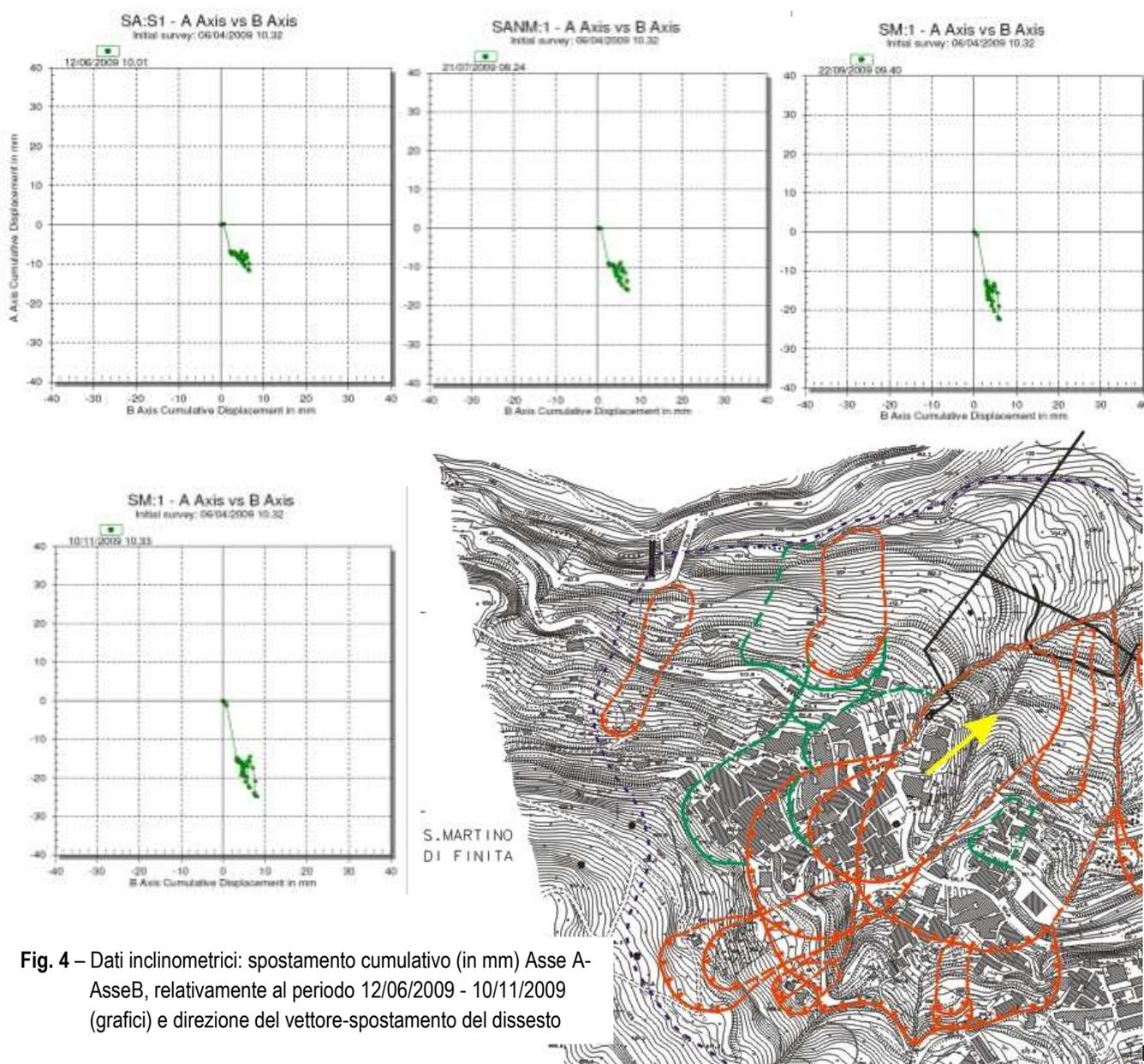
Fig. 3 – Grafici mostrand i spostamenti cumulativi (in millimetri) in funzione della profondit , desunti dalle misure inclinometriche eseguite nel perforo di sondaggio S1 il 12/06/2009, il 21/07/2009, il 21/09/2009 e il 10/11/2009 (da sinistra verso destra)

In **figura 3** sono rappresentati i grafici mostrand i spostamenti cumulativi (in mm) in funzione della profondit , desunti dalle misure inclinometriche eseguite il 12/06/2009, il 21/07/2009, il 21/09/2009 e il 10/11/2009. Dall'esame dei grafici si nota come risulti ben evidente un piano di scorrimento profondo (a 51 m dal p.c.) che corrisponde all'incirca con la superficie di contatto delle metamorfite con le sottostanti argille plioceniche. Nell'intervallo 12/06/2009-10/11/2009, si   registrato un lento e costante movimento, lungo la suddetta superficie, che ha raggiunto uno spostamento complessivo di circa 15 mm. Altri due piani di scorrimento secondari sono stati riscontrati rispettivamente intorno ai 20 e ai 7 metri dal pc ed hanno evidenziato, nel complesso,

spostamenti di entità inferiore rispetto al movimento profondo. E' stato possibile ravvisare l'entità complessiva dello spostamento orizzontale, che a livello della superficie di campagna ha raggiunto l'entità di 25 mm.

Le misure inclinometriche eseguite nel periodo sopra indicato hanno permesso di valutare la velocità di traslazione orizzontale a livello del piano di campagna, valutata in circa 1.1 mm/settimana, secondo la progressione rappresentata in **figura 3**.

Dall'analisi dei dati riportati in **Figura 4** che rappresenta lo spostamento cumulativo (in mm) Asse A-AsseB, relativamente al periodo di riferimento, si rileva la direzione del vettore-spostamento del dissesto, orientato NE-SW, relativamente a tutti e tre i piani di scorrimento.



**Fig. 4** – Dati inclinometrici: spostamento cumulativo (in mm) Asse A-AsseB, relativamente al periodo 12/06/2009 - 10/11/2009 (grafici) e direzione del vettore-spostamento del dissesto



Nel complesso si desume come l'entità dello spostamento profondo risulti sensibilmente più accentuata rispetto ai due più superficiali, probabilmente in virtù di una maggiore dipendenza di questi ultimi dell'oscillazione del livello piezometrico.

Sulla scorta delle indicazioni fornite dalle letture inclinometriche manuali, si è ritenuto opportuno collocare i punti mediani delle tre sonde inclinometriche fisse (lunghe 1 metro) alle seguenti profondità dal piano campagna: 53,5 m (settore non coinvolto nello spostamento sottostante il piano di scorrimento), a 50,5 m (settore interessato dal maggiore spostamento cumulato) e 45 m (settore immediatamente sovrastante il piano di scorrimento).

Le tre sonde inclinometriche fisse, sono state collegate alla rete, in modo da avere, anche per questi sensori, informazioni in tempo reale sugli spostamenti in atto che, unitamente ai dati dei sensori-spostamento collocati in superficie ed ai dati piezometrici, consentiranno di ottenere una reale e tempestiva cognizione del livello di pericolosità dell'area.

## 1.2. Caratteristiche tecniche e ubicazione dei sensori della rete A.M.A.Mi.R. installati nel periodo gennaio–dicembre 2009

### 1.2.1. Caratteristiche tecniche e ubicazione dell'inclinometro fisso **If1**

L'inclinometro fisso da foro (serie IN930, Sim Strumenti - codice rif. **If1** della rete di monitoraggio AMAMiR) installato all'interno del tubo inclinometrico fornisce, relativamente agli assi X ed Y sul piano orizzontale, le inclinazioni rispetto alla verticale ideale passante per il punto in cui viene installato. In tal modo consente di rilevare eventuali variazioni di posizione del suddetto punto connesse con fenomeni di scorrimento profondo. L'inclinometro fisso viene generalmente impiegato quando i tempi di osservazione del fenomeno sono molto lunghi e/o quando il fenomeno da monitorare è in rapida evoluzione. Ha il pregio - oltre che fornire, in tempo reale, indicazioni utili sui movimenti franosi in atto - di azzerare tutti gli eventuali errori occasionali e/o sistematici presenti durante le misure inclinometriche mobili (manuali). Costituito da un carrello, dove all'interno è alloggiato il sensore, è installato in più unità all'interno di uno stesso tubo e lasciato in posizione fissa (**Figura 5**). Il collegamento tra gli elementi di misura è assicurato da un cavetto in acciaio inox e sospeso alla sommità del tubo monitorato, mediante una "testa di sospensione" (**Figure 6 e 7**).



Fig. 6 – Fase di preparazione dei tre inclinometri fissi da foro



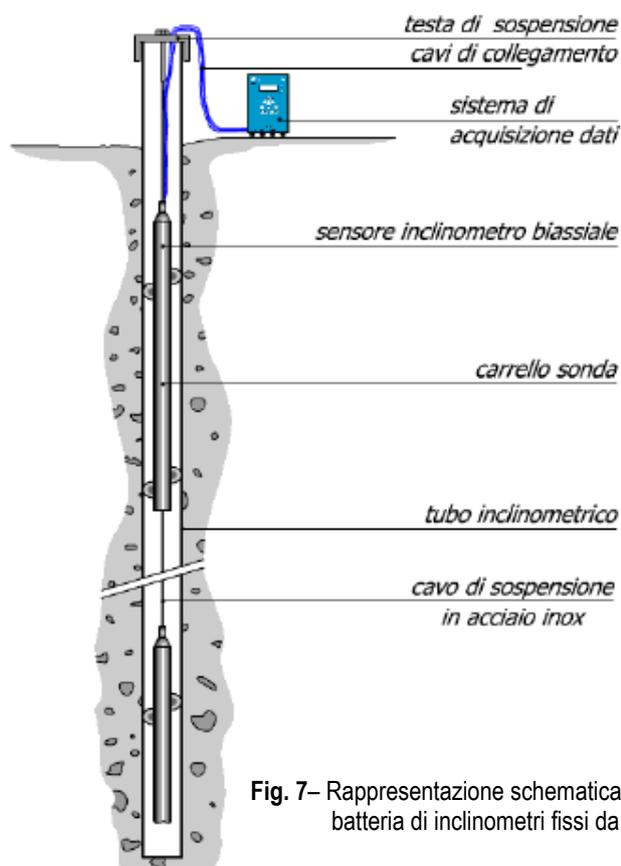


Fig. 7- Rappresentazione schematica di una batteria di inclinometri fissi da foro

La colonna così costituita è sospesa alla sommità del tubo inclinometrico monitorato, mediante un elemento di protezione denominato “testa di sospensione”.

Come accennato nel precedente paragrafo, nel sondaggio S1 sono stati installati 3 inclinometri fissi da foro (codice rif. **If1** della rete di monitoraggio AMAMiR).

Fornendo misure di tipo elettrico, gli inclinometri fissi della serie IN930 possono essere letti sia manualmente dalla centralina DATAVIEW sia da un qualsiasi sistema di acquisizione compatibile.

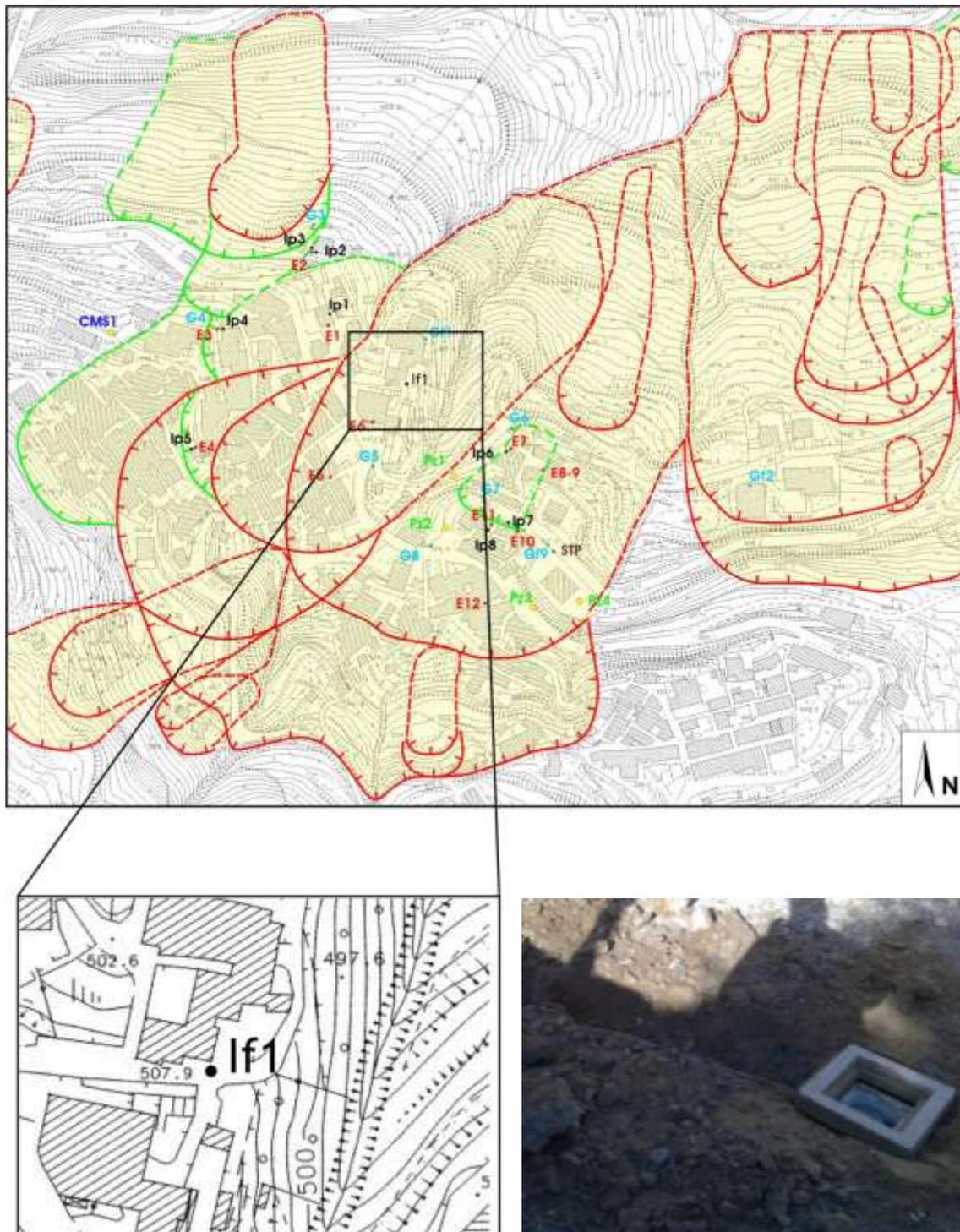
In figura 8 sono riportate le caratteristiche tecniche dell'inclinometro fisso da foro IN930 PN SIM Strumenti

#### Caratteristiche tecniche

Modello	IN930 - SV	IN930 - PN
Sensore	Servoaccelerometro	Pendolo
Fondo scala	±15, ±30	±10
Alimentazione	±15Vcc	12Vcc
Uscita	± 5V	±173,6mV
Linearità	0.05%	0.5%
Ripetibilità	0.005%	0.1 %
Allineamento	0.2°	0.3°
Variazione di zero in T	0.005%F.S./°C	0.05%F.S./°C
Sensibilità in T	0.0005 V/°C	0.1 %
Precisione tot. sonda (20mt.)	2 mm	5 mm
Temp. di funzionamento	-40 ÷ 80°C	-10 ÷ 50°C
Diametro	32 mm	25x25 mm
Lunghezza	1150 mm	1150 mm
Passo sonda	1000 mm	1000 mm
Peso	2.8 Kg	1.8 Kg
Materiale	INOX	INOX

Fig. 8- Scheda tecnica dell'inclinometro fisso da foro IN930 PN SIM Strumenti

In **figura 9** è riportata l'ubicazione e la documentazione fotografica dell'inclinometro fisso da foro **If1**



**Fig. 9**– Ubicazione e documentazione fotografica dell'inclinometro fisso da foro **If1**

### 1.2.2. Caratteristiche tecniche e ubicazione del piezometro fisso **Pz6**

Nell'ambito delle attività svolte durante il periodo di lavoro gennaio - dicembre 2009, è stato sostituito il piezometro identificato con la sigla **Pz6** nella rete di monitoraggio AMAMiR, che era stato installato nella precedente fase di lavoro e che risultava danneggiato.

Il piezometro elettrico fisso utilizzato (Sim Strumenti - serie LV610, **Figura 10**) consente di ottenere misure automatiche dei livelli di falda e di pressione interstiziale. Il sensore emette segnali elettrici associabili ai valori di spessore della falda, mediante apposito *software*. I piezometri sono collegati al C.E.D. che ne gestisce l'automazione delle misure.

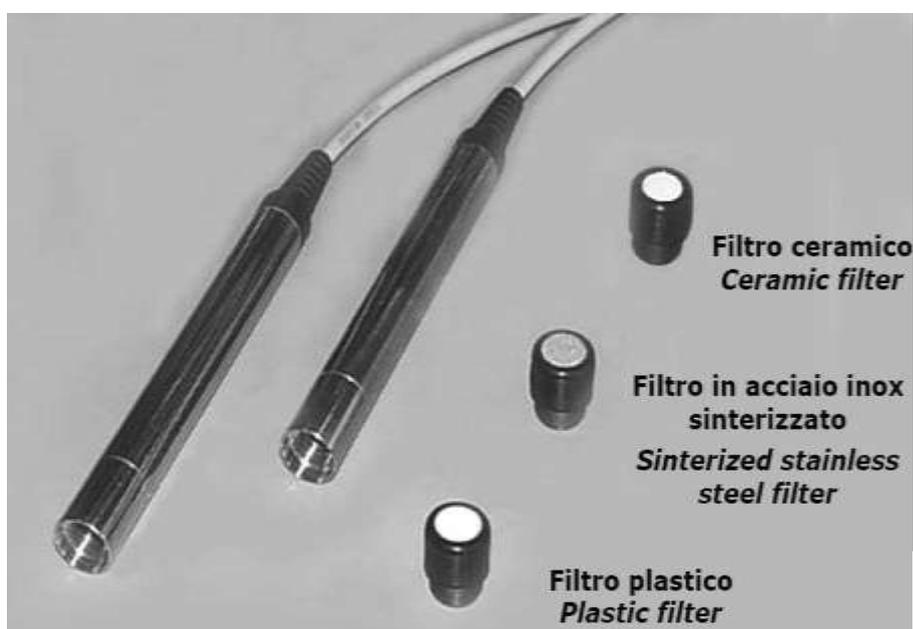
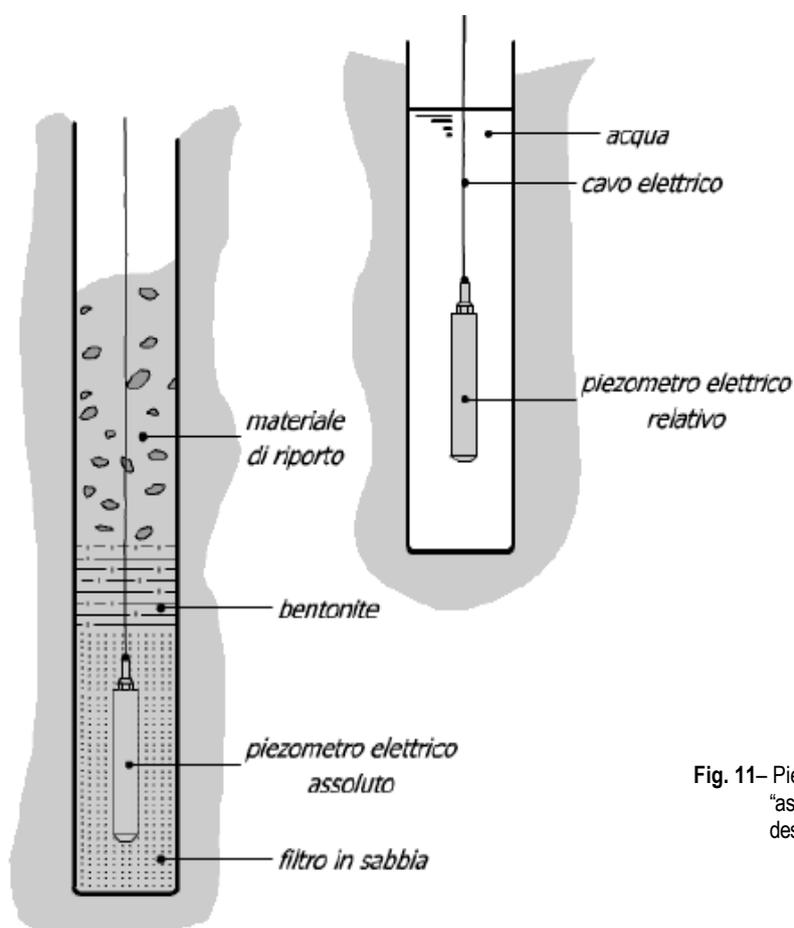


Fig. 10- Piezometro fisso (serie LV610, Sim Strumenti - codice rif. **Pz6**) della rete di monitoraggio AMAMiR

Esistono in commercio due tipologie di piezometro elettrico (**Figura 11**): il piezometro assoluto (mod. LV610-AB, Sim Strumenti), in grado di rilevare pressioni interstiziali nel terreno ed il piezometro relativo (mod. LV610-RL, Sim Strumenti), in grado di rilevare pressioni idrostatiche.

Il piezometro **Pz6** utilizzato a San Martino di Finita, è del tipo "relativo": installato all'interno del perforo di sondaggio, esegue infatti misure di pressione direttamente proporzionali all'altezza del liquido in esso contenuto.

Il cavo elettrico di collegamento, essendo portante, è fissato al piezometro e ne permette l'immissione ed il recupero agevolmente. All'interno del cavo di collegamento un tubicino collega la camera di riferimento del trasduttore con l'atmosfera, in modo tale che eventuali variazioni di pressione ambientale agiscano contemporaneamente sia sulla superficie del liquido sia sulla camera di riferimento: ne risulta una vera misura di pressione relativa.



Un elemento piezoelettrico, applicato ad una membrana metallica flessibile, provvede a convertire la pressione in un segnale elettrico direttamente proporzionale.

Trattandosi di misure di tipo elettrico, i piezometri della serie LV610 possono essere misurati con centralina manuale DATAVIEW o con sistema di acquisizione dati MINILOG

Fig. 11- Piezometro elettrico fisso del tipo "assoluto" (a sinistra) e "relativo" (a destra)

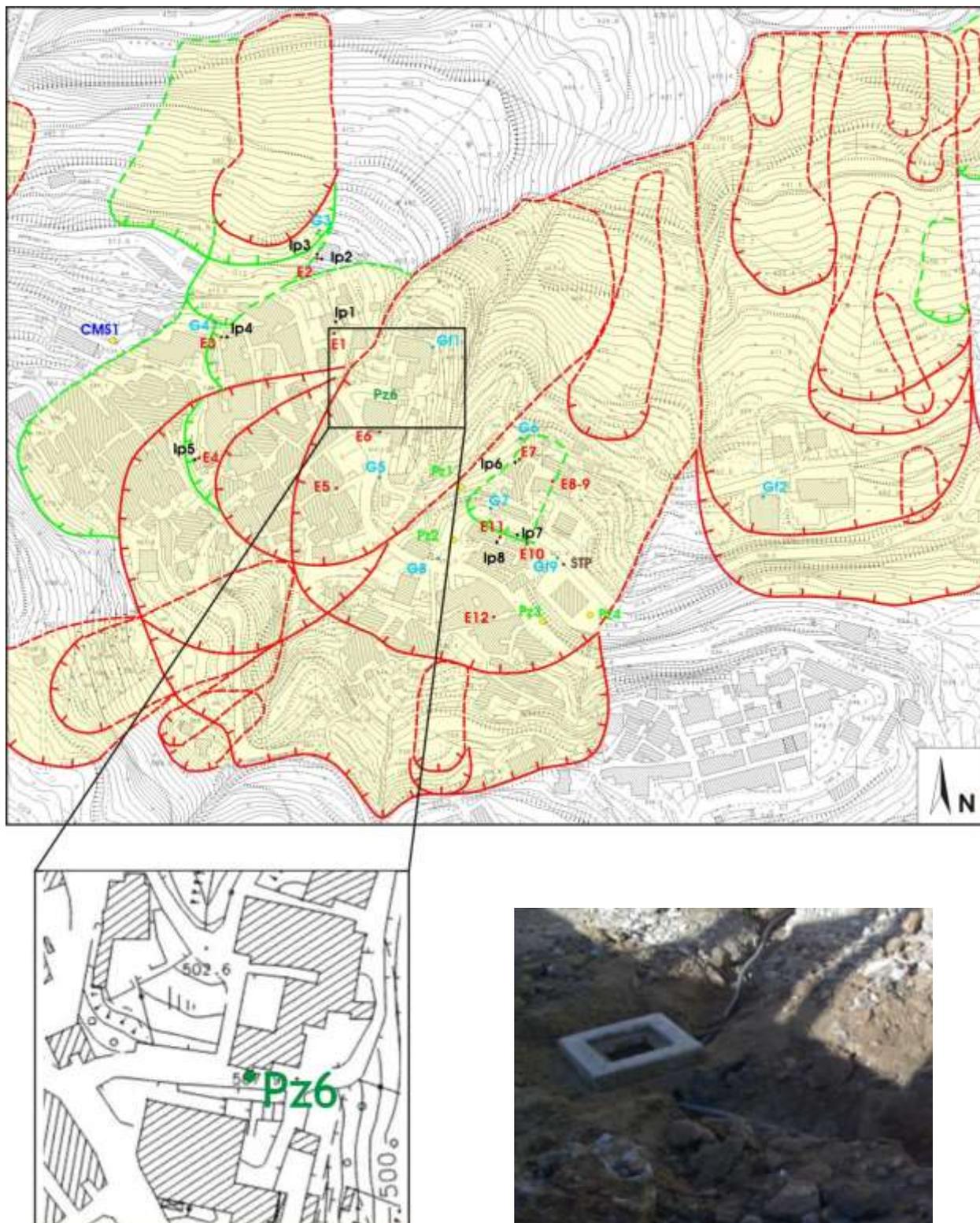
In **figura 12** sono riportate le caratteristiche tecniche del piezometro fisso del tipo LV610 SIM Strumenti

Fig. 12- Scheda tecnica del piezometro fisso del tipo LV610 SIM Strumenti

#### Caratteristiche tecniche

Modello	LV 610 - 01	LV 610 - 02
Sensore	Piezoelettrico	Piezoelettrico
Fondo scala	0,1, 0,2, 0,5, 1, 2, 4, 5, 6, 10, 20, 30, 50 bar	
Sovrapressione	150 % F.S.	150 % F.S.
Alimentazione	5Vcc	8 ÷ 28Vcc
Uscita	0-50mV	4-20mA
Linearità	0,25% FS	0,25% FS
Errore termico totale	< 0,04% / °C	< 0,04% / °C
Stabilità lungo termine	<0,2% F.S. (1 anno)	<0,2% F.S. (1 anno)
Isolamento	>100MΩ	>100MΩ
Temperatura di funz.	-25 ÷ +100 °C	-25 ÷ +100 °C
Protezione	IP68	IP68
Dimensioni (mm)	Ø 22 x 120	Ø 25 x 145
Peso	0,250 Kg	0,325 Kg

In **figura 13** è riportata l'ubicazione e la documentazione fotografica del piezometro elettrico fisso da foro **Pz6**



**Fig. 13**– Ubicazione e documentazione fotografica dell'inclinometro fisso da foro **lf1**

## 2. VALUTAZIONE DELLE DEFORMAZIONI DI SUPERFICIE E DELL'ANDAMENTO DELLA FALDA IDRICA SOTTERRANEA - CON PARTICOLARE RIFERIMENTO ALL'INVERNO 2008-2009 - MEDIANTE L'ANALISI STORICA DEI DATI DERIVANTI DAI SENSORI DELLA RETE DI MONITORAGGIO AMAMIR

Dall'entrata in funzione della rete di monitoraggio AMAMiR (marzo 2008) ad oggi, sono state acquisite, analizzate ed interpretate, le informazioni fornite dai sensori collocati nell'ambito del fenomeno franoso su cui sorge l'abitato di San Martino di Finita. Tali informazioni sono state valutate mediante l'analisi dei dati forniti (in forma grafica) dai vari sensori, con particolare riferimento alla stagione invernale 2008-2009 caratterizzata da precipitazioni particolarmente intense che hanno prodotto ingenti danni in Calabria, i quali si sono concentrati lungo la fascia pedemontana della catena costiera calabra entro cui ricade l'abitato di San Martino di Finita. I grafici rappresentano

- le deformazioni di superficie, fornite da curve indicative delle relazioni spostamento-tempo (estensimetri) e inclinazioni-tempo (inclinometri da parete). In particolare sono state valutati gli effetti delle precipitazioni sulle deformazioni di superficie legate al dissesto in atto.
- Le oscillazioni della falda acquifera sotterranea monitorate mediante i piezometri.
- La portata della sorgente monitorata dalla Centrale di Monitoraggio Sorgente unitamente alle caratteristiche di conducibilità, di temperatura, di ph, di quantitativo d'ossigeno disciolto dell'acqua ed al grado di umidità del suolo. La suddetta centrale ha funzionato in modo non continuo poiché in varie occasioni il collegamento alla scaturigine è stato interrotto da ignoti e fatto ripristinare dallo scrivente.

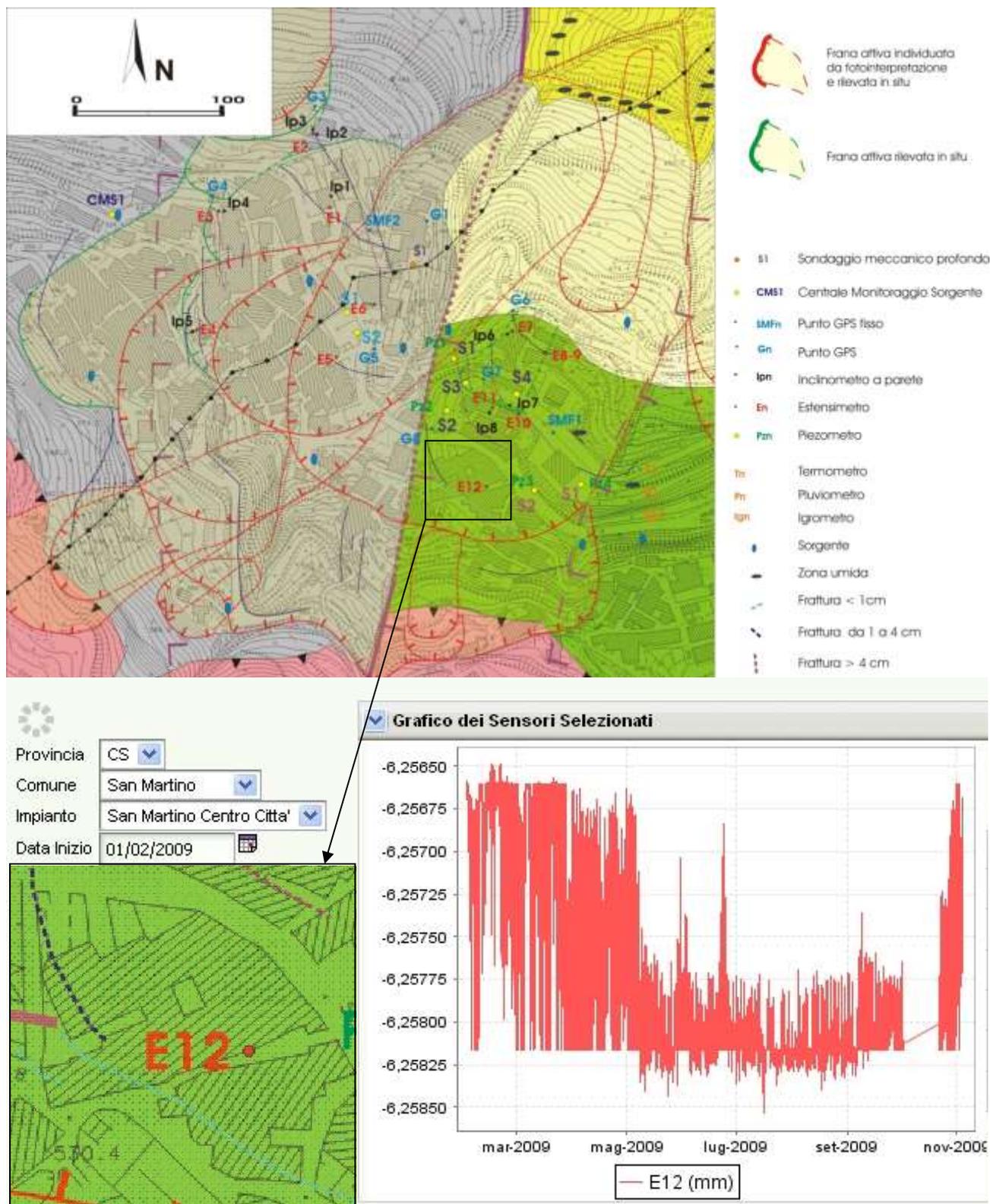
Quotidianamente sono stati tenuti sotto controllo tutti i suddetti parametri che influenzano la stabilità del versante su cui è edificato l'abitato di San Martino di Finita, tramite la visualizzazione dei relativi grafici sul portale [www.amamir.cnr.it](http://www.amamir.cnr.it) (figura 14).

Nei paragrafi che seguono sono riportate le curve relative a tutti i sensori della rete AMAMiR dalla data della rispettiva messa in funzione. Il grado di precisione delle misure è dell'ordine del millesimo di millimetro per quanto riguarda gli estensimetri e del millesimo di radiante, per ciò che concerne gli inclinometri. L'elevata sensibilità dei sensori è responsabile delle tangibili oscillazioni giornaliere (evidenziate dalle curve riportate nei grafici) dovuti alle normali escursioni termiche.

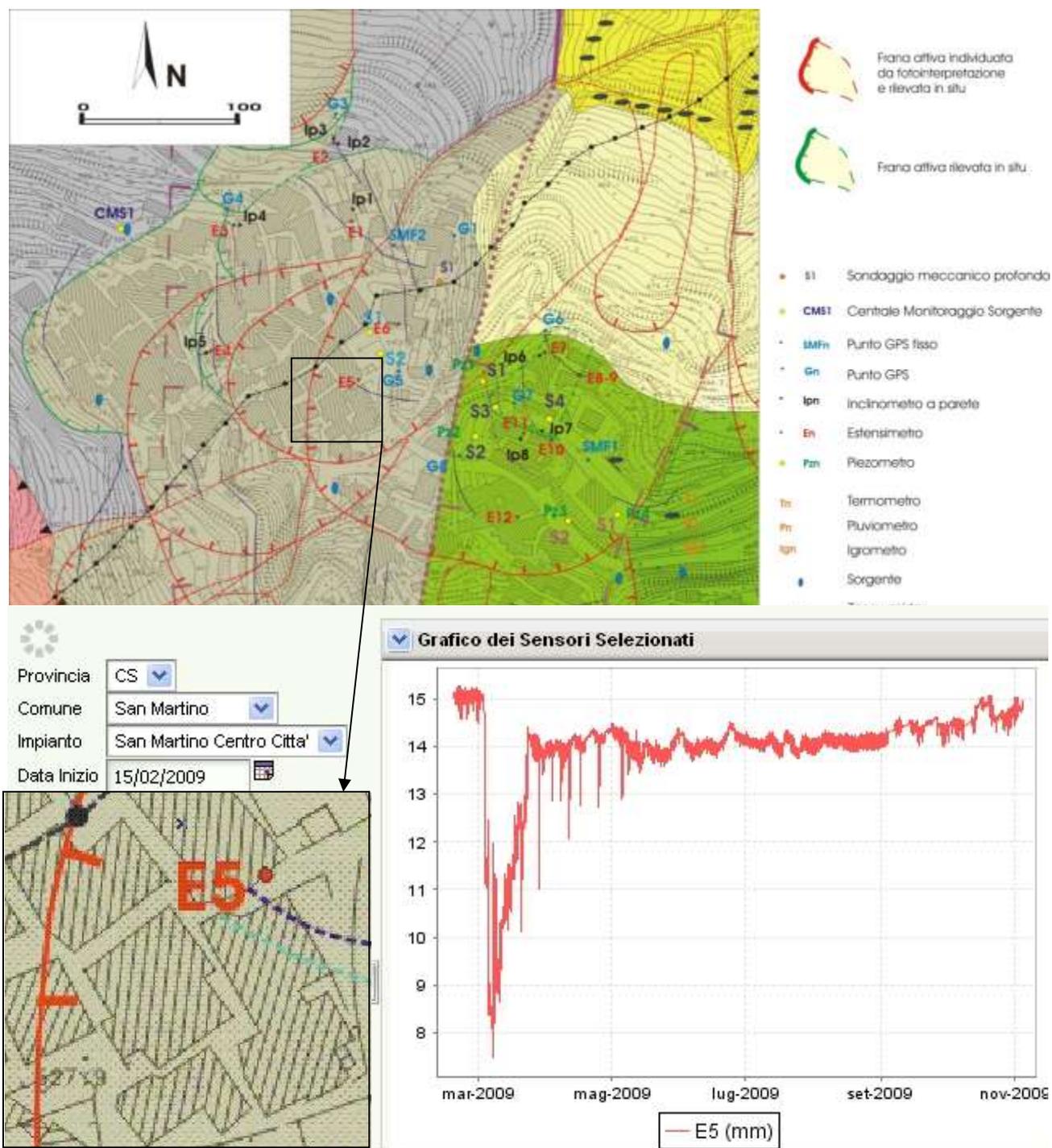


Fig. 14- Home page del portale [www.amamir.cnr.it](http://www.amamir.cnr.it)

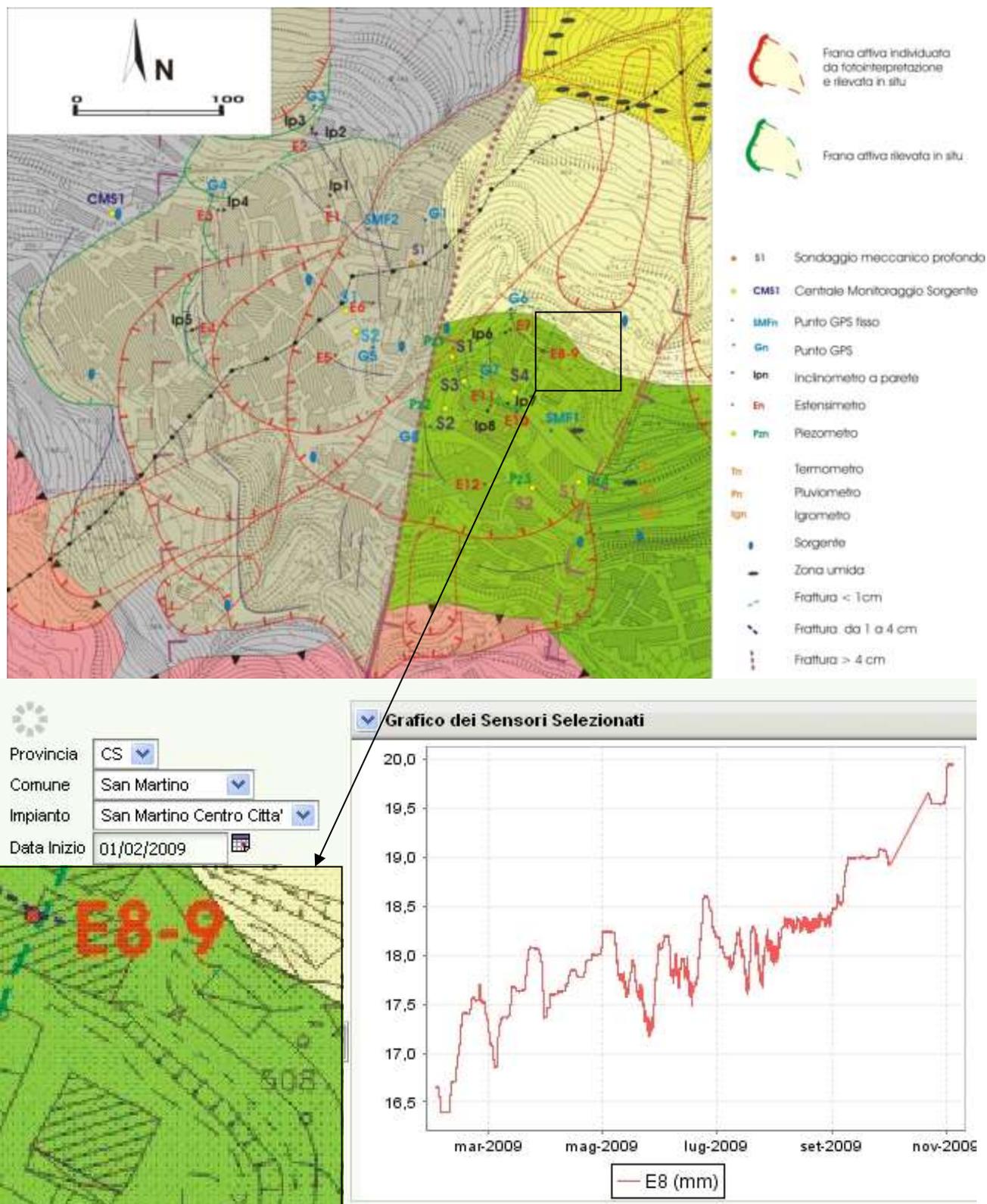
**Estensimetro E12 (messa in funzione 1.2.2009).** Nell'ambito del periodo d'osservazione di riferimento, non sono state evidenziate deformazioni significative dal sensore E12, ubicato sulla parete (orientata ENE-WSW) di un edificio ricadente in prossimità di una scarpata secondaria del corpo di frana occidentale su cui ricade l'abitato di San Martino di Finita



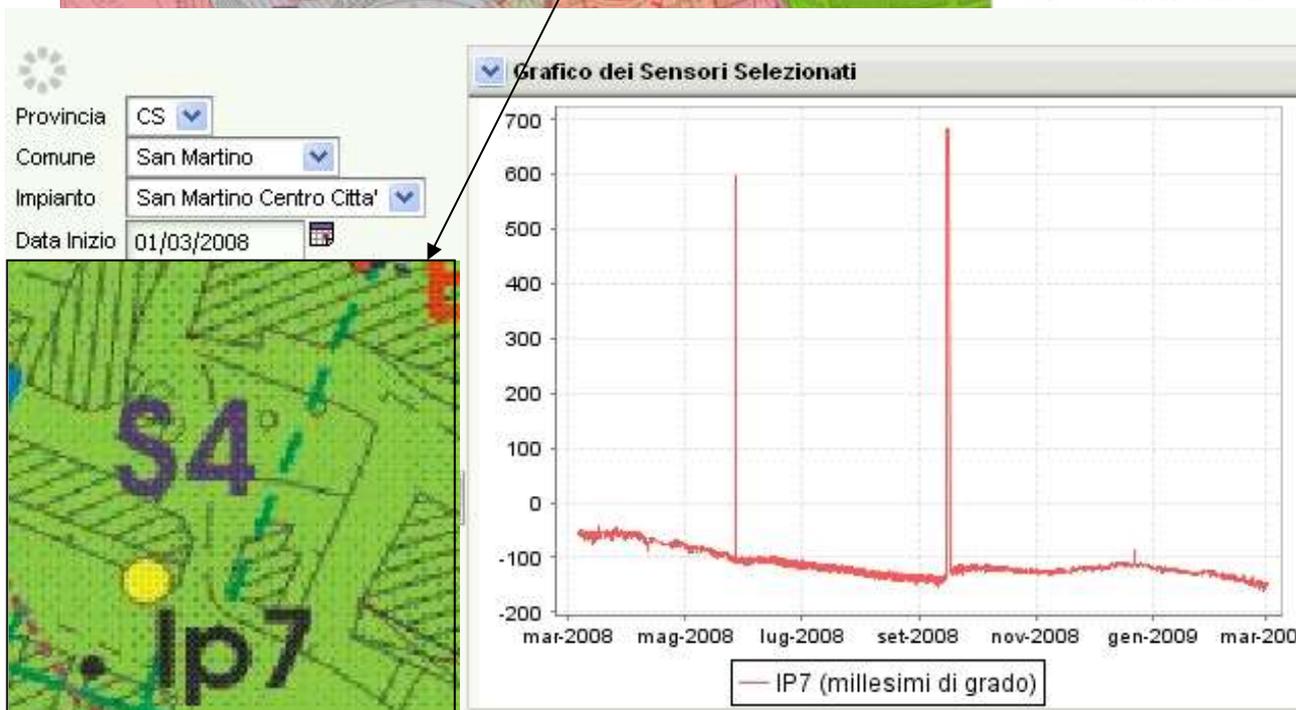
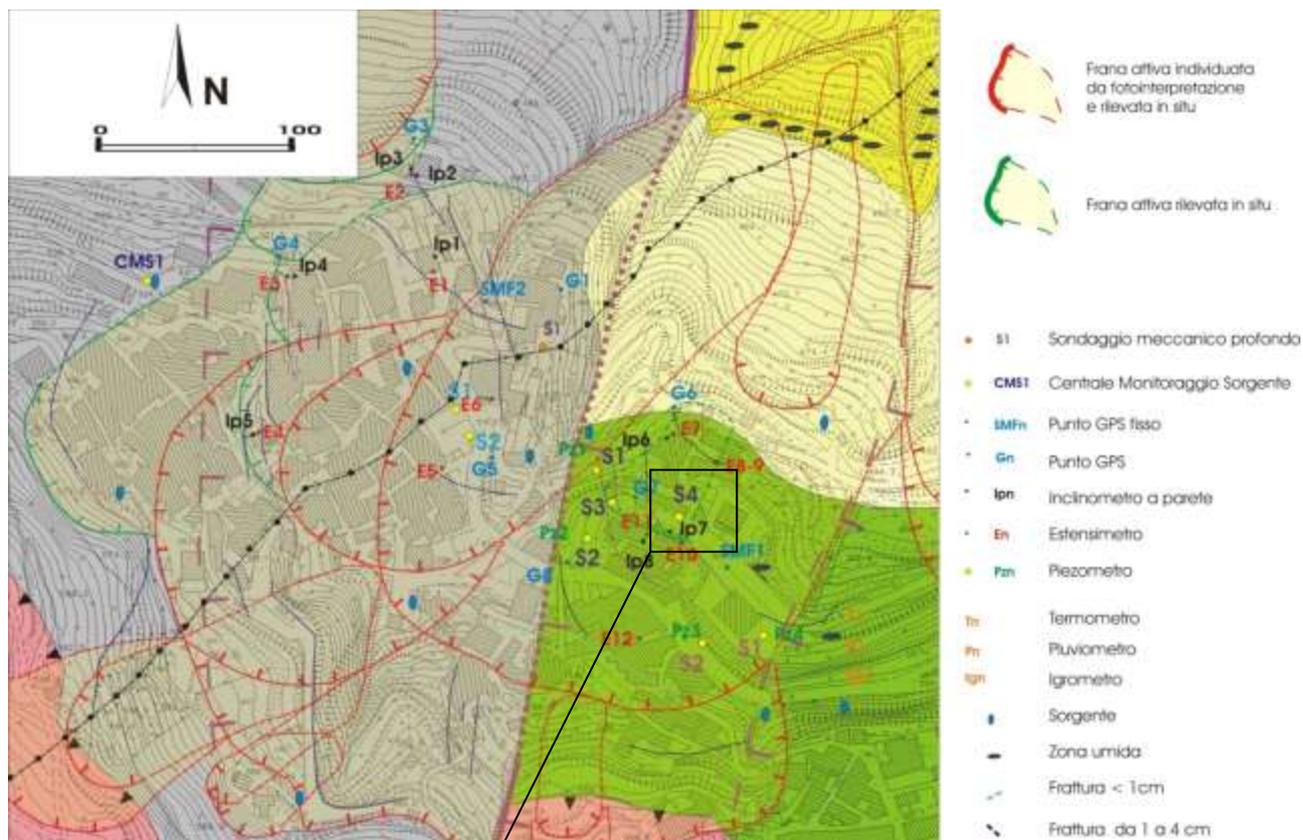
**Estensimetro E5 (messa in funzione 15.2.2009).** Relativamente al periodo di riferimento, E5, ubicato sulla parete (orientata ENE-WSW) di un edificio ricadente in prossimità della scarpata secondaria del medesimo corpo di frana, ha evidenziato nel complesso assenza di deformazione nell'intervallo aprile-settembre 2009; il vistoso picco verso il basso del marzo-aprile 2009 è dovuto ad un riposizionamento dell'estensimetro che era stato danneggiato dal maltempo. A partire dal settembre 2009 si è registrato una deformazione costante nel complesso inferiore al millimetro, coincisa con la ripresa delle precipitazioni.



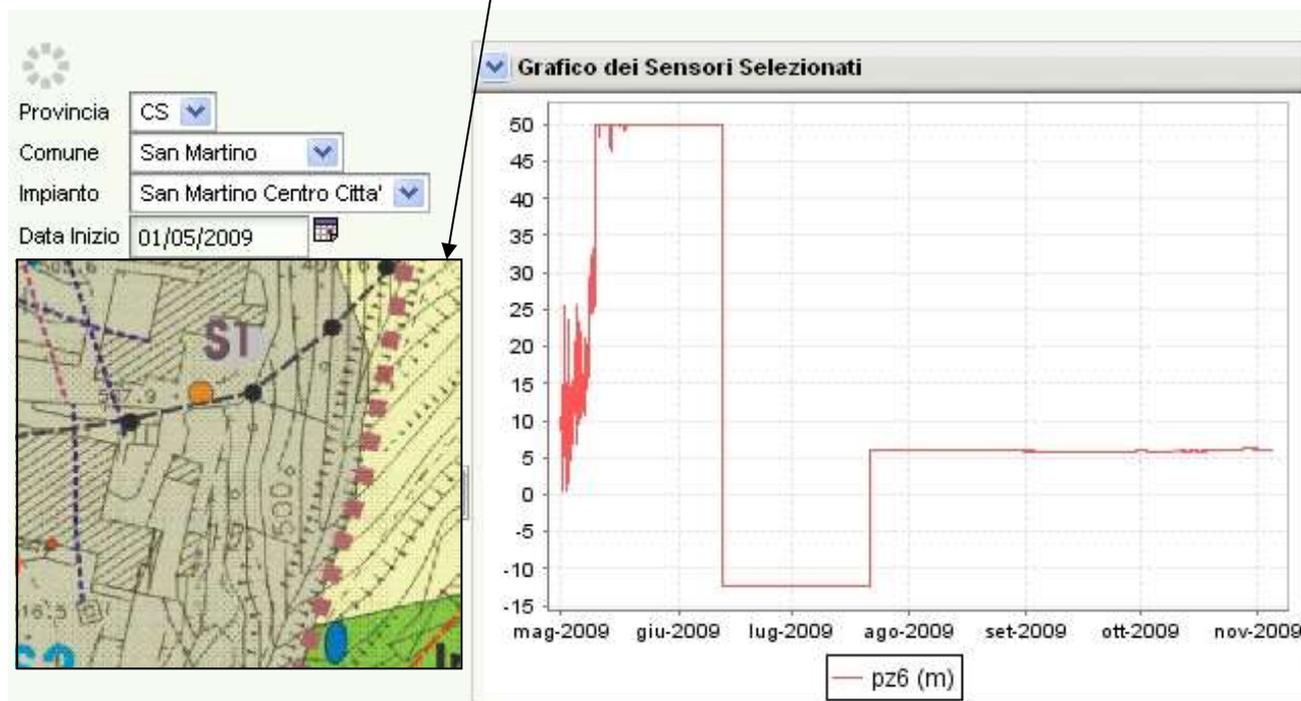
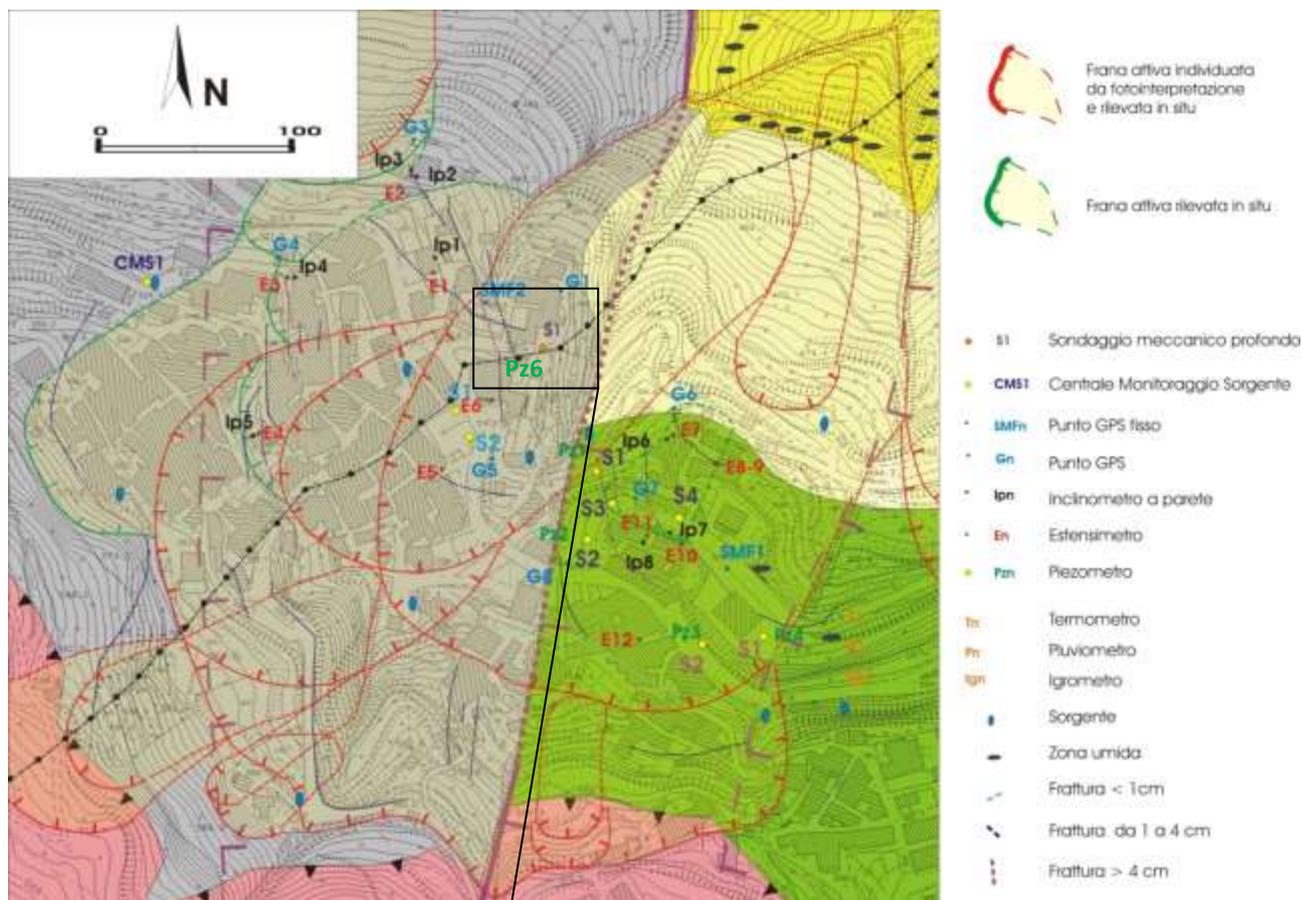
**Estensimetro E8-9 (messa in funzione 1.2.2009).** Relativamente al periodo di riferimento, E8-9, ubicato sulla parete (orientata NE-SW) di un edificio ricadente in prossimità della porzione mediana del corpo di frana, ha evidenziato una deformazione che nel complesso ha raggiunto 3,5 millimetri, attenuatasi nel periodo maggio-settembre 2009.



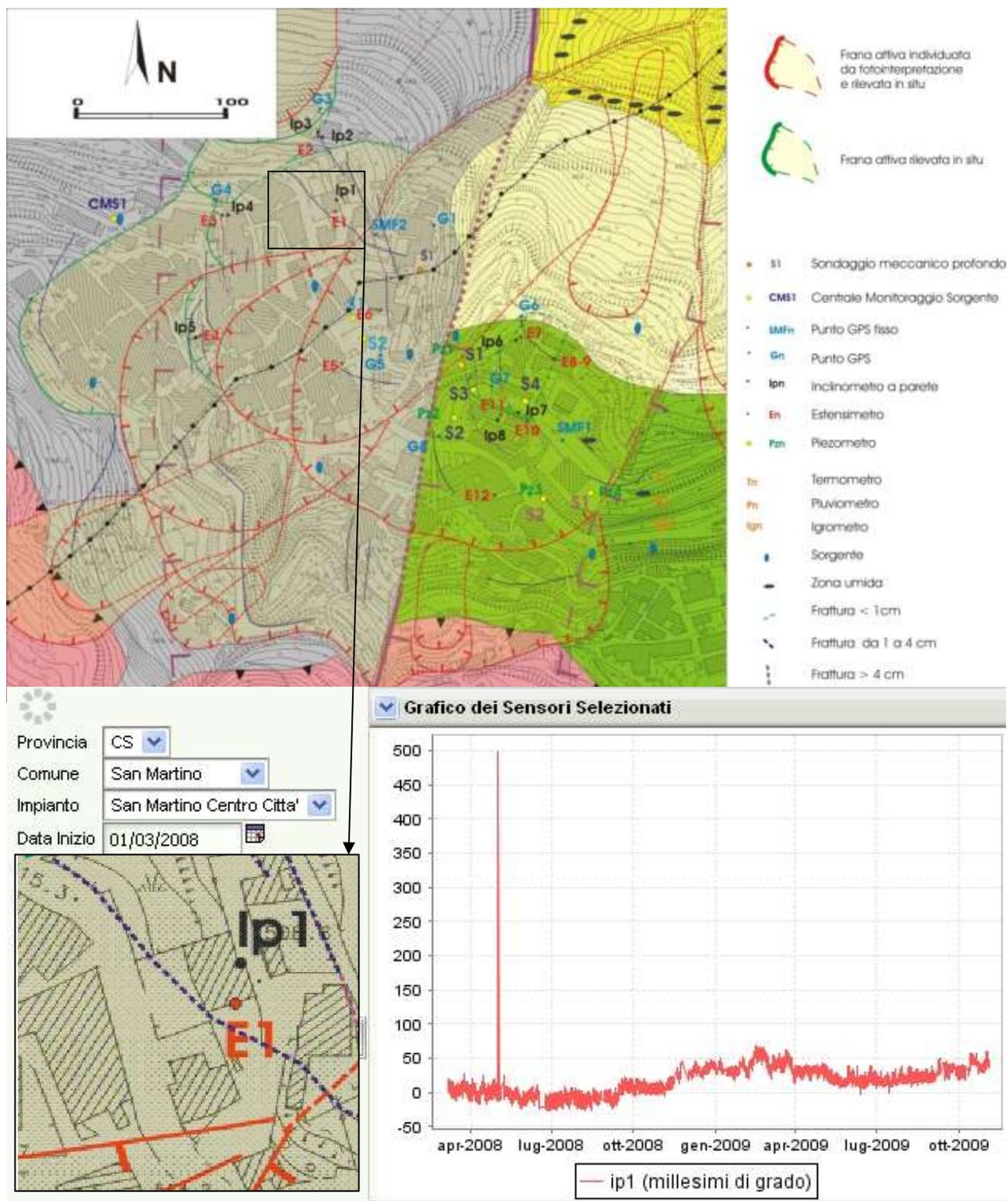
**Inclinometro da parete Ip7 (messa in funzione 1.3.2008).** Relativamente al periodo di riferimento, Ip7, ubicato sul pilastro distaccatosi, a causa del dissesto, dal corpo di fabbrica ricadente in prossimità della porzione mediana del corpo di frana nei pressi della ex scuola media, ha evidenziato una lenta e costante rotazione indicativa di un basculamento indotto dal dissesto. I picchi verso l'alto non sono significativi, poichè d'origine strumentale.



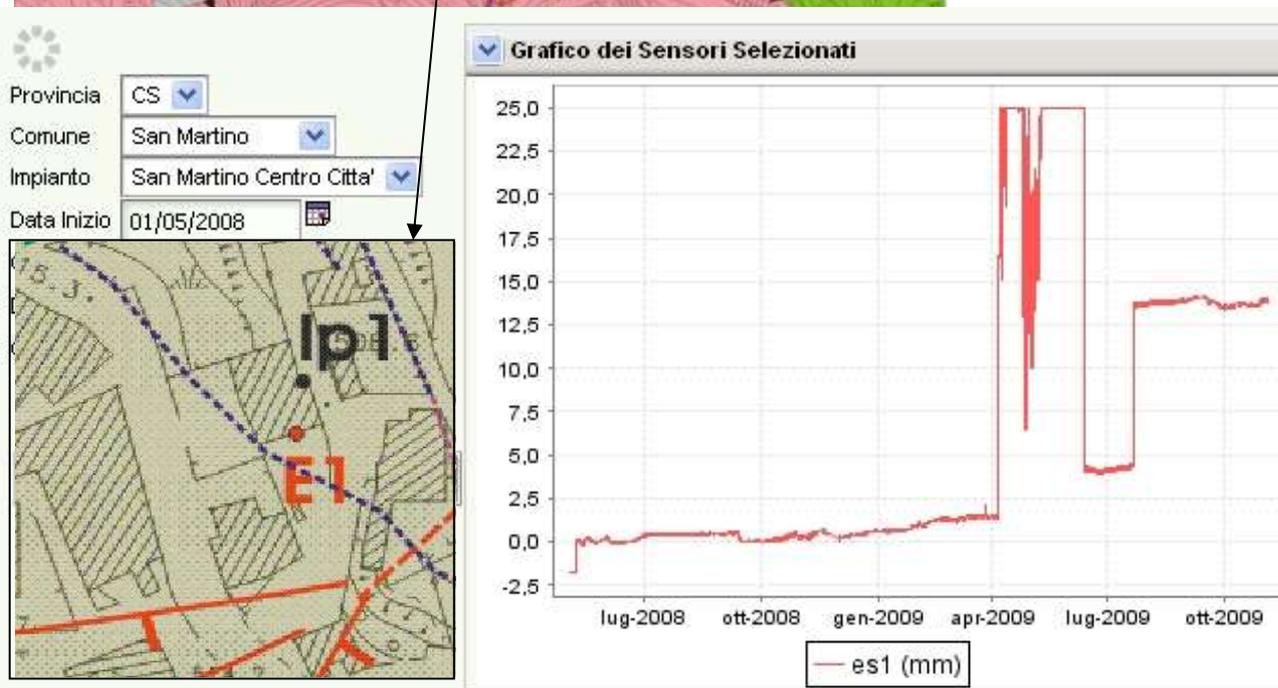
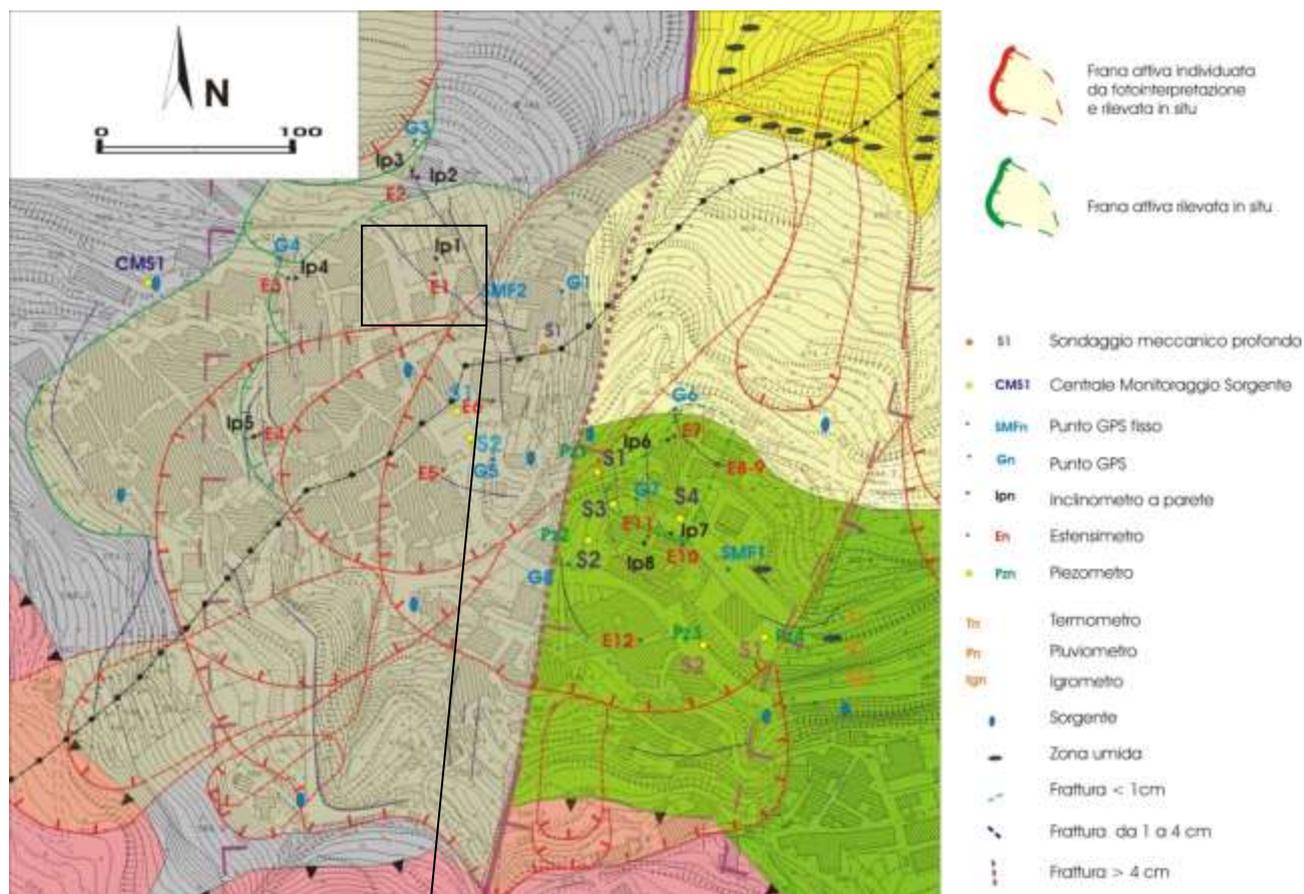
**Piezometro Pz6 (messa in funzione 1.5.2009).** Pz6, collocato nel tubo piezometrico situato in prossimità del sondaggio profondo S1 realizzato immediatamente a valle della villetta comunale, nell'ambito del breve intervallo d'osservazione, ha evidenziato oscillazioni tipicamente legate agli eventi stagionali.



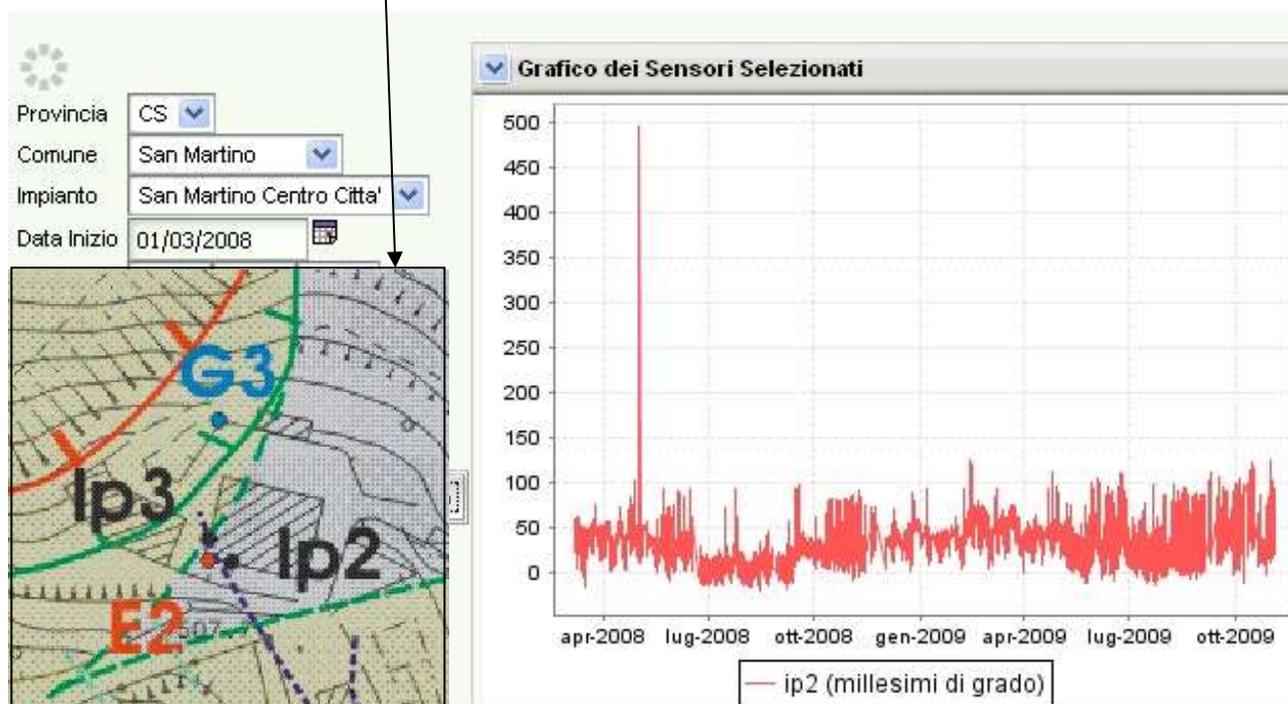
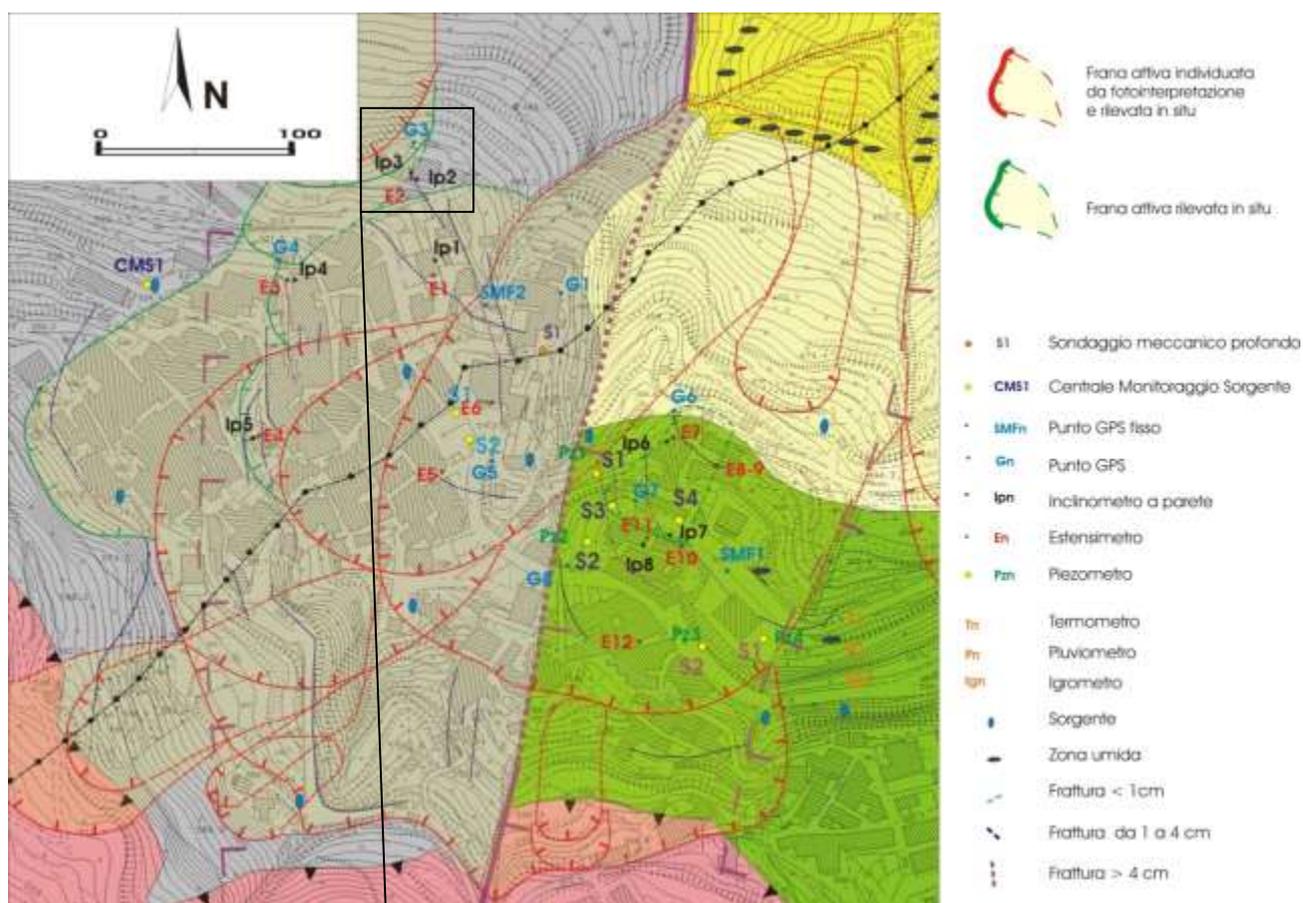
**Inclinometro da parete Ip1 (messa in funzione 1.3.2008).** Relativamente al periodo di riferimento, Ip1, ubicato in corrispondenza di un edificio in muratura situato immediatamente a nord della villetta comunale ricadente nell'ambito della porzione più settentrionale del dissesto che coinvolge l'abitato di San Martino di Finita, ha evidenziato - tra l'ottobre 2008 e il marzo 2009 - una rotazione dell'edificio di circa 50 millesimi di grado indicativa di un basculamento indotto dalla porzione più settentrionale del dissesto. Il picco verso l'alto non è significativo essendo d'origine strumentale.



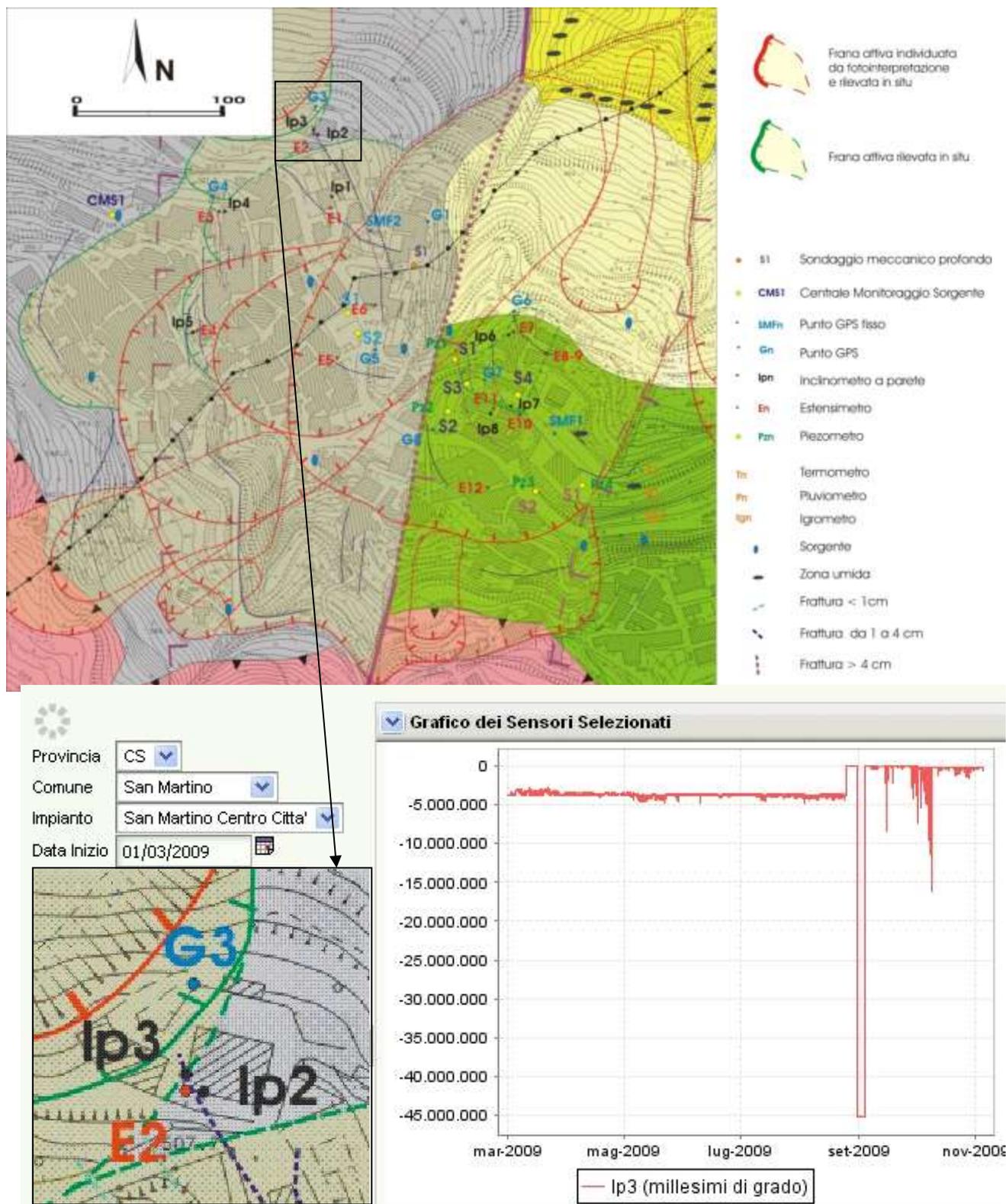
**Estensimetro da parete E1 (messa in funzione 1.3.2008).** Relativamente al periodo di riferimento, E1, ubicato in corrispondenza dell'edificio su cui è stato posizionato Ip1, ha evidenziato - tra l'ottobre 2008 e l'aprile 2009 - una deformazione che nel complesso ha raggiunto 2,5 millimetri. Tale deformazione ha coinciso con il basculamento evidenziato nello stesso intervallo temporale dall'inclinometro da parete IP1 posizionato sullo stesso edificio. Il vistoso picco verso l'alto del periodo maggio-luglio 2009 non è significativo, essendo stato determinato da un riposizionamento dell'estensimetro.



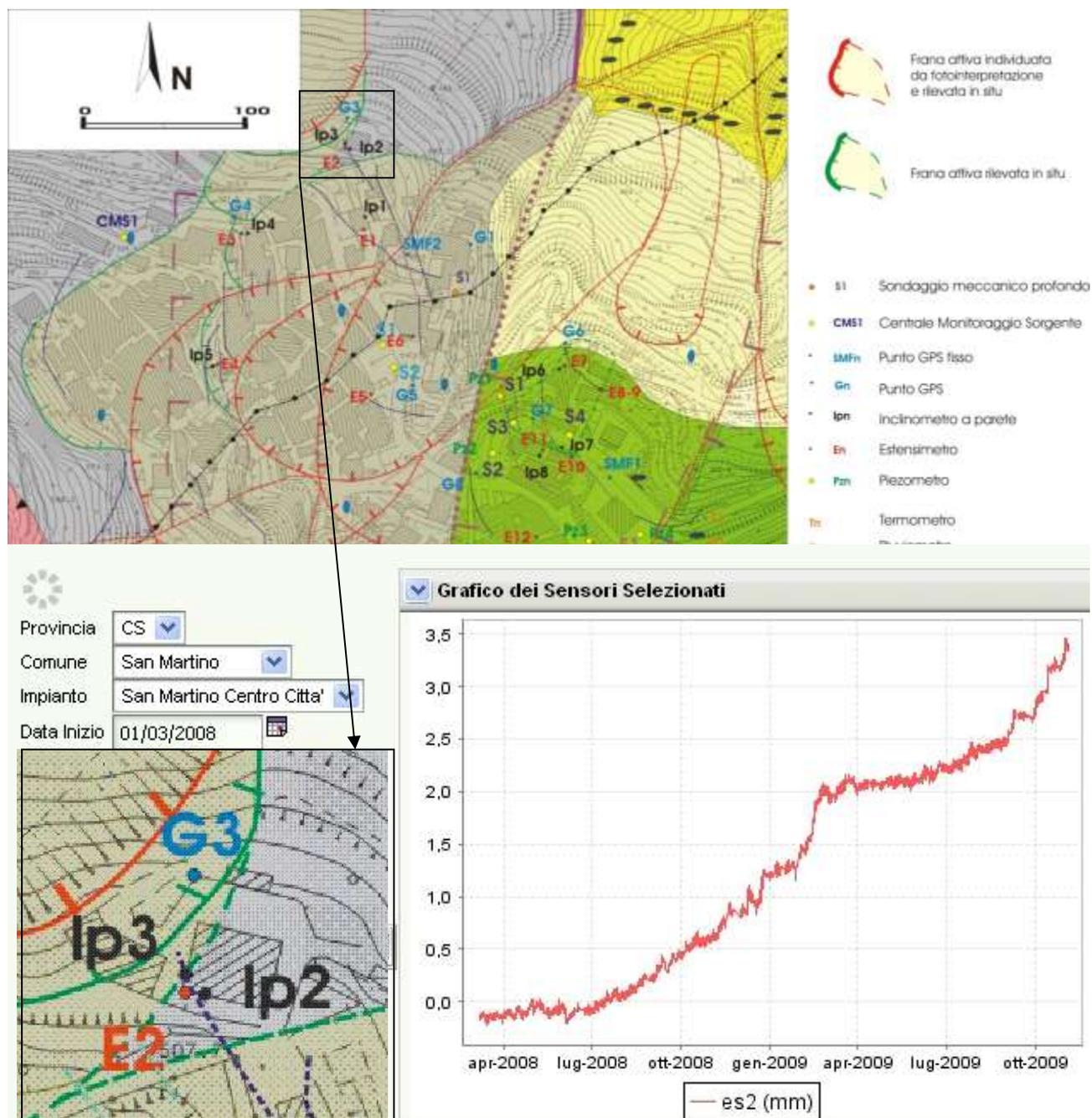
**Inclinometro da parete Ip2 (messa in funzione 1.3.2008).** Relativamente al periodo di riferimento, Ip2, ubicato in corrispondenza della parete (orientata WNW-ESE) di un edificio ricadente all'estremità più settentrionale del dissesto che coinvolge l'abitato di San Martino di Finita, non ha evidenziato rotazioni significative. Il picco verso l'alto non è significativo essendo d'origine strumentale.



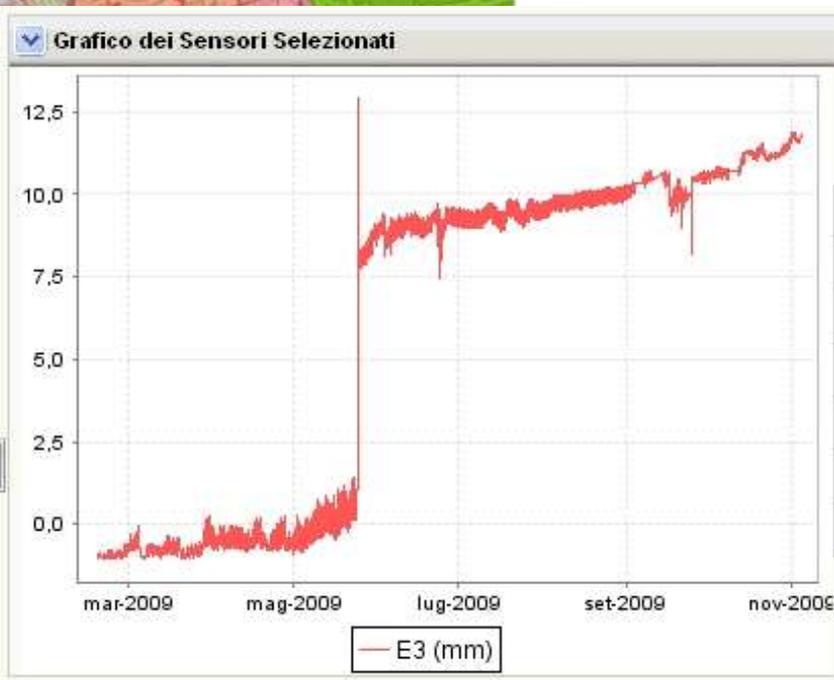
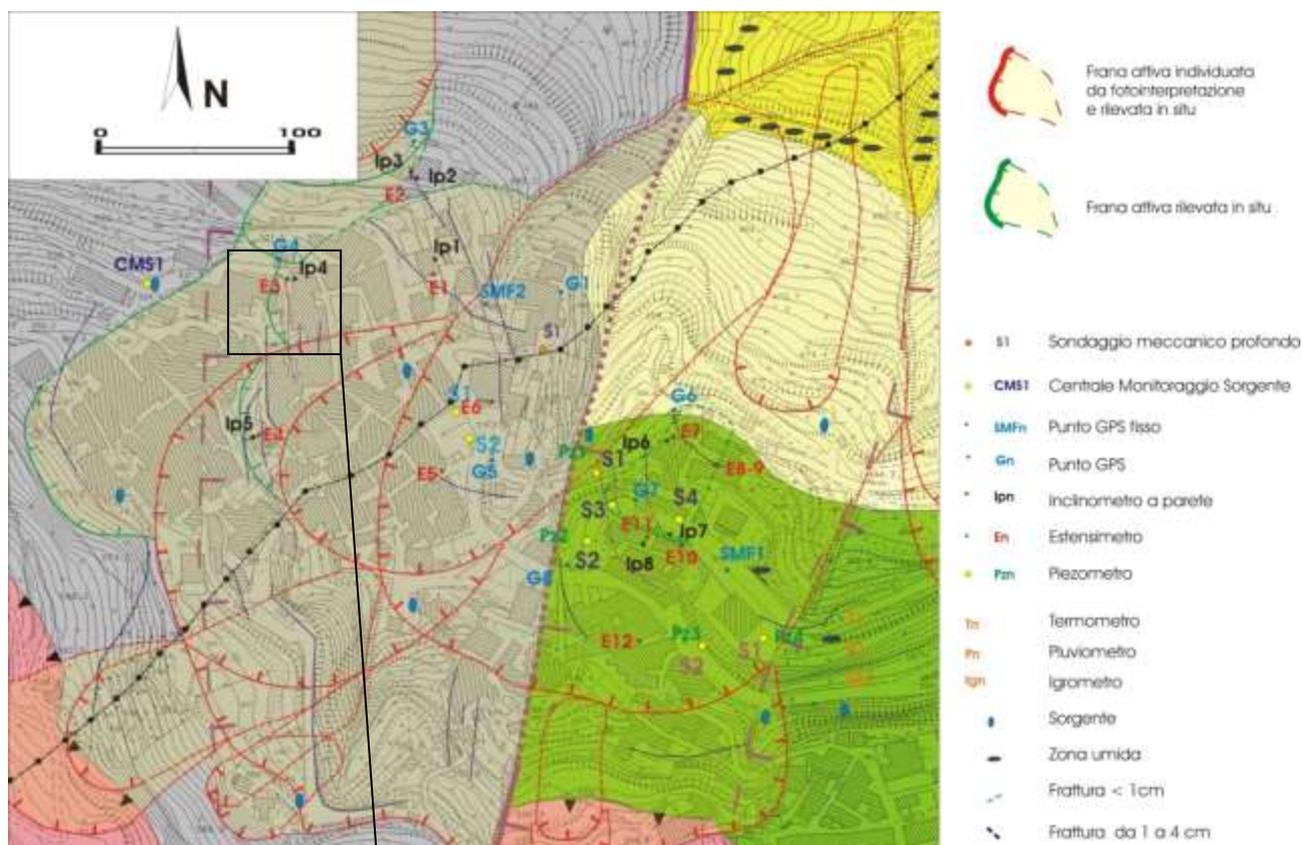
**Inclinometro da parete Ip3 (messa in funzione 18.2.2009).** Relativamente al periodo di riferimento, Ip3, ubicato lungo la parete orientata NNE-SSW dello stesso edificio su cui è stato collocato Ip2,, non ha evidenziato rotazioni significative (il “gradino” che caratterizza il periodo di fine agosto 2009 è solo strumentale, essendo stato dovuto a normale manutenzione del sensore).



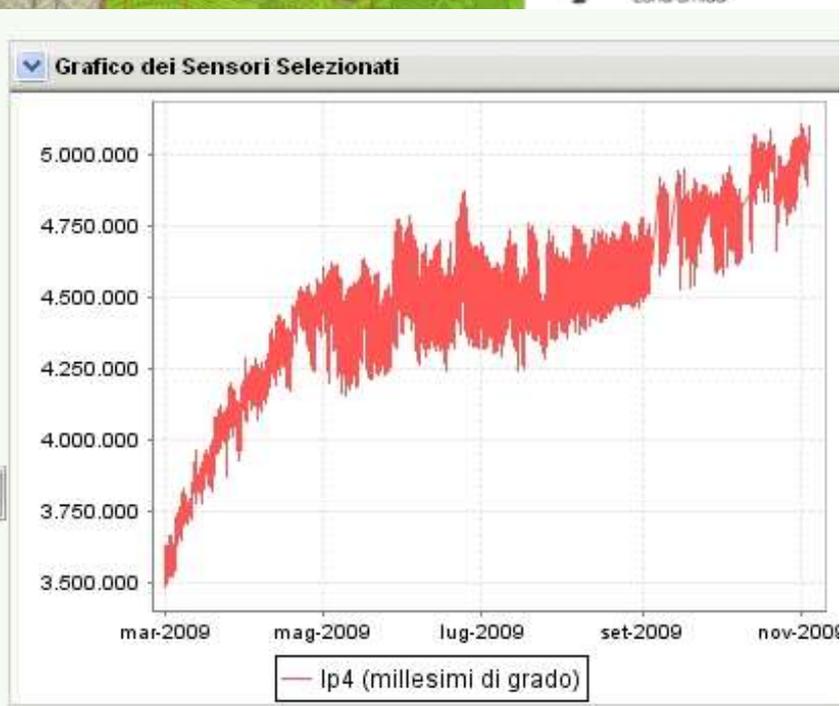
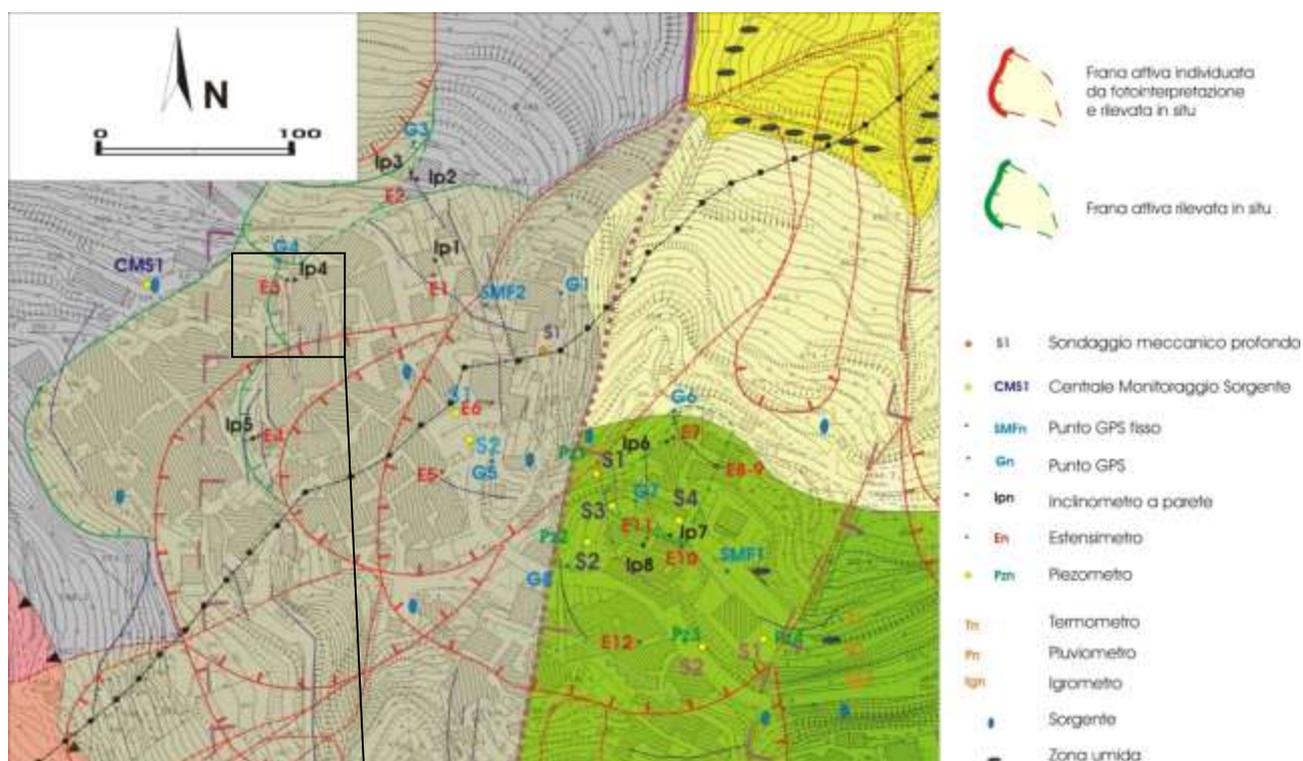
**Estensimetro da parete E2 (messa in funzione 1.3.2008).** Relativamente al periodo di riferimento, E1, ubicato in corrispondenza dell'edificio su cui sono stato posizionati Ip3 e Ip3, ha evidenziato due fasi deformative particolarmente intense: il periodo luglio 2008-marzo 2009 (deformazione complessiva pari a 2,0 millimetri) ed il periodo settembre 2009-novembre 2009 (deformazione complessiva pari a 1,0 millimetro). I restanti periodi dell'intervallo d'osservazione (marzo-luglio 2008 e aprile-giugno 2009) rappresentano brevi fasi di stasi deformativa. La deformazione complessiva dalla messa in funzione del sensore è significativa essendo risultata pari a 3,0 millimetri: questi valori - risultando tra i più significativi relativamente a tutti gli edifici monitorati a San Martino di Finita - deve far ritenere tale struttura particolarmente esposta a rischi. A tale intensa deformazione evidenziata dagli estensimetri non corrispondono tuttavia basculamenti dell'edificio, come risulta dalle informazioni fornite dagli inclinometri Ip2 e Ip3. Ciò lascia ipotizzare cinematismi di versante del tipo traslazionale, in accordo con la posizione dell'edificio che ricade in prossimità del settore di distacco di un corpo di frana che caratterizza il versante settentrionale del centro storico di San Martino di Finita.



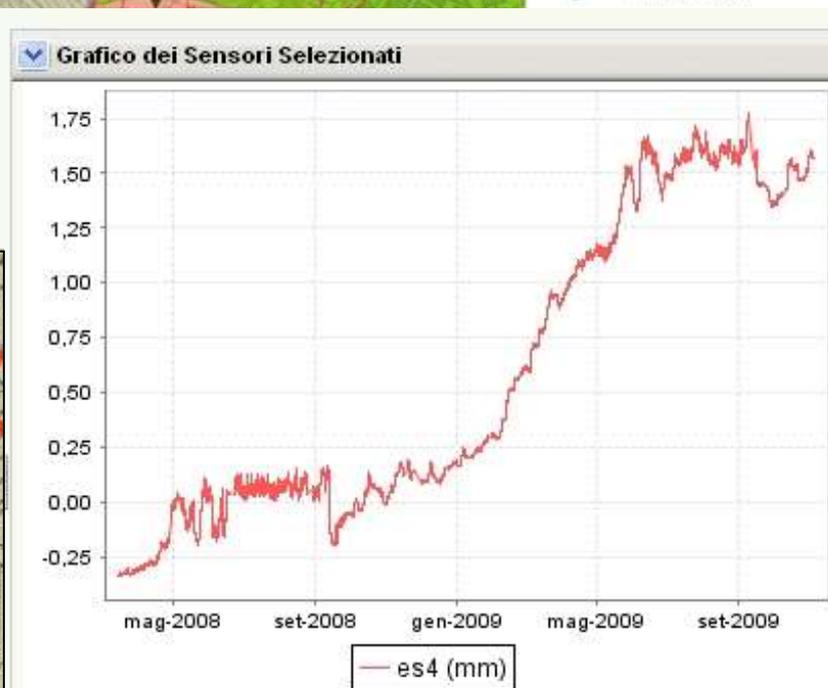
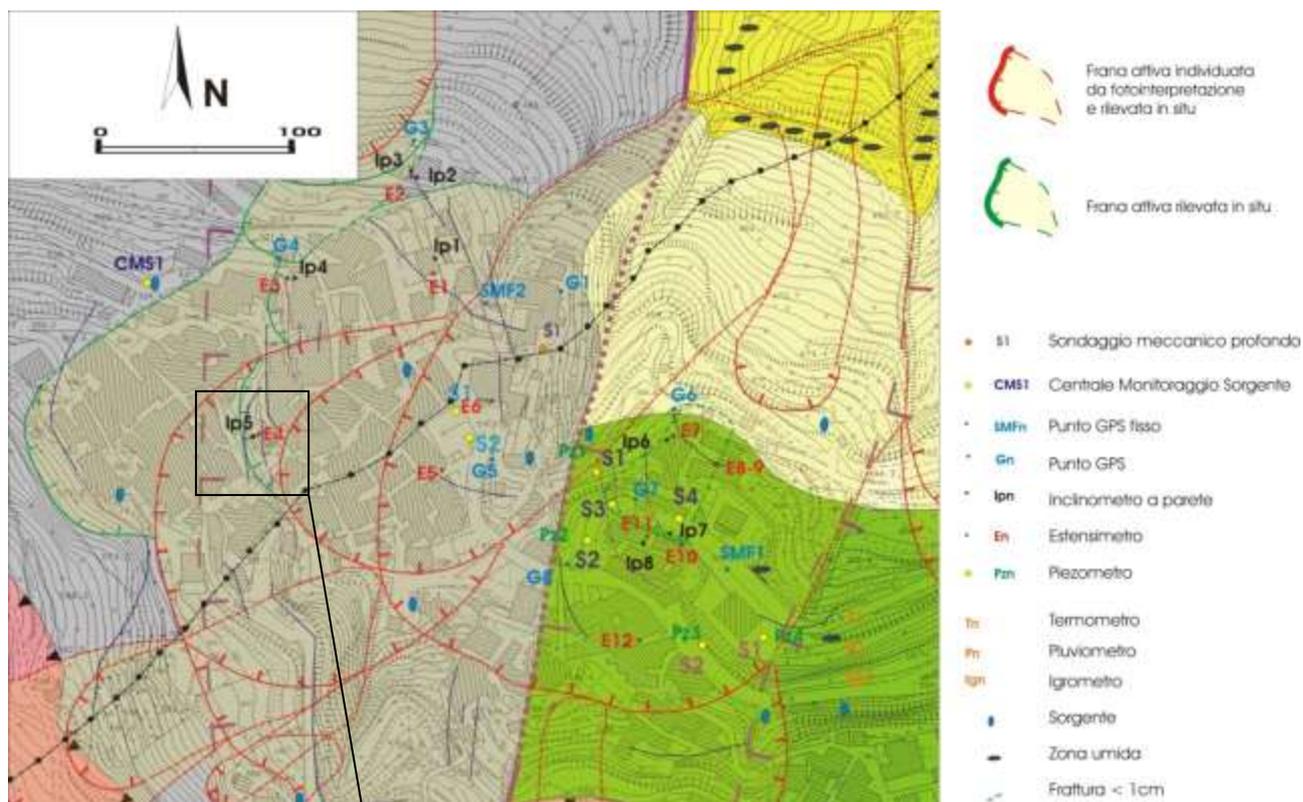
**Estensimetro da parete E3 (messa in funzione 15.2.2009).** Relativamente al periodo di riferimento, E3, ubicato in corrispondenza della parete orientata E-W di un edificio situato in corrispondenza di un edificio ricadente in prossimità dell'estremità settentrionale del dissesto entro cui ricade l'abitato di San Martino di Finita, ha evidenziato una deformazione che ammonta complessivamente a 3,5 millimetri circa (il vistoso sbalzo del giugno 2009 è stato dovuto ad un riposizionamento del sensore). La deformazione complessiva dalla messa in funzione del sensore, essendo risultata pari a 3,5 millimetri in 9 mesi, rappresenta la più significativa relativamente a tutti gli edifici monitorati a San Martino di Finita; pertanto l'edificio monitorato risulta esposto a rischi e necessita di particolare attenzione.



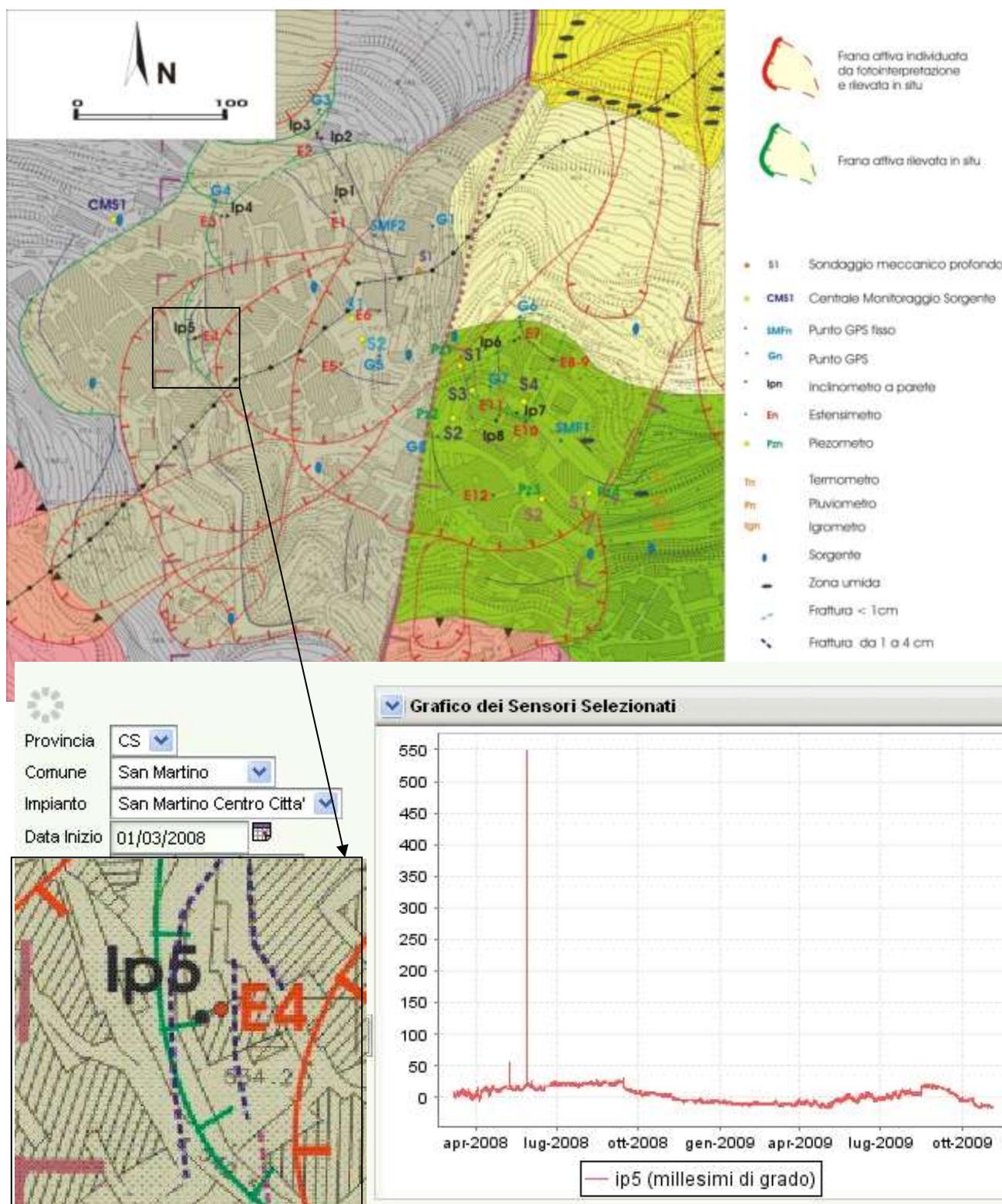
**Inclinometro da parete Ip4 (messa in funzione 1.3.2009).** Relativamente al periodo di riferimento, Ip4, ubicato in corrispondenza dell'edificio in muratura su cui è stato posizionato l'estensimetro E3 su una parete ad orientamento all'incirca E-W, ha evidenziato - tra maggio e novembre 2009 - una rotazione dell'edificio di circa 500 millesimi di grado (mezzo grado) indicativa di un notevole basculamento che, rimarcato dalla sensibile deformazione evidenziata dall'estensimetro E3, è in accordo con l'ubicazione dell'edificio nel contesto cinematico del dissesto su cui ricade l'abitato di San Marino di Finita, il quale ricade immediatamente a ridosso del fianco sinistro di un corpo frana attivo.



**Estensimetro da parete E4 (messa in funzione 15.3.2008).** Relativamente al periodo di riferimento, E4, ubicato in corrispondenza di una parete (ad orientamento NE-SW) di un edificio ricadente in prossimità del settore di distacco di una frana che caratterizza la porzione nord-occidentale del più ampio dissesto su cui sorge l'abitato di San Martino di Finita, ha fortemente risentito delle piogge che hanno caratterizzato l'inverno 2008-09, avendo evidenziato una deformazione circoscritta esclusivamente al periodo gennaio-maggio 2009, che ammonta complessivamente a 1,5 millimetri circa.

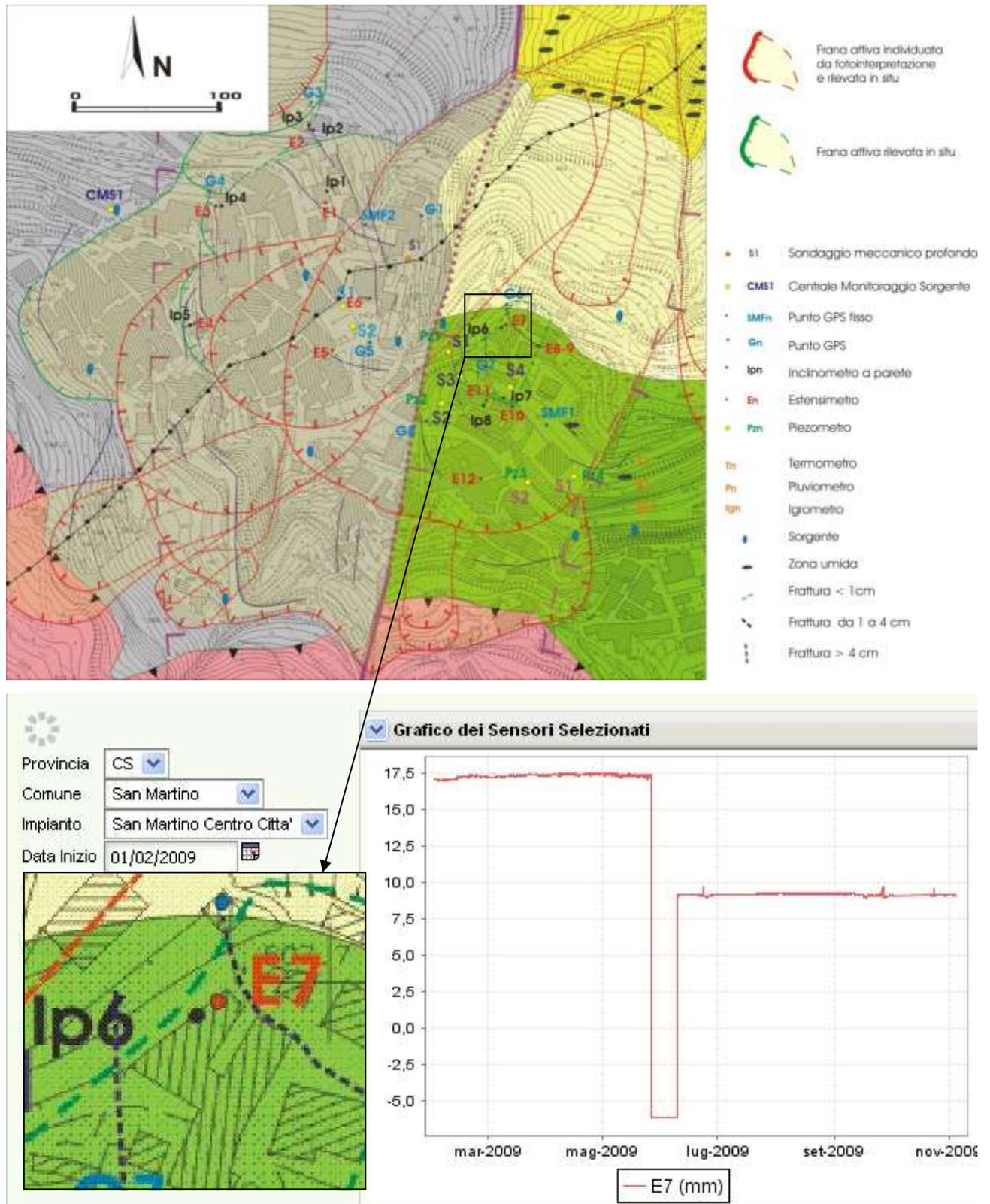


**Inclinometro da parete Ip5 (messa in funzione 1.3.2008).** Relativamente al periodo di riferimento, Ip5, ubicato in corrispondenza della parete dello stesso edificio su cui è stato posizionato l'estensimetro da parete E4, non ha evidenziato rotazioni significative. Ciò dimostra che, alla deformazione evidenziata dall'estensimetro non corrispondono basculamenti dell'edificio (come risulta dalle informazioni fornite dall'inclinometro Ip5) e lascia ipotizzare cinematismi di versante del tipo traslazionale, in accordo con la posizione dell'edificio che ricade in prossimità del settore di distacco di un corpo di frana. Il picco verso l'alto non è significativo essendo d'origine strumentale.

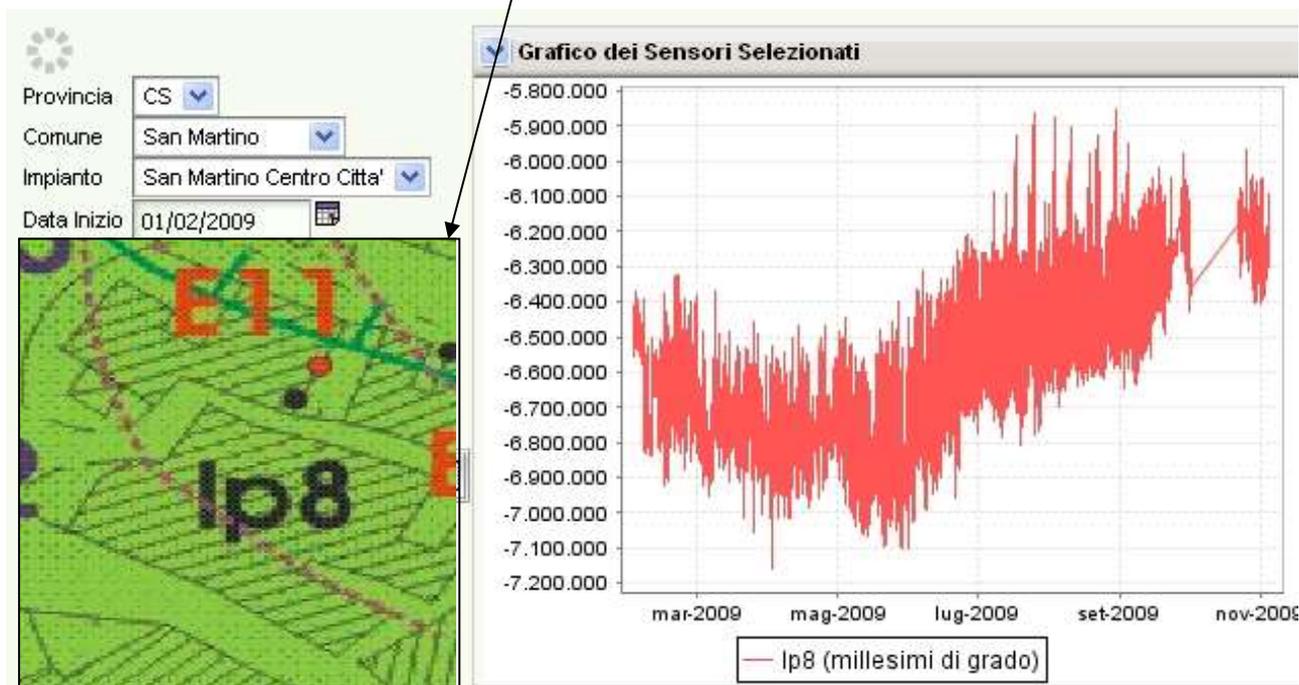
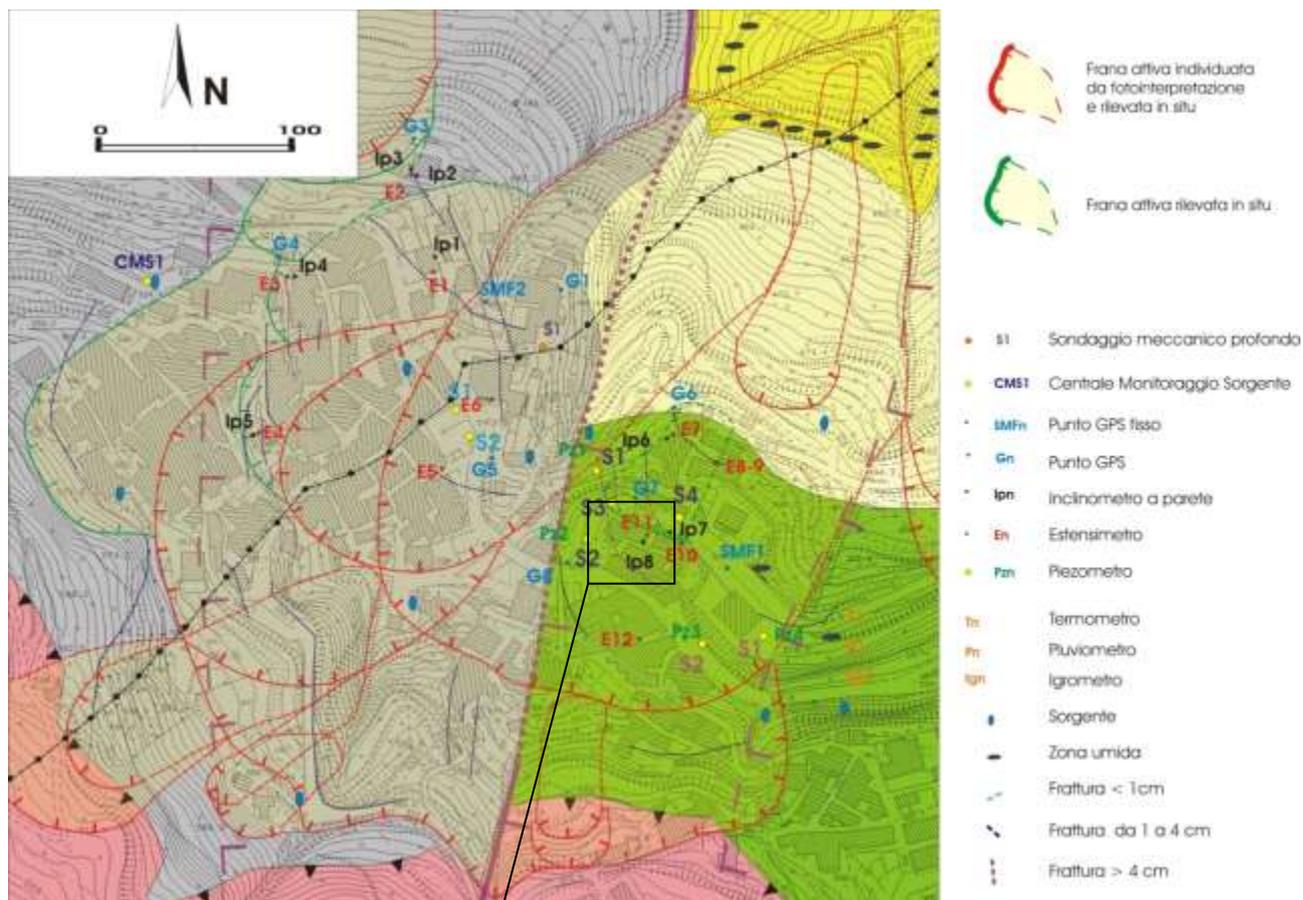




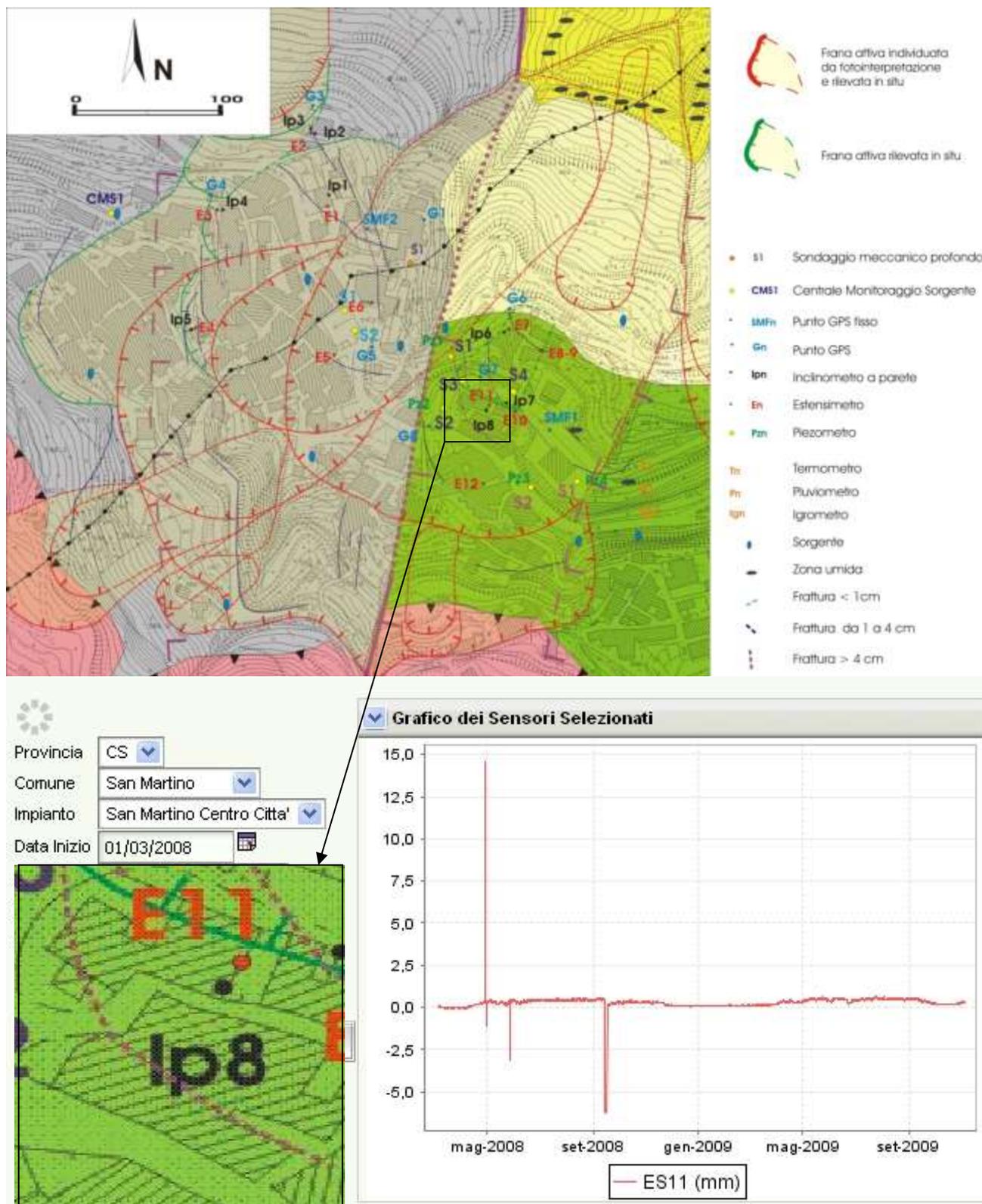
**Estensimetro da parete E7 (messa in funzione 1.2.2009).** Relativamente al periodo di riferimento, E7, ubicato in corrispondenza dell'edificio su cui è stato posizionato Ip6 non ha evidenziato deformazioni significative. Il vistoso "gradino" verso il basso del giugno 2009 è dovuto ad un normale riposizionamento del sensore.



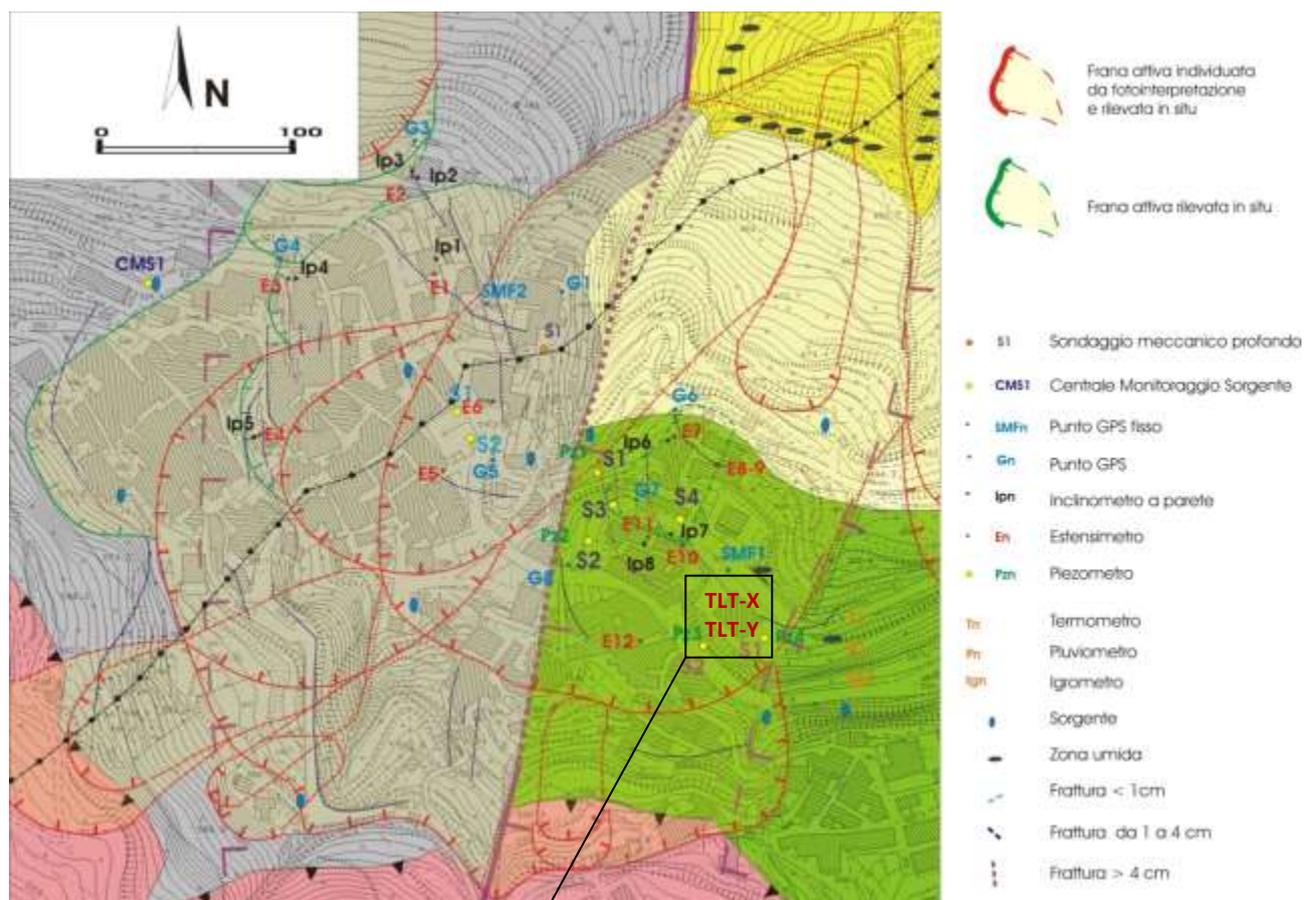
**Inclinometro da parete Ip8 (messa in funzione 1.2.2009).** Relativamente al periodo di riferimento, Ip8, ubicato in corrispondenza di un edificio in muratura (lungo una parete ad orientamento NE-SW) situato nella porzione mediana del corpo di frana principale del dissesto che coinvolge l'abitato di San Martino di Finita, ha evidenziato - tra giugno e novembre 2009 - una rotazione dell'edificio di circa 400 millesimi di grado indicativa di un basculamento indotto dal dissesto.



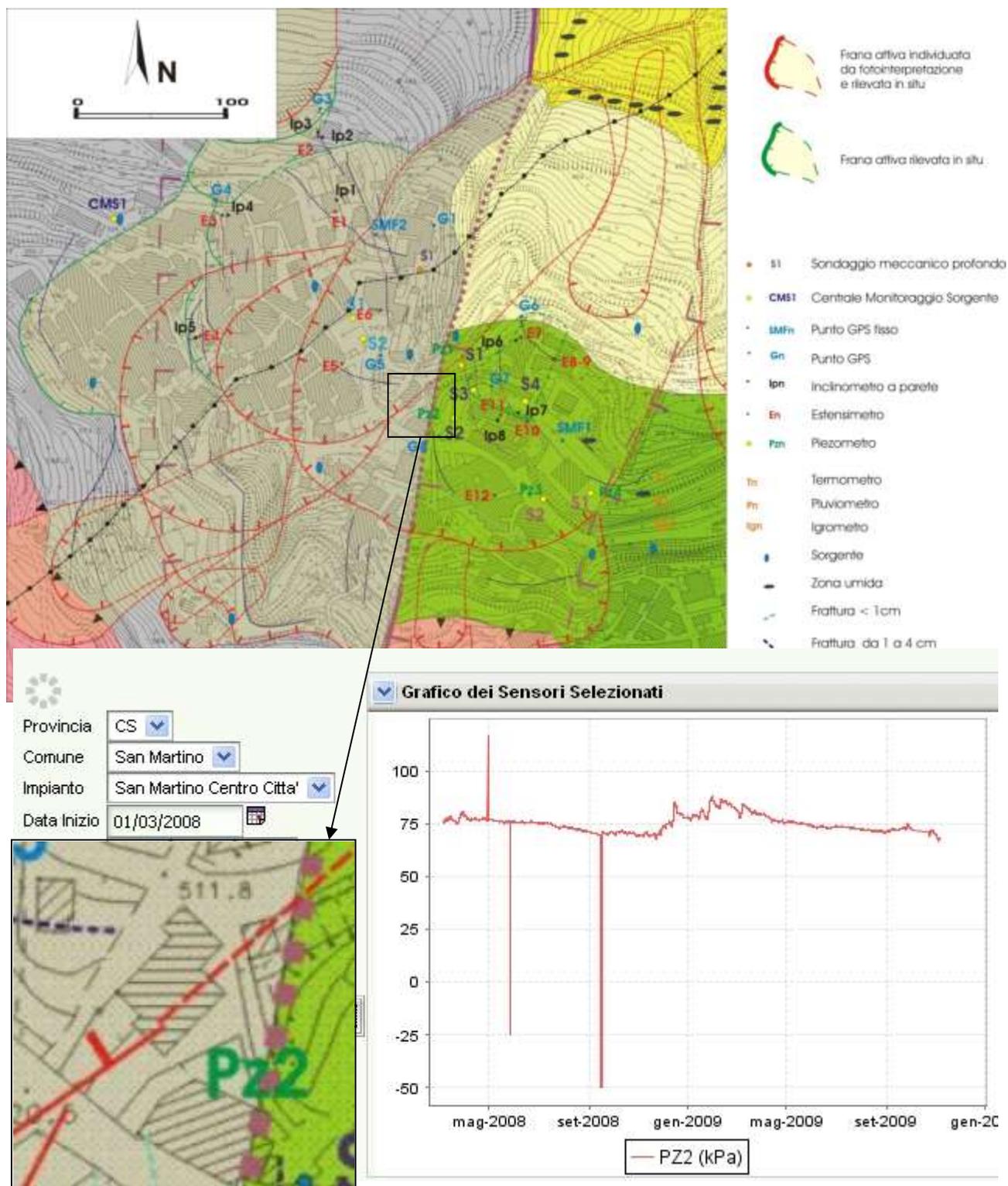
**Estensimetro da parete E11 (messa in funzione 1.3.2008).** Relativamente al periodo di riferimento, E11, ubicato in corrispondenza dell'edificio su cui è stato posizionato Ip8, non ha evidenziato deformazioni significative. I picchi verso l'alto e verso il basso non sono significativi essendo d'origine strumentale.



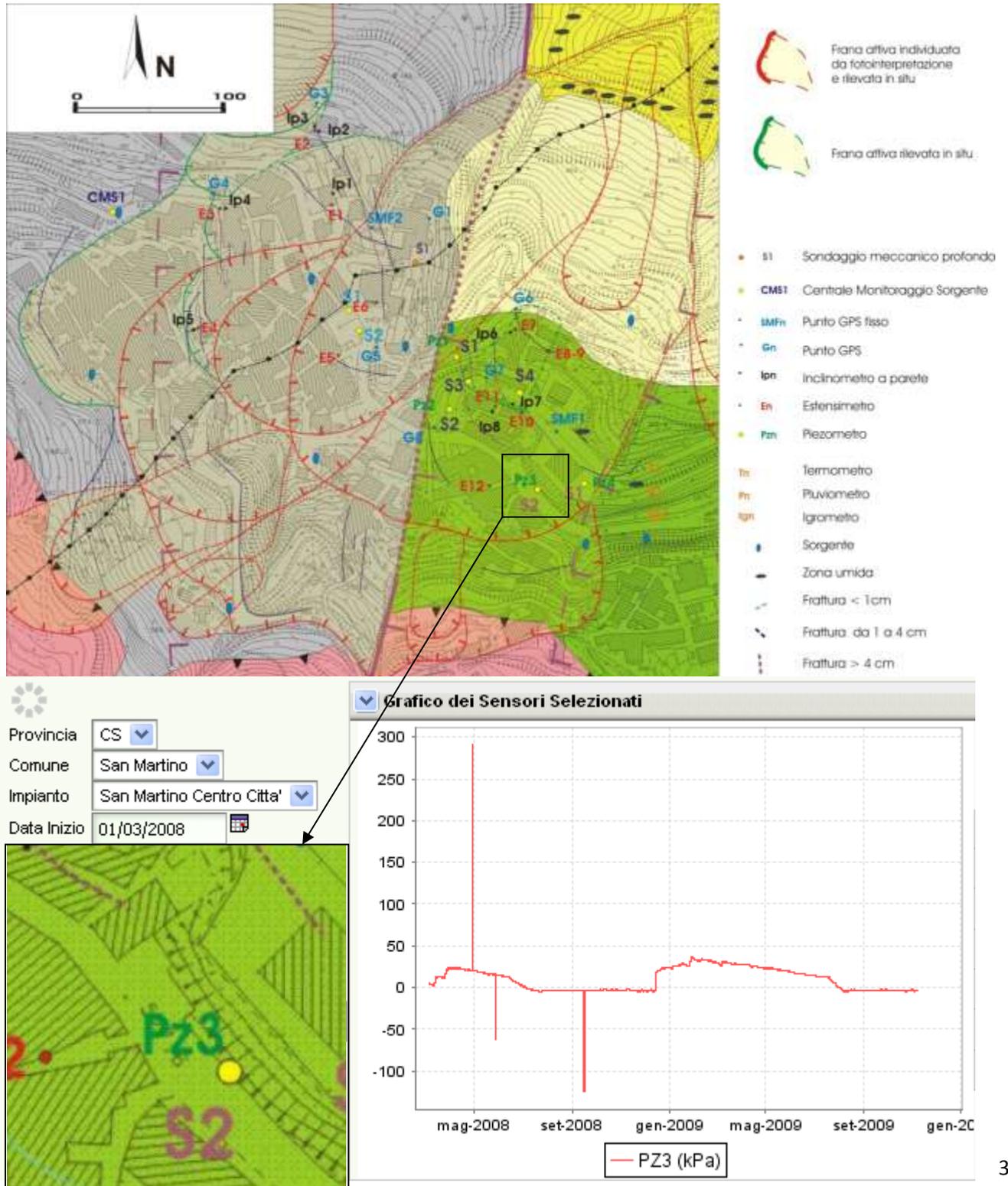
**Inclinometro orizzontale TLT X-Y (messa in funzione 20.6.2008).** Relativamente al periodo di riferimento, TLT X-Y, ubicato all'interno dell'ex-scuola media, ha evidenziato - tra giugno 2008 e novembre 2009 - una rotazione dell'edificio risultata abbastanza costante nel tempo e molto significativa intorno all'asse X (direzione NW-SE), risultata pari a 1,1 mRad (0,06 gradi) e quasi nulla intorno all'asse Y (direzione NE-SW).



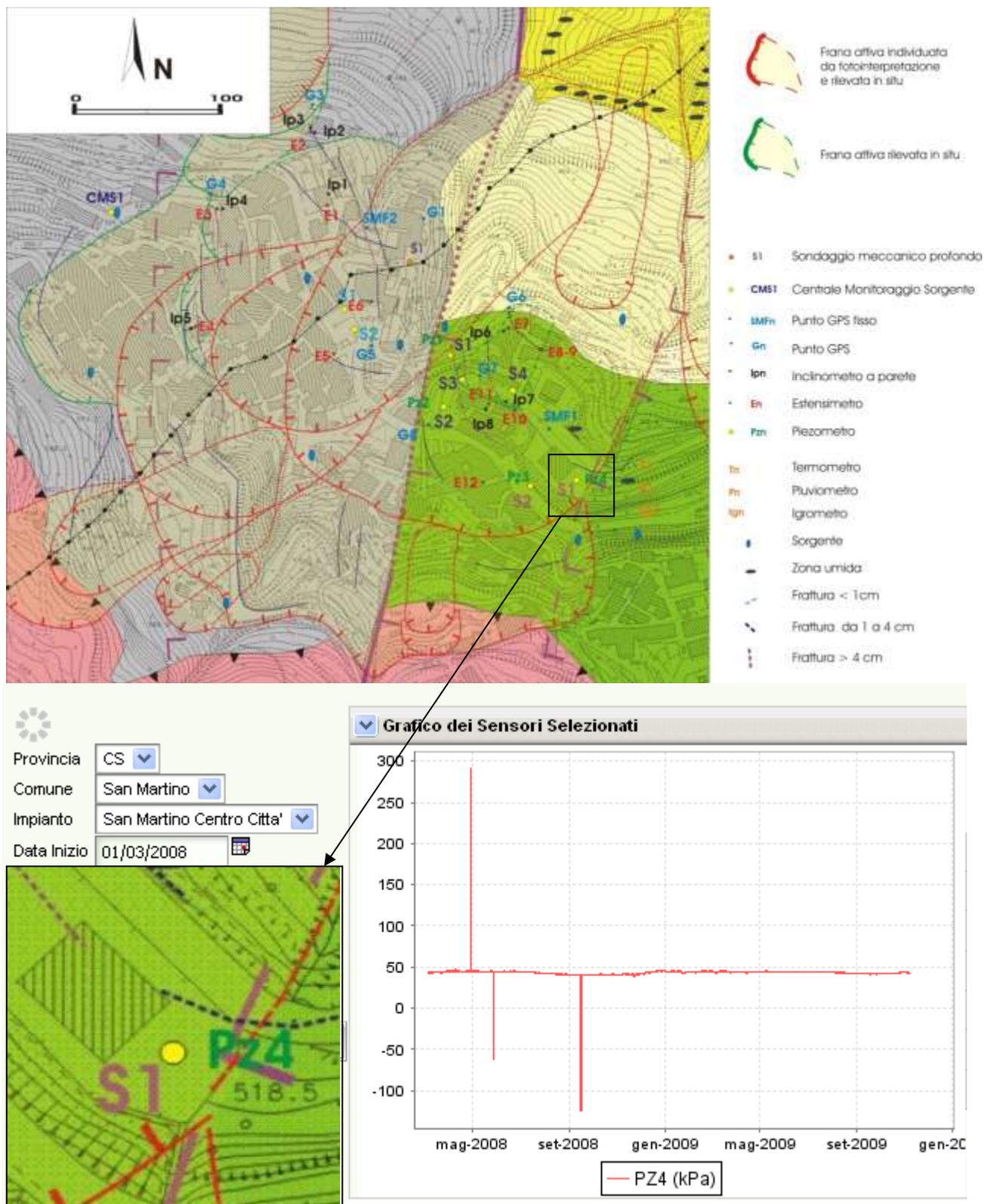
**Piezometro Pz2 (messa in funzione 1.3.2008).** Pz2, collocato nel tubo piezometrico situato in prossimità di un perforo di sondaggio realizzato nella porzione centrale del corpo di frana principale del dissesto che coinvolge l'abitato di San Martino di Finita, nell'ambito dell'intervallo d'osservazione, ha evidenziato oscillazioni della falda idrica sotterranea poco significative e tipicamente legate ai cicli stagionali. I picchi verso l'alto e verso il basso non sono significativi essendo d'origine strumentale.



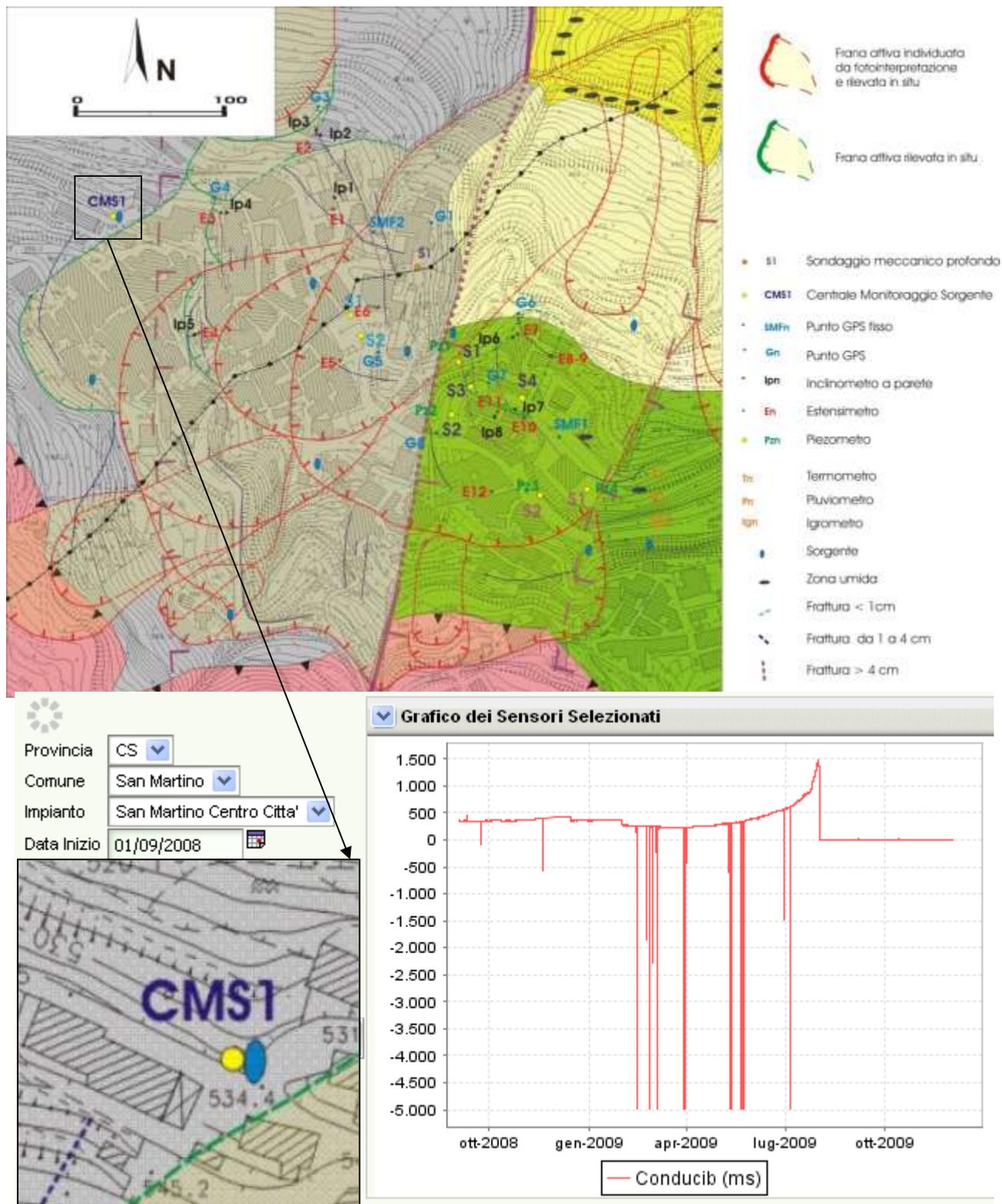
**Piezometro Pz3 (messa in funzione 1.3.2008).** Pz3, collocato nel tubo piezometrico situato in prossimità di un perforo di sondaggio realizzato in prossimità del settore di distacco del corpo di frana principale del dissesto che coinvolge l'abitato di San Martino di Finita, nell'ambito dell'intervallo d'osservazione, ha evidenziato oscillazioni della falda idrica sotterranea poco significative e tipicamente legate ai cicli stagionali. I picchi verso l'alto e verso il basso non sono significativi essendo d'origine strumentale.



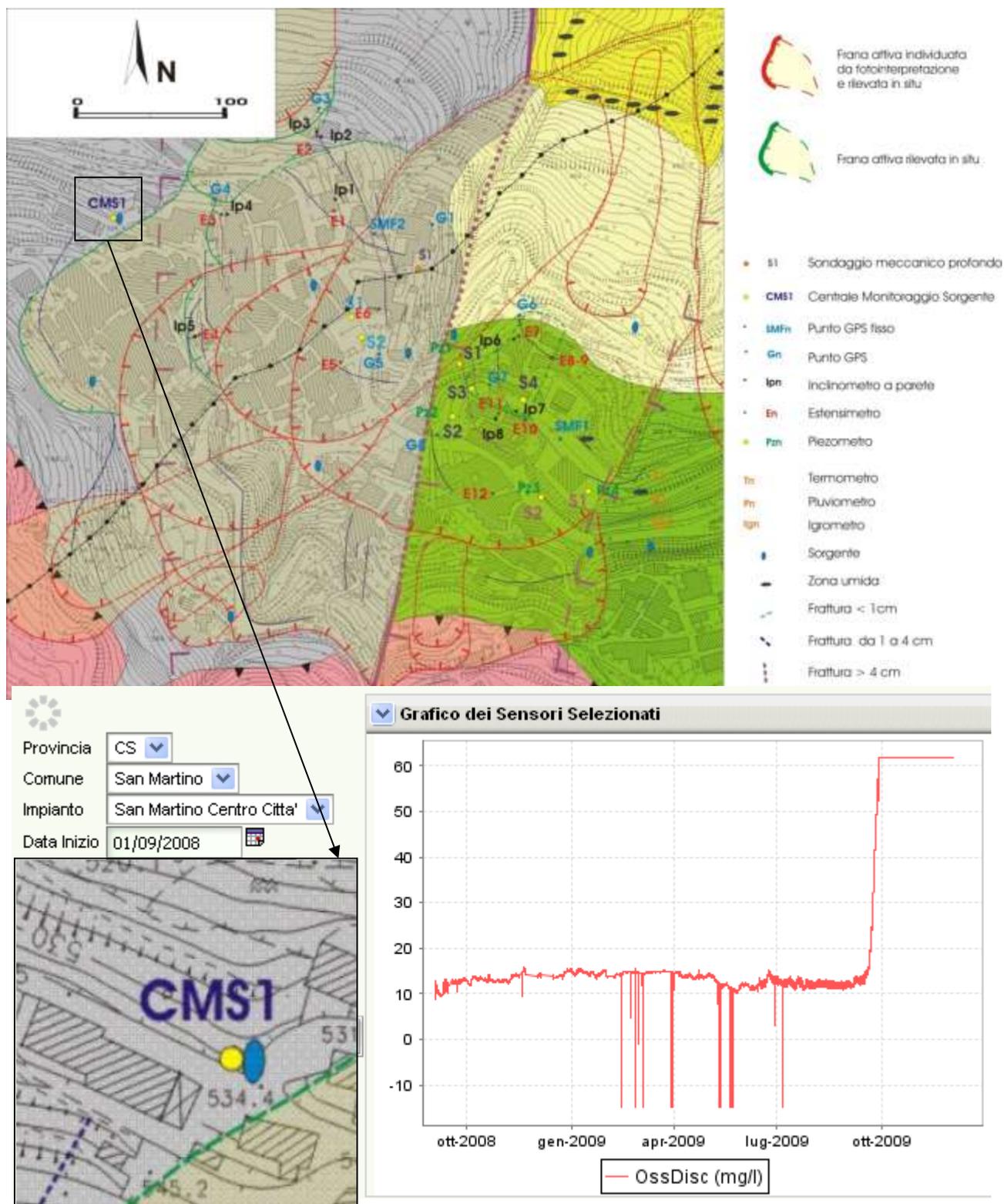
**Piezometro Pz4 (messa in funzione 1.3.2008).** Pz4, collocato nel tubo piezometrico inserito nel perforo di sondaggio realizzato in prossimità del settore di distacco del corpo di frana principale del dissesto che coinvolge l'abitato di San Martino di Finita, nell'ambito dell'intervallo d'osservazione, ha evidenziato oscillazioni della falda idrica sotterranea pressochè nulle. I picchi verso l'alto e verso il basso non sono significativi essendo d'origine strumentale.



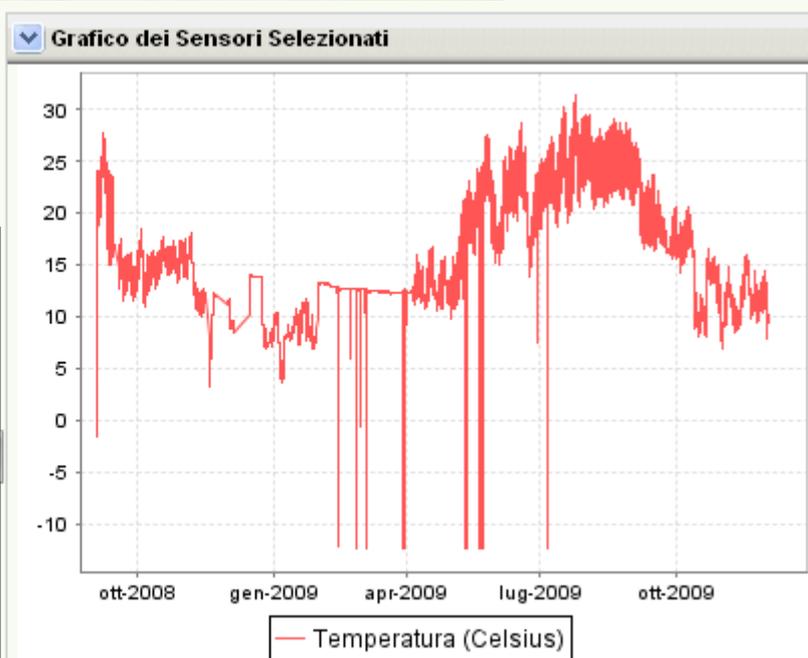
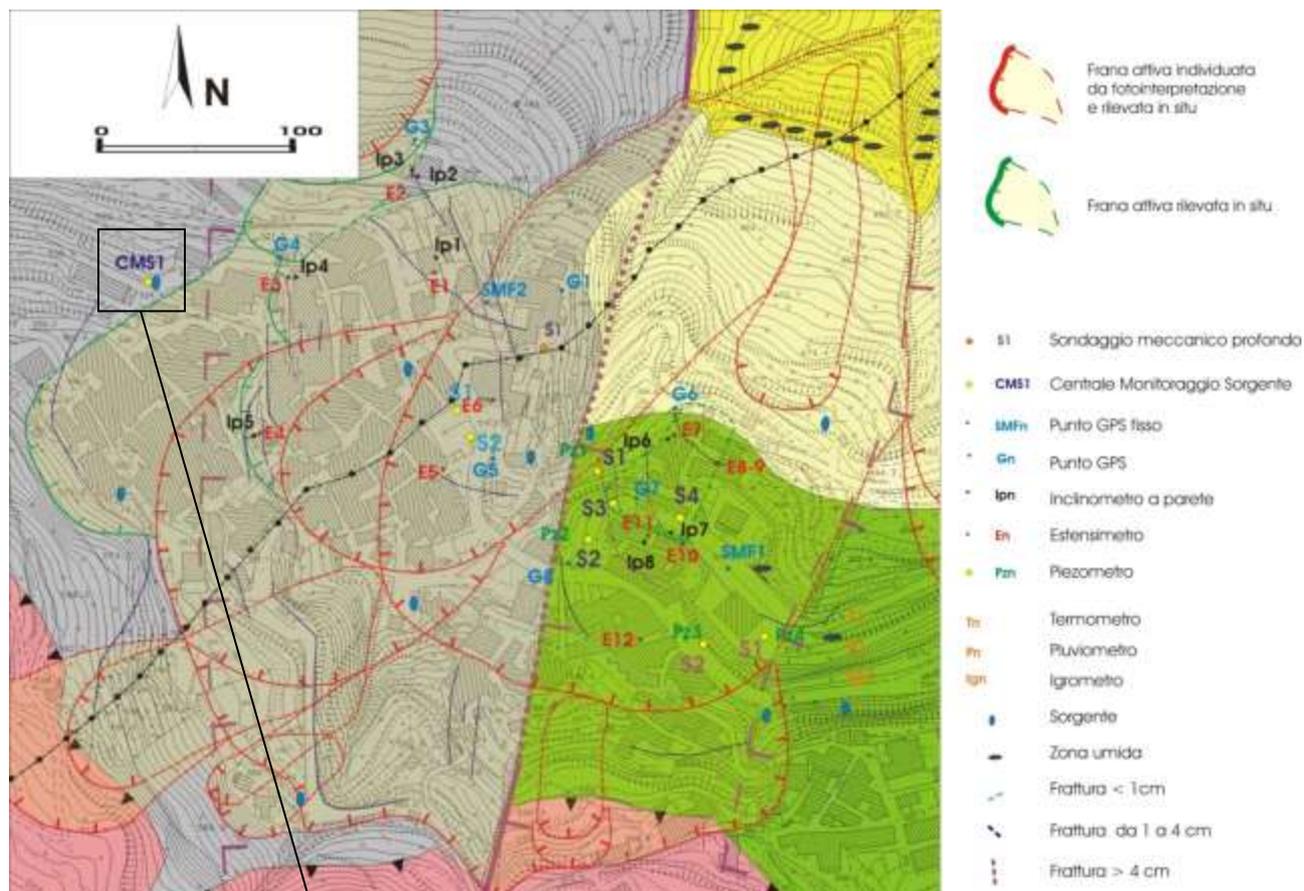
**Sensore misuratore di conducibilità nodo sorgente “CMS1” (messa in funzione 1.9.2008).** Il sensore misuratore di conducibilità, collocato in corrispondenza del cosiddetto “nodo sorgente”, nell’ambito del breve intervallo d’osservazione, ha evidenziato un consistente incremento di conducibilità nel periodo estivo (giugno-luglio 2009). I picchi verso il basso non sono significativi essendo d’origine strumentale. I sensori della centrale CMS1 hanno funzionato in modo non continuo poichè in varie occasioni il collegamento alla scaturigine è stato interrotto da ignoti.



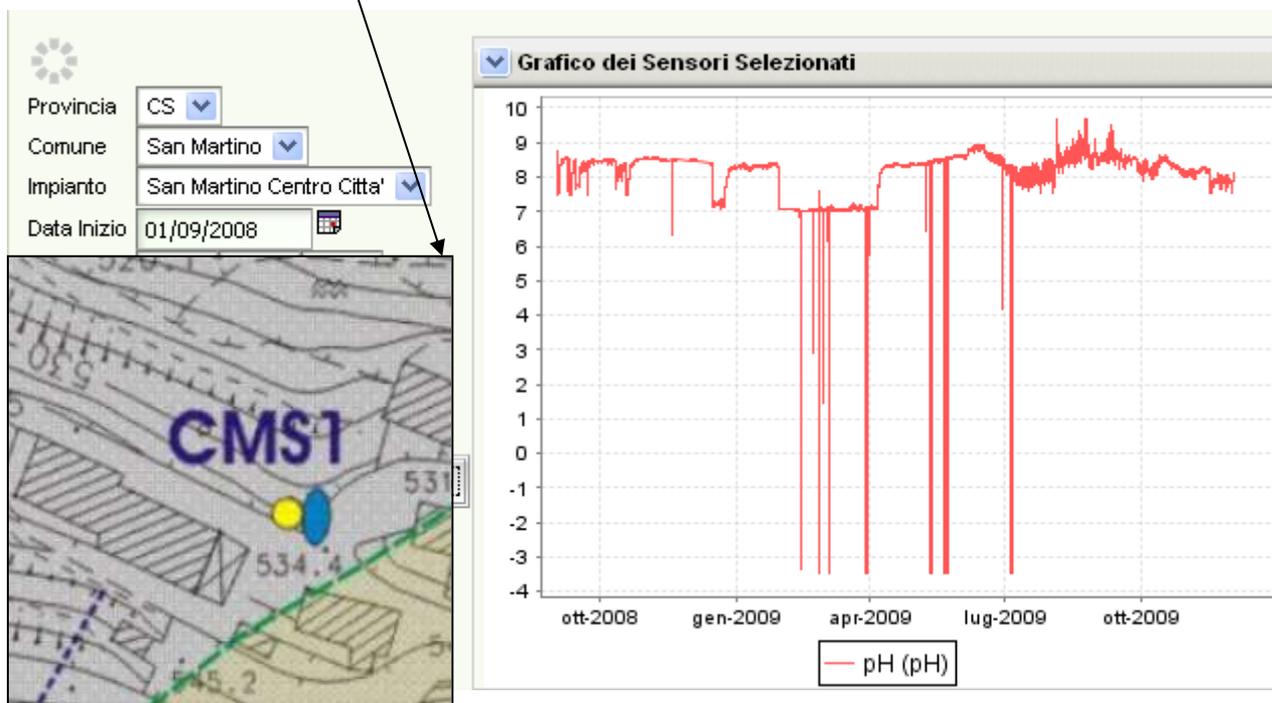
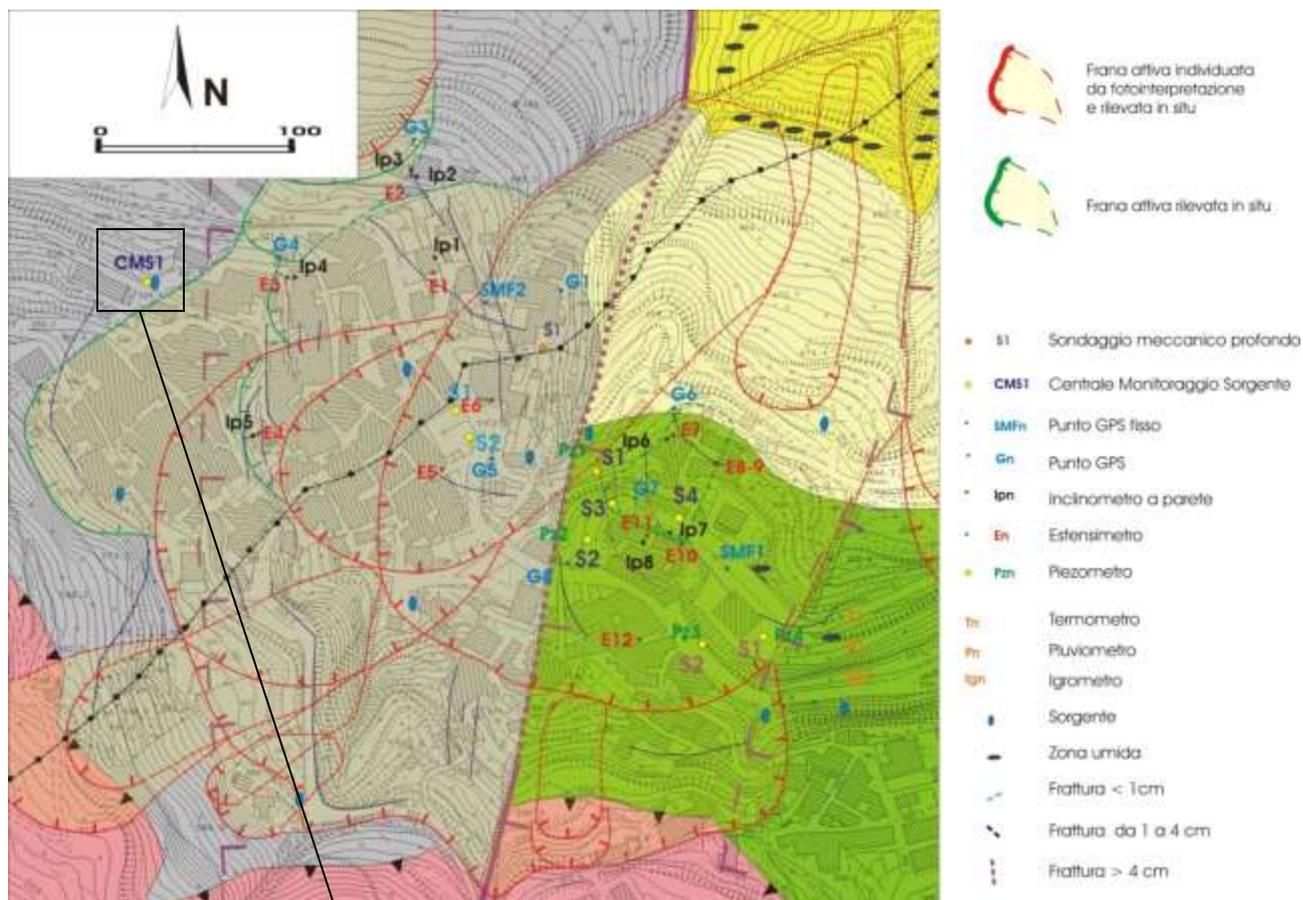
**Sensore misuratore di ossigeno disciolto nodo sorgente “CMS1” (messa in funzione 1.9.2008).** Il sensore misuratore di ossigeno disciolto, collocato in corrispondenza del cosiddetto “nodo sorgente”, nell’ambito dell’intervallo d’osservazione, non ha evidenziato variazioni significative. Il picco verso l’alto del settembre 2009 non è indicativo, essendo legato a fattori strumentali. I picchi verso il basso non sono significativi essendo d’origine strumentale. Il vistoso “gradino” verso l’alto dell’ottobre 2009 è dovuto alla manomissione di ignoti.



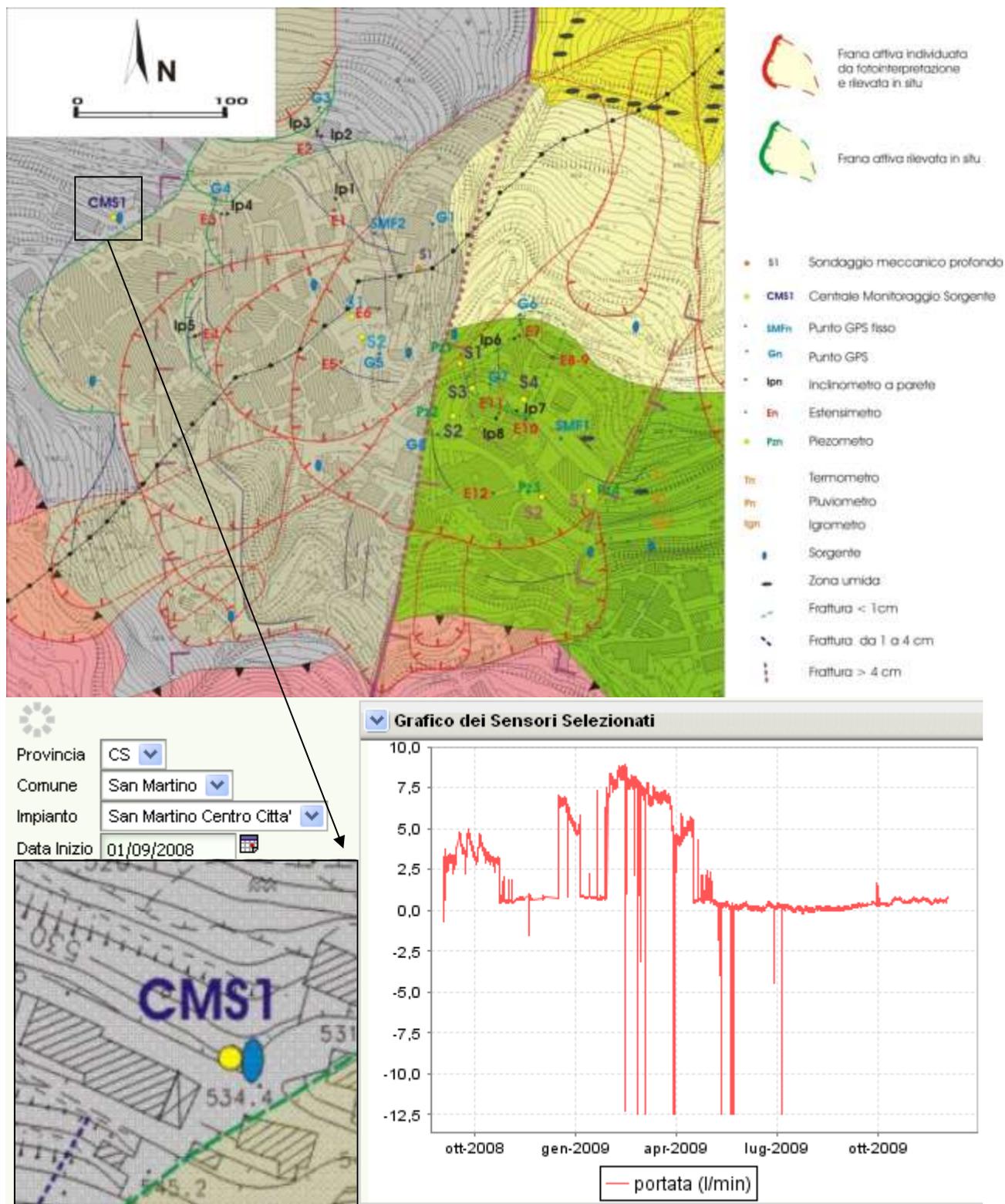
**Sensore misuratore di temperatura nodo sorgente “CMS1” (messa in funzione 1.5.2009).** Il sensore misuratore di temperatura, collocato in corrispondenza del cosiddetto “nodo sorgente”, nell’ambito dell’intervallo d’osservazione, ha evidenziato oscillazioni tipicamente legate agli eventi stagionali. La temperatura dell’acque è oscillata tra i 5° (gennaio 2009) e 30° (agosto 2009). I picchi verso il basso non sono significativi essendo d’origine strumentale.



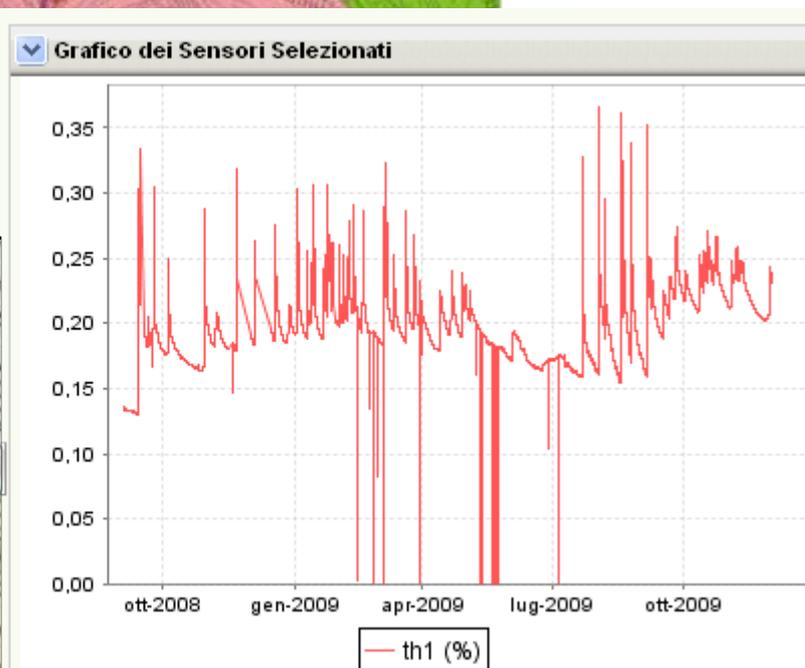
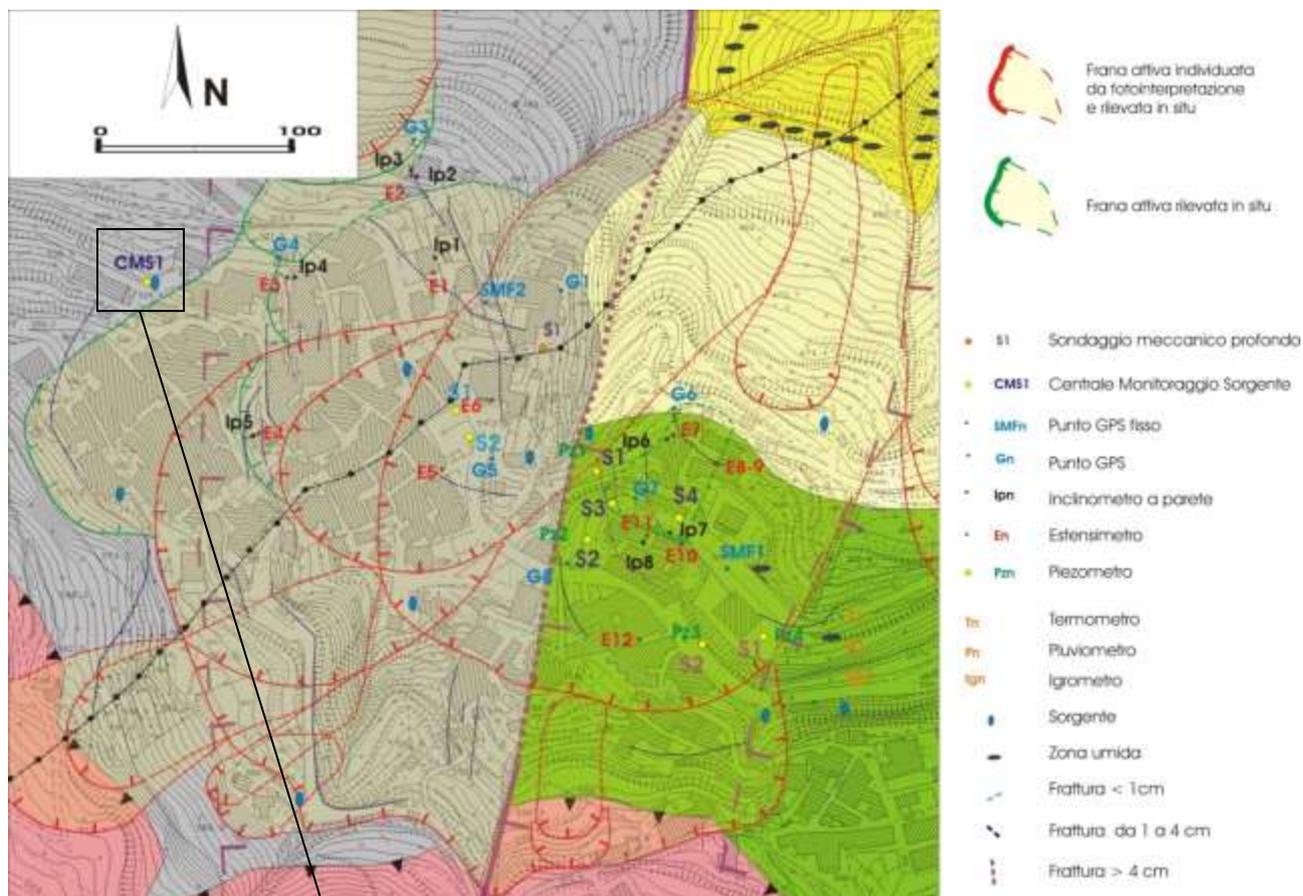
**Sensore misuratore di ph nodo sorgente “CMS1” (messa in funzione 1.9.2008).** Il sensore misuratore di ph, collocato in corrispondenza del cosiddetto “nodo sorgente”, nell’ambito dell’intervallo d’osservazione, non ha evidenziato variazioni significative. I picchi verso il basso non sono indicativi, essendo legati a fattori strumentali.



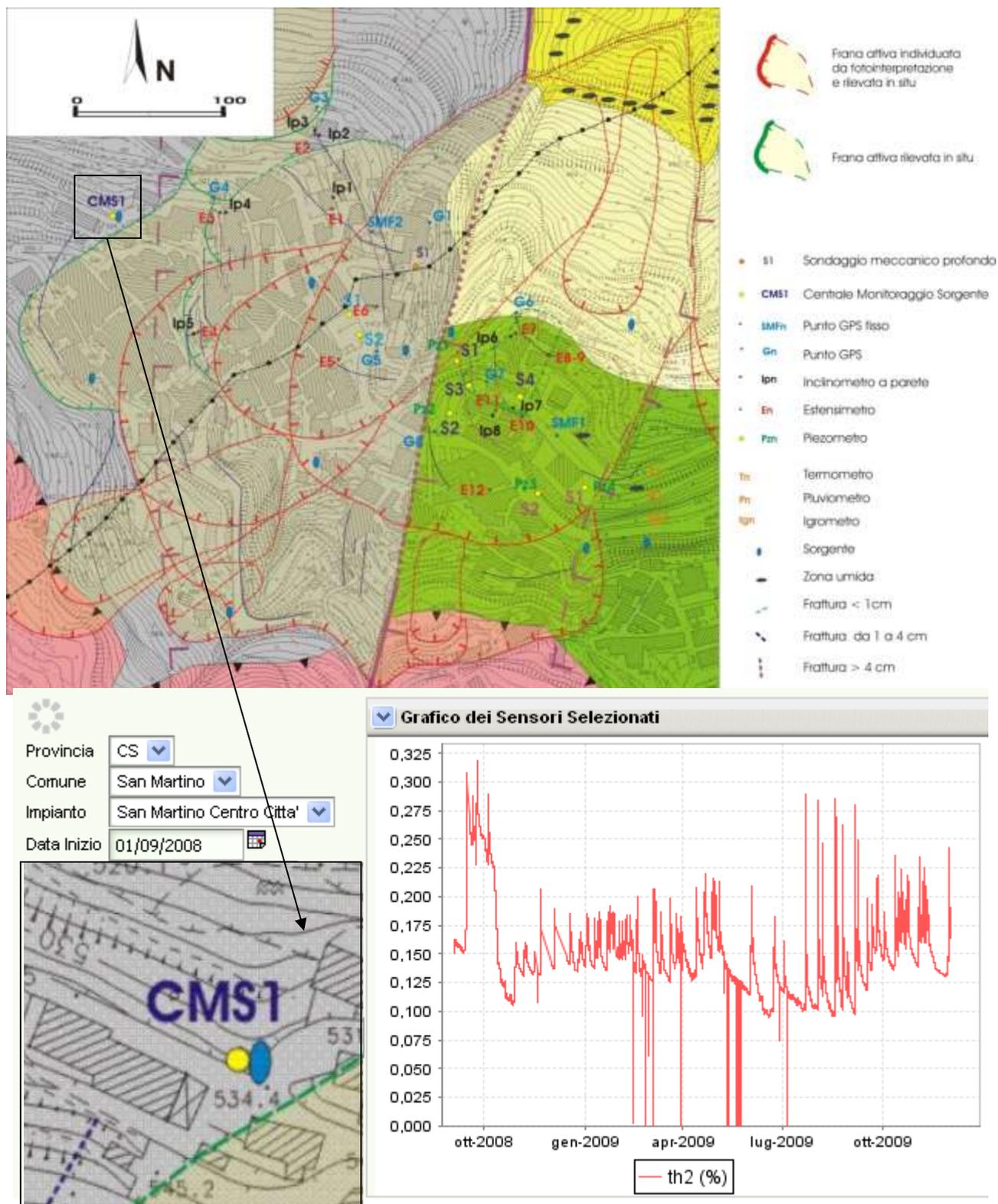
**Sensore misuratore di portata nodo sorgente “CMS1” (messa in funzione 1.9.2008).** Il sensore misuratore di portata, collocato in corrispondenza del cosiddetto “nodo sorgente”, nell’ambito dell’intervallo d’osservazione, ha evidenziato oscillazioni tipicamente legate agli eventi stagionali. La portata della sorgente è oscillata tra 0 l/min (estate-autunno 2009) e 9 l/min (marzo 2009). I picchi verso il basso non sono indicativi, essendo legati a fattori strumentali.



**Sensore misuratore umidità del suolo th1 nodo sorgente “CMS1” (messa in funzione 1.9.2008).** Il sensore misuratore umidità del suolo th1, collocato in corrispondenza del cosiddetto “nodo sorgente”, nell’ambito dell’intervallo d’osservazione, ha evidenziato oscillazioni tipicamente legate agli eventi stagionali. I picchi verso il basso non sono indicativi, essendo legati a fattori strumentali.



**Sensore misuratore umidità del suolo th2 nodo sorgente “CMS1” (messa in funzione 1.9.2008).** Il sensore misuratore umidità del suolo th2, collocato in corrispondenza del cosiddetto “nodo sorgente”, nell’ambito dell’intervallo d’osservazione, ha evidenziato oscillazioni tipicamente legate agli eventi stagionali. I picchi verso il basso non sono indicativi, essendo legati a fattori strumentali.





### 3. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLE CONDIZIONI DI DISSESTO GRAVITATIVO DELL'ABITATO DI SAN MARTINO DI FINITA

L'abitato di San Martino di Finita ricade quasi interamente nell'ambito di un vasto e profondo fenomeno franoso che ha origine nella fascia di fratturazione associata alla *master fault* "S. Fili – Cerzeto – S. Marco Argentano".

Tale fascia rappresenta un elemento predisponente al dissesto di peculiare importanza per due motivi essenziali:

- i terreni che la costituiscono sono caratterizzati da sensibili decadimenti delle caratteristiche litologico-tecniche;
- rappresenta una zona di drenaggio preferenziale per le acque sotterranee che "richiama" l'imponente acquifero presente nella Catena Costiera determinando sensibili incrementi delle pressioni neutre, soprattutto in concomitanza di eventi meteorologici particolarmente intensi.

Nell'ambito del Progetto AMAMiR, dettagliati rilievi di campagna eseguiti in scala 1:2000, unitamente ad analisi aerofotogrammetriche multi-temporali, hanno consentito di definire in superficie i principali corpi di frana che caratterizzano l'area di San Martino di Finita.

Contestualmente è stato eseguito - alla stessa scala - un rilevamento geologico-strutturale, al fine di definire il grado d'influenza delle strutture tettoniche associate alla importante faglia regionale "San Fili-Cerzeto-San Marco Argentano" sull'estensione e sui cinatismi del dissesto.

Attraverso rilievi "in situ" è stato possibile altresì acquisire informazioni più dettagliate sulla distribuzione spaziale e l'entità dei danni prodotti dai dissesti gravitativi sugli edifici, sulle opere di sostegno e sulle infrastrutture viarie presenti a San Martino di Finita.

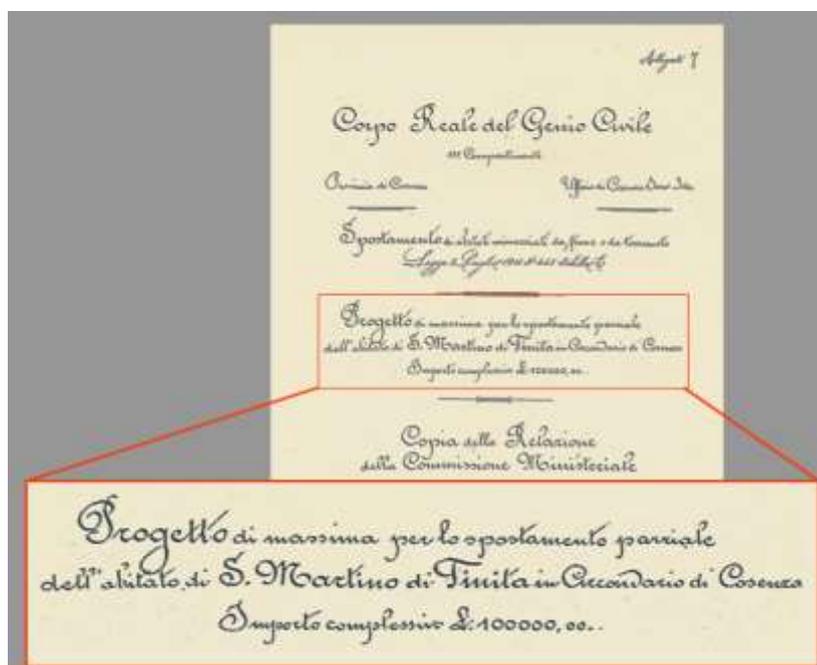
Il quadro fessurativo odierno emerso dai rilievi è abbastanza critico: solo pochi edifici sono risultati esenti dagli effetti del dissesto.

Particolarmente compromessi sono apparsi il nucleo abitativo che si sviluppa intorno all'edificio municipale, la zona circostante l'edificio delle ex-scuole medie e l'area intorno al bivio per Santa Maria Le Grotte. Questi settori sono contraddistinti da fessure con apertura maggiore di 4 centimetri che interessano diffusamente la sede stradale, le opere di contenimento e gli edifici.

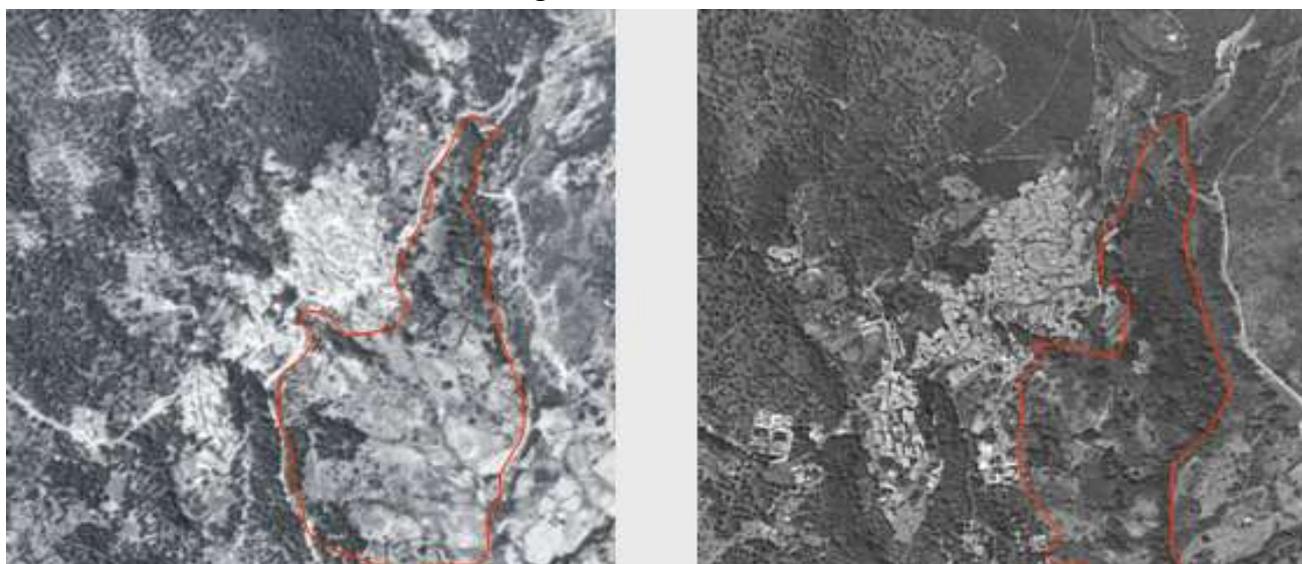
Nel complesso, le fratture che evidenziano una discreta continuità spaziale identificano le zone più attive del fenomeno franoso e presentano generalmente uno sviluppo areale proporzionale all'entità dell'apertura.

Delle condizioni di dissesto gravitativo a San Martino di Finita si avevano testimonianze storiche sin dagli inizi del '900 quando, a seguito dei fenomeni sismici ed alluvionali che avevano caratterizzato quel periodo, innescando frane su tutto il territorio calabrese, era stata ipotizzata la delocalizzazione dell'intero abitato di San Martino di Finita (**figura 15**), come risulta dagli atti dell'allora "Corpo Reale del Genio Civile" nella pubblicazione di Re (2006)

**Fig.15**– Progetti di spostamento parziale dell'abitato di San Martino di Finita risalenti al 1909 e 1915 reperiti presso l'ufficio dell'ex-Genio Civile (da Re, 2006).



L'analisi aerofotogrammetrica multitemporale ha evidenziato come i dissesti che coinvolgono l'abitato di San Martino di Finita abbiano evidenziato, negli ultimi decenni, inequivocabili segni di accelerazione. L'incremento è ragionevolmente imputabile soprattutto allo stato di abbandono in cui versano le opere di regimazione idraulica e, più in generale, alla mancanza di interventi di manutenzione sul territorio. Questa situazione è evidente dal confronto tra le foto aeree del 1954 e quelle del 2003 (**figura 16**): mentre negli anni '50 i terreni sottostanti l'abitato risultavano coltivati, assicurando la manutenzione del territorio e, conseguentemente, la regimazione delle acque superficiali, come è evidente dall'immagine del 2003, allo stato attuale, si osserva invece il totale stato di abbandono in cui versano gli stessi terreni.



**Fig.16**– Confronto tra le foto aeree del 1954 (a sinistra) e del 2003 (a destra). Nell'area circoscritta in rosso nell'immagine di sinistra si possono notare i campi coltivati ai piedi del paese, assenti nell'immagine di destra .

Le foto di figura 17, scattate nel maggio 2007, testimoniano le condizioni di estrema precarietà delle opere di drenaggio delle acque superficiali



**Fig.17**– Precario stato manutentivo delle opere di drenaggio delle acque superficiali, che attraversano la porzione di piede della frana di San Martino di Finita

Durante lo svolgimento degli studi, lo scrivente ha strettamente coadiuvato l'amministrazione comunale, suggerendo interventi in emergenza volti alla mitigazione del rischio idrogeologico in occasione dei vari eventi piovosi - particolarmente intensi - che hanno caratterizzato gli ultimi cicli stagionali. Le suddette informazioni sono state trasmesse, oltre che al Sindaco, anche ai Progettisti, ai quali sono state altresì fornite indicazioni derivanti dal quadro idrogeologico di sottosuolo desunto sulla scorta dei risultati delle indagini geognostiche



Dal confronto dei dati geologico-geomorfologici di superficie e dei dati di sottosuolo (sezione elettro-tomografica fornita dal CNR-IMAA di Potenza e stratigrafia desunta dal sondaggio profondo S1 effettuato dalla IDROGEO s.r.l.), nonché dalle informazioni fornite dal sistema di monitoraggio AMAMiR è stato possibile definire i caratteri superficiali e profondi della frana di San Martino di Finita, nonché le dinamiche evolutive anche in riferimento agli eventi pluviometrici.

Dalle informazioni di superficie (**figura 18**) si desume che gran parte dell'abitato di San Martino di Finita (i rioni "Rahjio", "Maglicat" e "Piazza") ricade su una frana di dimensioni considerevoli (lunghezza = 500 m circa, larghezza = 380 m circa).

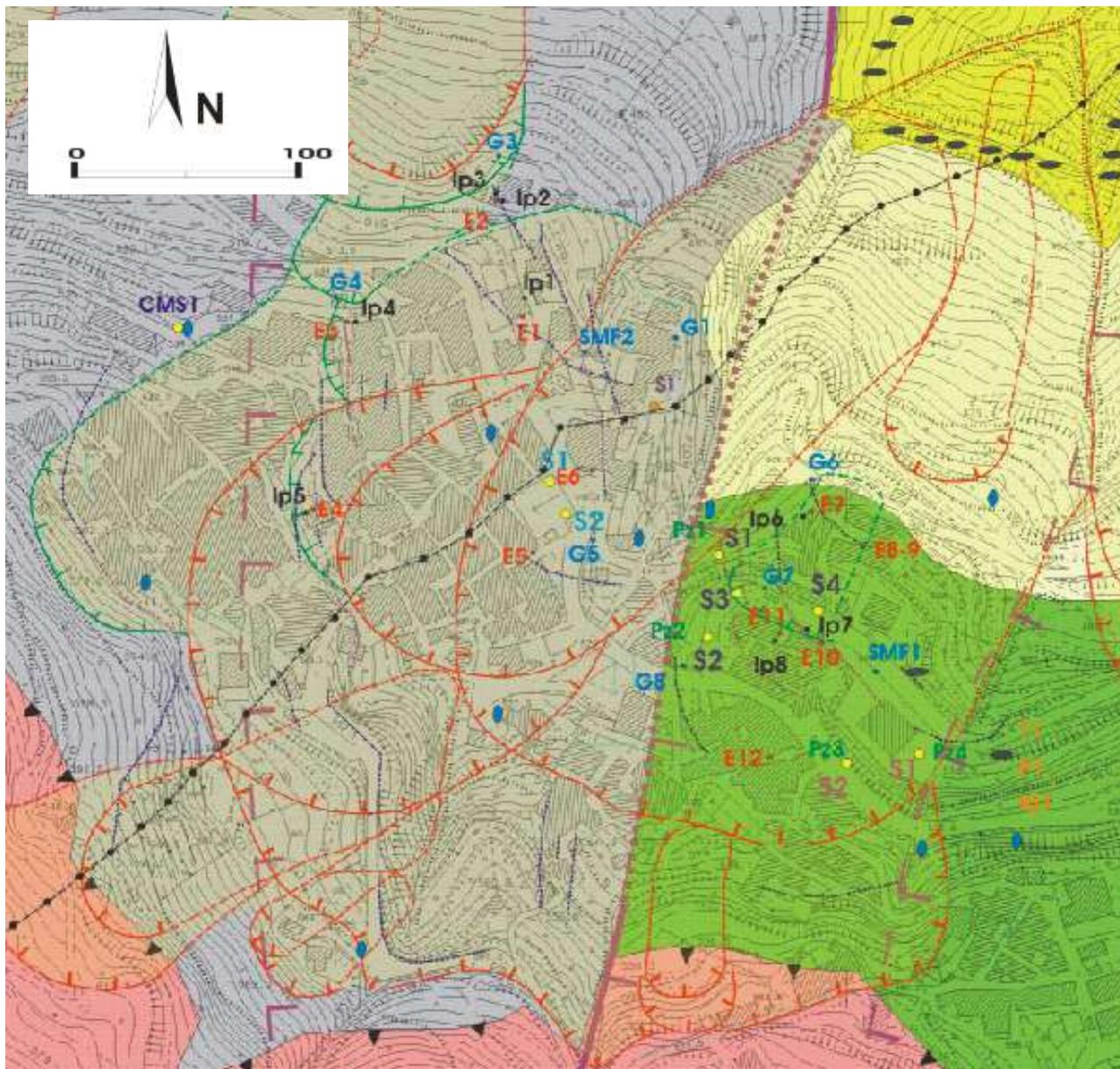
Il dissesto è classificabile come "scorrimento rotazionale" ed evolve verso valle in fenomeni di tipo "colata" (classificazione di CRUDEN & VARNES, 1996). La scarpata principale si origina in corrispondenza della fascia cataclastica associata alla faglia "S. Fili – Cerzeto – S. Marco", a quote intorno ai 560-580 m s.l.m. Verso valle il fenomeno si differenzia in movimenti composti ed articolati rappresentati da corpi di frana delimitati da scarpate secondarie che tendono a sovrapporsi.

Tra tali corpi, quello di maggiori dimensioni (lunghezza = 350 m, larghezza = 200 m), coinvolge interamente il rione Borgo e lambisce ad est i rioni Piazza e Maglicat. Sul suddetto fenomeno si sovrappone un dissesto di minore estensione dalla forma tipicamente allungata (lunghezza = 360 m, larghezza = 140 m) che coinvolge quasi interamente i rioni Rahjio, Piazza e Maglicat. Infine si riconosce un terzo fenomeno franoso di minore importanza che lambisce ad ovest i tre suddetti rioni (lunghezza = 240 m, larghezza = 80 m).

Altri fenomeni di minore importanza dislocano il corpo di frana principale.

Le masse instabili descritte, nel complesso evidenziano chiari indizi di attività. Le condizioni di stabilità risultano particolarmente critiche in corrispondenza del piede del fenomeno franoso principale, a ridosso del torrente Finita, dove copiosi quantitativi di acqua scaturiscono nel settore di contatto tra il detrito di versante coinvolto nei fenomeni gravitativi e le sottostanti argille: tali condizioni rappresentano un elemento fortemente destabilizzante nella porzione più vulnerabile del dissesto, il piede. I limiti superficiali dei dissesti descritti sono rimarcati altresì dalle fratture al suolo.

Oltre al suddetto fenomeno, il versante settentrionale che borda l'abitato di San Martino di Finita, è interessato da una frana minore, anch'essa attiva, che lambisce il rione Maglicat: essa presenta un contorno tipicamente sub-quadrato (140 x 140 m) ed è caratterizzata da movimenti superficiali - di tipo "scorrimento" - di materiale detritico e metamorfico degradato al di sopra substrato più integro. Il settore di distacco è reso evidente da deformazioni e fratture sugli edifici e sui muri di contenimento che costeggiano la strada provinciale.



**Fig.18** – Caratteri geologico-strutturali e geomorfologici dell'area circostante l'abitato di San Martino di Finita e ubicazione dei sensori della rete AMAMiR e della sezione elettro-tomografica

I caratteri geometrici di sottosuolo della frana di San Martino sono evidenziati dalla sezione elettrotomografica (figura xxx): il settore di scorrimento del fenomeno presenta forma sub-circolare e, considerate le caratteristiche reologiche dei materiali (definite alla luce delle prove geotecniche di laboratorio), è ragionevolmente associabile ad una fascia di deformazione duttile. Tale fascia corrisponde, nel suo tratto iniziale, ad un settore a bassa resistività (aree prevalentemente in verde) ascrivibile ai livelli di alterazione delle metabasiti individuate con il sondaggio a carotaggio e, nel suo tratto terminale all'interfaccia di separazione tra il detrito di versante rimobilizzato dal dissesto ed il sottostante substrato argilloso. E' assai ragionevole ipotizzare che il suddetto substrato confini -sia verticalmente che lateralmente - una falda contenuta nel sovrastante orizzonte detritico trasmissivo, che in occasione di eventi pluviometrici particolarmente intensi, può raggiungere consistenze significative e generare incrementi di pressioni neutre in grado di favorire movimenti profondi. Il corpo di frana è attraversato e dissecato da fenomeni gravitativi più superficiali i cui piani di scorrimento sono vincolati in profondità dalla geometria di blocchi lapidei più integri - ascrivibili a nuclei di metabasiti - rappresentati da due evidenti corpi resistivi inglobati nel corpo di frana principale. E' opportuno altresì segnalare, nel settore mediano del corpo di frana, la presenza di tre anomalie conduttive di resistività che possono essere ascritte a possibili accumuli idrici favoriti da particolari condizioni di fratturazione ed alterazione dei litotipi responsabile delle condizioni di estrema eterogeneità, oltre che litotecnica, anche idrogeologica del sottosuolo. Infine la tomografia ha evidenziato, in corrispondenza dell'estremità NE della sezione investigata, la presenza di un dissesto superficiale (profondità 10-15 m) di forma tipicamente allungata (sezione) che disloca il settore di piede della frana profonda. Il sondaggio meccanico S1 ha intercettato l'interfaccia di separazione tra il detrito di versante ed il substrato argilloso a profondità di 49 metri dal p.c.

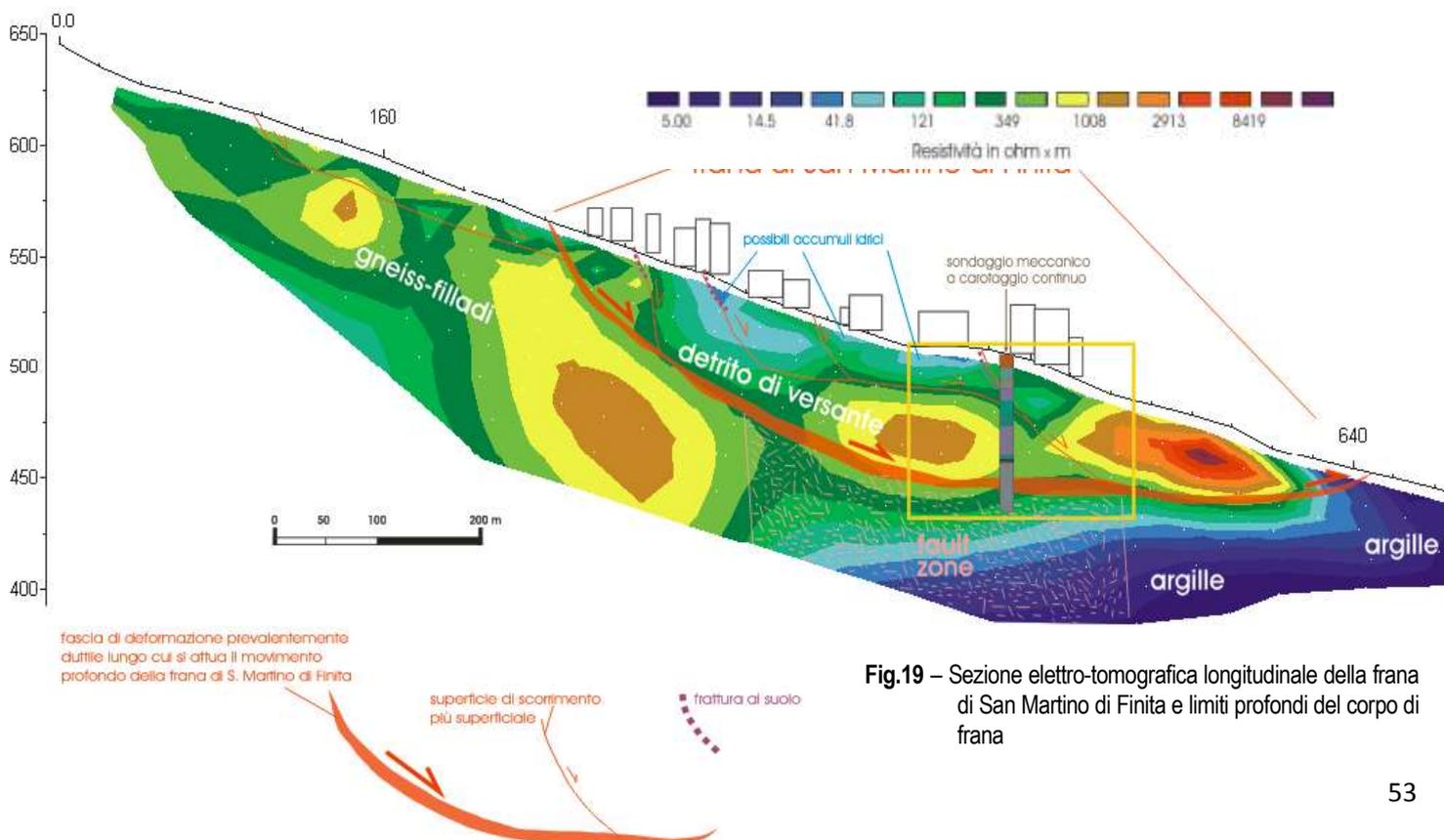


Fig.19 – Sezione elettrotomografica longitudinale della frana di San Martino di Finita e limiti profondi del corpo di frana

Le misure inclinometriche manuali, eseguite tra il 12/06/2009 e il 10/11/2009 hanno evidenziato chiaramente un piano di scorrimento profondo (51 m dal p.c.) che corrisponde all'incirca alla superficie di contatto delle metamorfite con le sottostanti argille plioceniche. Durante il suddetto intervallo si è registrato un lento e costante movimento, lungo la suddetta superficie, che ha raggiunto uno spostamento complessivo di circa 15 mm. Altri due piani di scorrimento secondari sono stati riscontrati rispettivamente intorno ai 20 e ai 7 metri dal pc ed hanno evidenziato, nel complesso, spostamenti di entità inferiore rispetto al movimento profondo. Il movimento più profondo (20 m) corrisponde al piano di scorrimento superficiale che disloca il piede della frana di San Martino di Finita. E' stato possibile ravvisare l'entità complessiva dello spostamento orizzontale che, a livello della superficie di campagna, ha raggiunto l'entità di 25 mm. Le misure inclinometriche, hanno permesso di valutare (relativamente al suddetto periodo) la velocità di traslazione orizzontale a livello del piano di campagna, valutata in circa 1.1 mm/settimana, nonché la direzione del vettore-spostamento del dissesto, orientato NE-SW (figura 20).

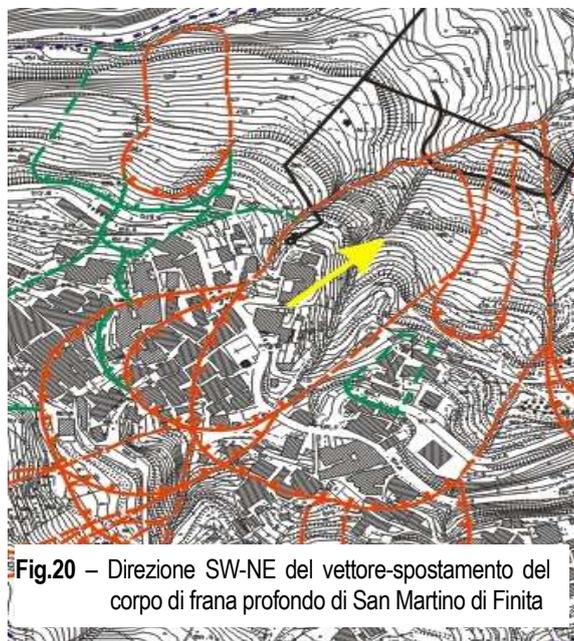


Fig.20 – Direzione SW-NE del vettore-spostamento del corpo di frana profondo di San Martino di Finita

Parametro\campione	C1	C2	C3	C4	C5
Profondità prelievo (m dal p.c.)	54.80 - 55.00	60.00 - 60.30	62.00 - 62.30	65.70 - 66.00	68.30 - 68.65
W (%)	14.28	16.62	14.75	13.80	19.05
$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	20.954	21.278	21.566	21.227	20.655
$\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	26.799	26.835	26.649	26.722	26.747
Granulometria	Argilla con limo	Argilla con limo	Limo con argilla	Argilla con limo	Argilla con limo
W <sub>L</sub> (%)	73.36	48.04	40.12	44.94	55.20
W <sub>p</sub> (%)	46.03	29.71	26.46	27.45	28.95
I <sub>p</sub> (%)	37.33	18.33	13.66	17.49	26.25
$\phi$ (°)-valori di picco-	24.28	23.90	24.97	23.17	22.44
c' (kPa)-valori di picco-	18.865	12.141	16.453	13.851	13.290
$\phi$ (°)-valori residui-	15.15	14.85	--	14.38	13.41
c' (kPa)-valori residui-	0.448	0.069	--	1.896	0.148

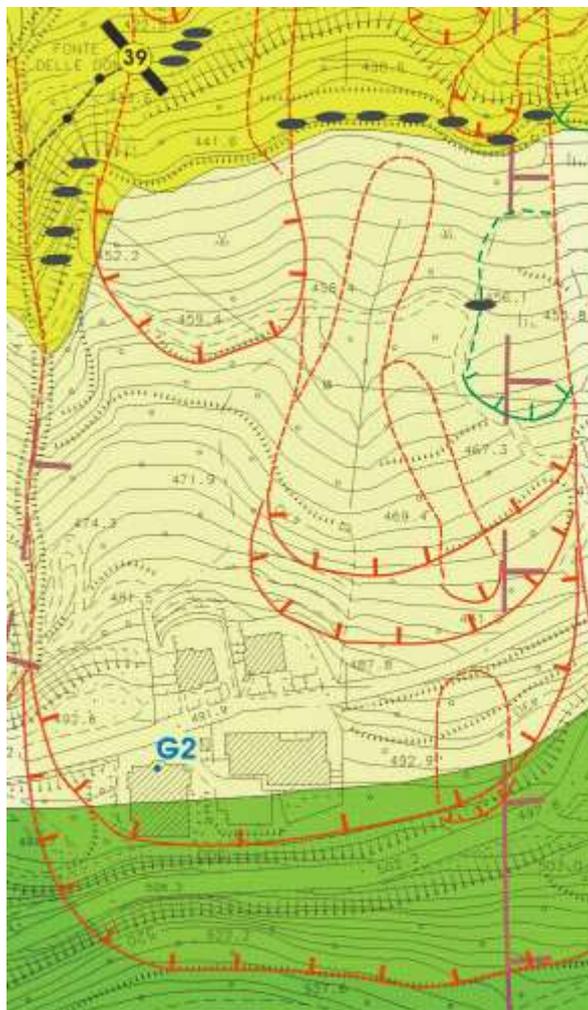
Durante la realizzazione del sondaggio S1 sono stati prelevati, all'interno del substrato argilloso, cinque campioni indisturbati che sono stati sottoposti a prove geotecniche di laboratorio, consistenti in prove di identificazione standard e prove di taglio diretto i cui risultati sono sintetizzati nella tabella a fianco. La tabella evidenzia nel complesso bassi valori di  $\phi$

residuo, compatibili con la mobilitazione profonda del corpo di frana nonché con la presenza di una fascia di deformazione a comportamento pseudo-duttile ipotizzata nella sezione elettrotomografica (figura 19).

La porzione più orientale dell'abitato di San Martino di Finita è interessato da un altro importante fenomeno gravitativo (lunghezza = 350 m, larghezza 160 m) - dalla forma tipicamente subrettangolare - che coinvolge edifici di recente costruzione realizzati nell'area compresa tra il rione Baracche e la loc. Fonte delle Donne (**figura 21**).

La scarpata principale del dissesto si sviluppa a quote intorno a 525 m s.l.m.; poco più a valle, immediatamente al di sotto della strada provinciale, è riconoscibile la scarpata secondaria. Infine ancora più a valle, al corpo di frana principale si sovrappongono due fenomeni secondari più superficiali dalla forma tipicamente allungata (240 x 70 m, 160 x 50 m): questi si sviluppano dalla porzione mediana fino all'area di piede del fenomeno principale e risultano particolarmente attivi.

**Fig.21** - Frana interessa - nel settore di distacco - edifici di recente costruzione realizzati nell'area compresa tra il rione Baracche e la loc. Fonte delle Donne del comune di San Martino di Finita

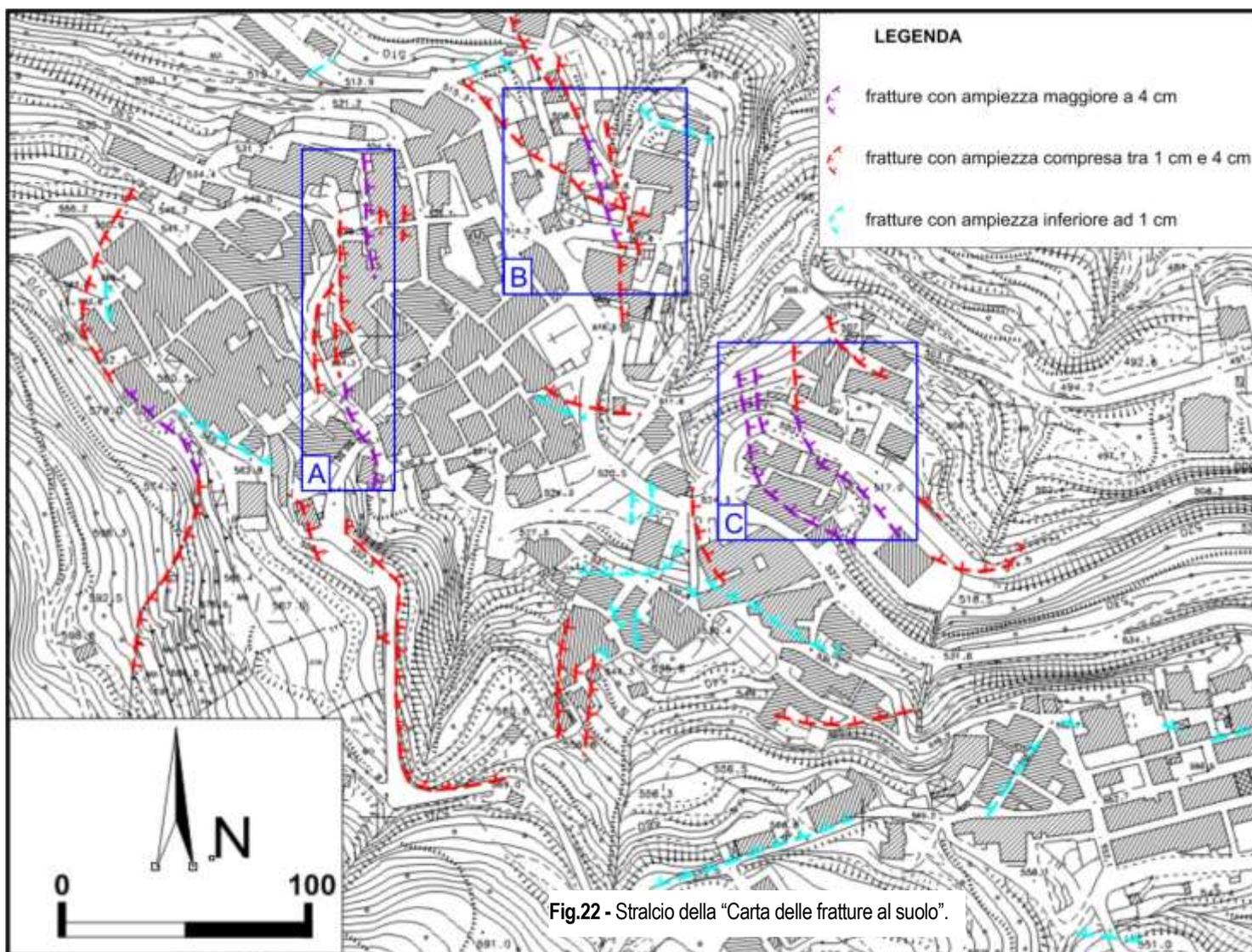


L'insieme dei dati provenienti dalla rete di monitoraggio AMAMiR ha evidenziato due aree che hanno mostrato particolari segni di attività:

- il nucleo abitativo che si sviluppa intorno all'edificio municipale. Gli spostamenti più significativi sono stati registrati dalla coppia di sensori collocati in corrispondenza della parete di un edificio ad orientamento ENE-WSW: il sensore E3, che ha evidenziato spostamenti fino a 3,5 mm tra il 15.2.2009 e il 6.11.2009 e il sensore Ip4 che, relativamente allo stesso intervallo di riferimento, ha evidenziato rotazioni fino a 500 milligradi.
- la zona circostante l'edificio delle ex-scuole medie. Gli spostamenti più significativi sono stati registrati dal sensore E8-9 collocato sulla parete orientata NE-SW di un edificio che ha evidenziato spostamenti fino a 3,5 mm tra il 1.2.2009 e il 6.11.2009 e dall'inclinometro biassiale TLT X-Y, collocato all'interno dell'ex edificio scolastico che,

lungo l'asse X (orientazione NW-SE), relativamente all'intervallo 20.6.2008-6.11.2009 ha evidenziato rotazioni fino a 600 milligradi.

Il quadro deformativo evidenziato dalla rete di monitoraggio AMAMiR corrisponde in modo significativo con il quadro fessurativo superficiale: i due settori sopra descritti sono contraddistinti da fessure con aperture significative (maggiori di 4 centimetri) che interessano diffusamente, la sede stradale, le opere di contenimento e gli edifici, presentando al contempo una discreta continuità spaziale (**figura 22**).



Nel complesso, l'analisi comparata dei dati forniti dai sensori-spostamento e sensori-rotazione, dell'andamento della falda idrica sotterranea, della portata della sorgente (nodo CMS1), nell'ambito dell'intervallo d'osservazione, in riferimento al periodo piovoso dell'inverno 2008-09, consente di desumere come il dissesto di San Martino di Finita risulti dipendente in modo non particolarmente significativo dai cicli stagionali. Ciò è ascrivibile alle dimensioni considerevoli del



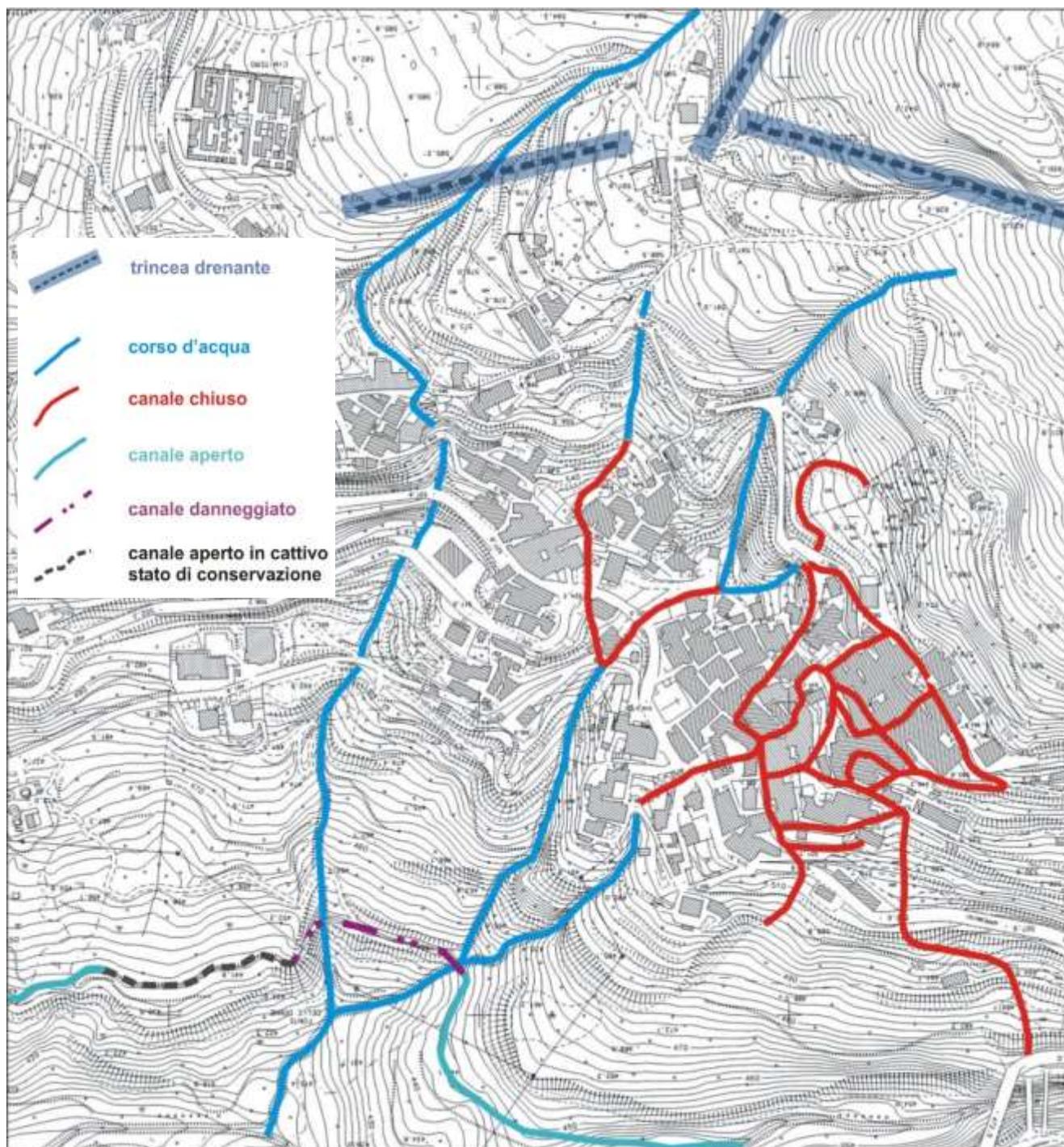
dissesto, ed in particolare alla profondità dell'orizzonte argilloso tamponante (che corrisponde anche con la profondità del piano di scivolamento profondo del dissesto) che si rifletterebbe sui tempi di saturazione del corpo franoso.

Le dimensioni del dissesto nonché i caratteri geotecnici ed idrogeologici del relativo sottosuolo, fanno ragionevolmente ritenere improponibile interventi strutturali di consolidamento del versante su cui sorge gran parte del centro storico di San Martino di Finita. Al fine della mitigazione del rischio idrogeologico dell'abitato di San Martino di Finita, le uniche azioni possibili devono essere mirate alla riduzione delle pressioni neutre:

- nell'ambito dei finanziamenti erogati dal Ministero dell'Ambiente al Comune di San Martino di Finita, è stato consigliato l'amministrazione comunale di ripristinare le opere di canalizzazione pre-esistenti - in pessimo stato di manutenzione - ricadenti nel centro abitato e all'interno del corpo di frana, e di realizzare nuove ed adeguate opere di regimazione idraulica che intercettino ed allontanino le acque di ruscellamento a monte del corpo di frana. Oltre al ripristino e/o al rifacimento della rete di smaltimento delle acque che attraversa l'abitato, è stato consigliato di ricostruire ed ampliare la trincea drenante presente a monte della frana (e dell'abitato) realizzato negli anni 50 e quasi completamente inefficiente<sup>2</sup> (**figura 23**).
- Al fine di un intervento di mitigazione ancor più incisivo, sarebbe opportuno realizzare in futuro - attraverso ulteriori finanziamenti - una serie di opere di drenaggio in falda nel versante (ad esempio batterie di dreni sub-orizzontali e/o gallerie drenanti) modulando opportunamente gli emungimenti al fine di evitare possibili cedimenti e verificando in tempo reale gli effetti di tali emungimenti sulle deformazioni superficiali, sulle oscillazioni della falda idrica e sulla portata della sorgente, mediante i sensori della rete AMAMiR.

---

<sup>2</sup> E' opportuno evidenziare come questa tipologia di intervento potrà sottrarre al corpo di frana soltanto l'aliquota d'acqua che il versante riceve per ruscellamento, ma non quella aliquota che il versante riceve dall'acquifero della Catena Costiera attraverso i complessi percorsi sotterranei di cui si è trattato ampiamente nelle precedenti relazioni prodotte dallo scrivente nell'ambito del progetto AMAMiR.



**Fig.23**– Centro abitato di San Martino di finita: la rete di drenaggio delle acque di ruscellamento superficiale (elaborato cartografico fornito dall'amministrazione comunale)

#### 4. APPLICAZIONE DEL SISTEMA AMAMiR, IN CONDIZIONI D'EMERGENZA, A SUPPORTO DEI PAESI MAGGIORMENTE COLPITI DALL'EMERGENZA ALLUVIONALE DELL'INVERNO 2008-2009

Durante la drammatica emergenza alluvionale dell'inverno 2008-2009 lo scrivente, nell'ambito del suddetto progetto, ha concretamente coadiuvato l'Amministrazione Provinciale di Cosenza nella delicata gestione dell'emergenza, a supporto dei paesi maggiormente colpiti dai dissesti: su richiesta dei sindaci, la rete di monitoraggio AMAMiR è stata estesa anche ad altri paesi interessati da frane che minacciavano seriamente alcuni nuclei abitativi ed infrastrutture: tra questi Cetraro, Roggiano Gravina, Rossano e Montalto Uffugo. Il sistema AMAMiR - trovatosi a fronteggiare un'emergenza determinata da uno dei maggiori eventi alluvionali che hanno colpito la regione negli ultimi trent'anni - ha evidenziato la sua concreta utilità ed affidabilità.

- a Cetraro ha consentito di prevedere l'imminente collasso di un muro di sostegno di considerevoli dimensioni (**figura 24**) del quale è stato informato il sindaco dott. Giuseppe Aieta che ha prontamente proceduto alla chiusura della sottostante strada comunale, evitando possibili effetti catastrofici dal momento che il muro è collassato due giorni dopo la segnalazione (**figura 25**).



Sig. Sindaco del Comune di Cetraro  
**Dott. Giuseppe Aieta**

**FAX**

Rende, 27 gennaio 2009

**Oggetto: evoluzione del movimento franoso nell' area interessata del dissesto verificatosi il 25 marzo 2007 in località Palazzolo-Sceusa.**

Da una analisi dei sensori installati presso il muro di contenimento del Capannone F.lli Tintori e presso la palestra comunale al fine del monitoraggio in tempo reale del fenomeno franoso, emerge che anche la porzione di muro non ancora coinvolta nel collasso di domenica 25 gennaio u.s. è interessata attualmente da vistosi spostamenti (v. grafico sotto riportato) che potrebbero preludere ad un repentino collasso della suddetta porzione con franamenti che potrebbero propagarsi anche nella zona di monte. Tutto ciò in accordo con il sopralluogo effettuato domenica 25 u.s. alla luce del quale era stato possibile constatare un quadro fezzaturativo al suolo in evoluzione nella zona a monte del muro.

Sulla scorta di quanto sopra detto si suggerisce di ripristinare l' assoluto divieto d' accesso a tutta l' area interessata dal dissesto in oggetto ed interessata dalle precedenti ordinanze di sequestro (strada e palestra compresa). Si consiglia altresì di aumentare il livello di sorveglianza nella suddetta area.

In riferimento al grafico suddetto si precisa che il giorno 25 gennaio u.s., considerato che l' estensimetro aveva raggiunto il "fondo corsa", è stato riposizionato (vedi tratto verticale nel grafico): dal 25 ad oggi si nota come il grafico indichi una evidente apertura dei due muri (tratto in salita della curva spostamento-tempo) con le accelerazioni di spostamenti nell' ultimo giorno che consigliano l' allertamento sopra richiamato.

Dott. geol. Carlo Tansì  
 (Responsabile Scientifico del Progetto CNE-AMAMiR)

*Carlo Tansì*

Fig.25 – Fax trasmesso al sindaco di Cetraro preannuncia l'imminente collasso del muro di sostegno

- A Rossano Calabro il sistema AMAMiR ha consentito la riapertura di un importante plesso scolastico (ITIS, 1500 studenti), sgomberato a causa del cedimento di un'opera in terra armata le cui precarie condizioni di stabilità minacciavano seriamente due edifici scolastici (**figura 26**).



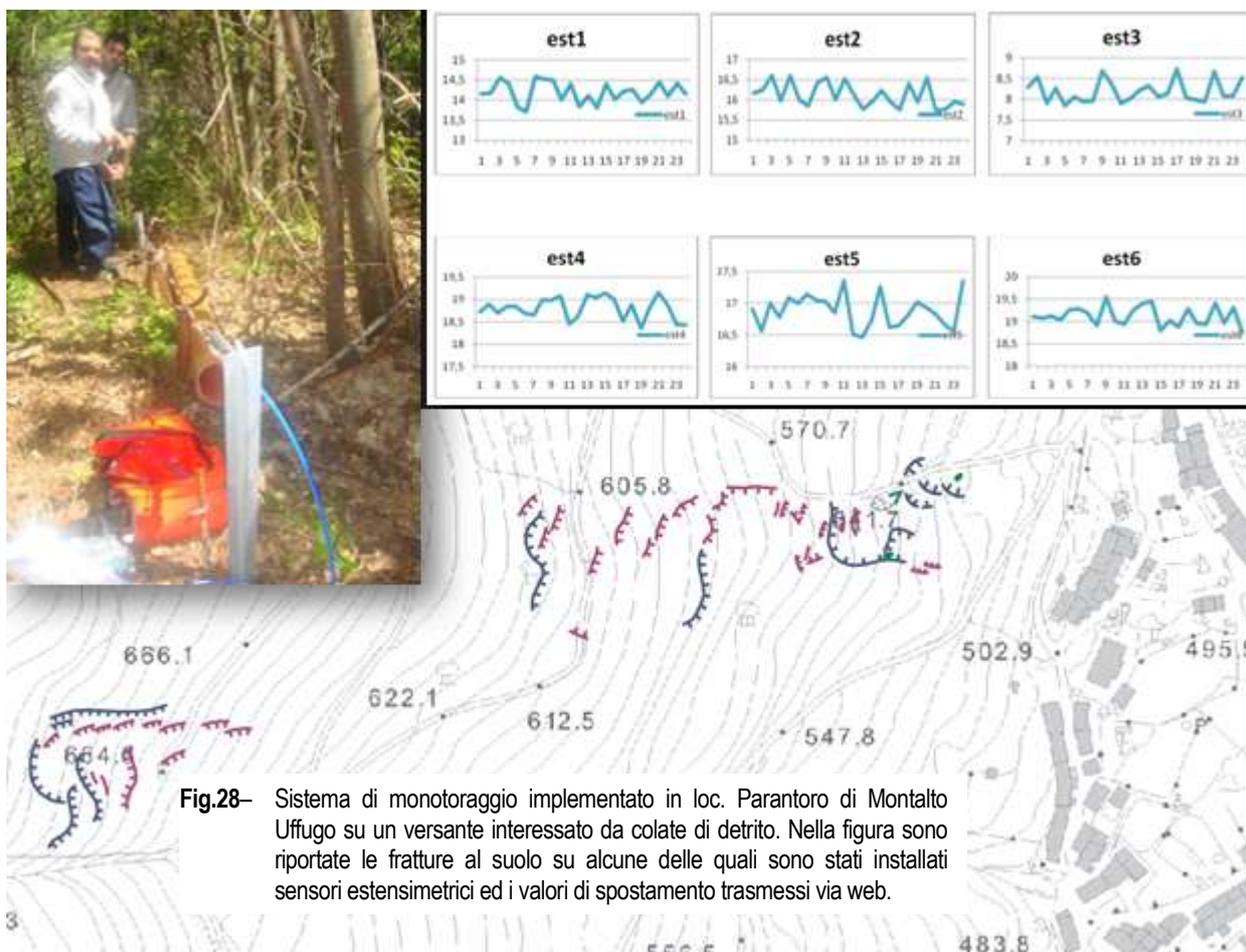
Fig.26- Applicazione di sensori nei pressi dell'ITIS di Rossano

- A Roggiano Gravina il sistema AMAMiR ha permesso il rientro in abitazioni sgomberate a causa di una frana, avendo consentito di accertare l'esaurirsi del dissesto (**figura 27**).



Fig.27- Applicazione di un sensore GPS sulla frana di loc. Farneto di Roggiano Gravina che minaccia alcune abitazioni

- A Parantoro di Montalto Uffugo è stato allestito una rete di monitoraggio locale - costituita da n°6 estensimetri a filo disposti lungo le principali fratture al suolo riscontrate - che consente di monitorare fenomeni franosi particolarmente a rischio (colate di detrito) che incombono su un nucleo abitativo popolato da oltre 400 persone (**figura 28**).



**Fig.28-** Sistema di monitoraggio implementato in loc. Parantoro di Montalto Uffugo su un versante interessato da colate di detrito. Nella figura sono riportate le fratture al suolo su alcune delle quali sono stati installati sensori estensimetrici ed i valori di spostamento trasmessi via web.

Durante l'emergenza alluvionale dell'inverno 2008-2009, sempre nell'ambito del progetto AMAMiR, è stato anche definito il quadro delle fratture al suolo e dei danni prodotti dai fenomeni di instabilità dei versanti in 13 paesi - ricadenti sulla faglia *San Fili – San Marco Argentano* - che, per le peculiarità geologiche e geomorfologiche, rappresentano i territori maggiormente colpiti dall'evento calamitoso: **Cervicati, Cerzeto, Lattarico, Mongrassano, Montalto Uffugo, Rende, Roggiano Gravina, Rota Greca, San Benedetto Ullano, San Fili, San Marco Argentano, San Vincenzo la Costa, Torano**. Per ogni paese, dopo aver definito i caratteri geologico-geomorfologici, è stato effettuato un dettagliato rilevamento delle fratture al suolo<sup>3</sup> e delle emergenze sorgentizie

- <sup>3</sup> in blu sono state rappresentate le fratture con rigetto massimo maggiore di 50 cm;
- in viola le fratture con rigetto massimo compreso tra 10 e 50 cm;
- in azzurro le fratture con rigetto massimo compreso tra 5 e 10 cm;
- in rosa le fratture con rigetto massimo compreso tra 2 e 5 cm;
- in arancione le fratture con rigetto massimo minore di 2 cm.

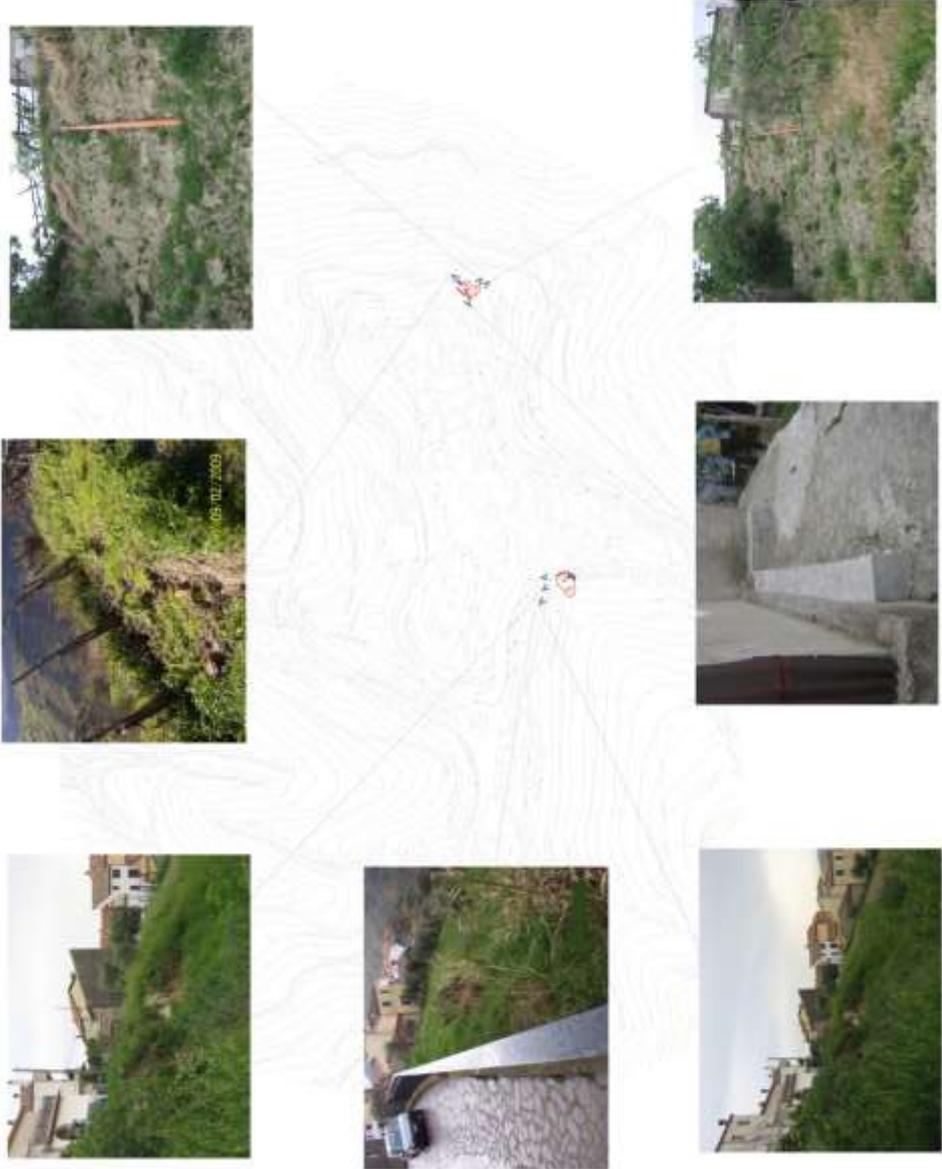
presenti nelle aree maggiormente colpite; si è giunti così all'elaborazione di una serie di "Carte delle fratture al suolo" in scala 1:2.000, sulle quali le fratture sono state classificate in base all'entità del rigetto. In **figura 29** è riportato uno degli elaborati cartografici prodotti.



**Fig.29**– Carta delle fratture al suolo e dei danni provocati dall'evento alluvionale dell'inverno 2008-2009 nel territorio comunale di Cervicati



Consiglio Nazionale delle Ricerche



**Comune di Cervicati: Centro Abitato**  
**Carta delle fratture al suolo rilevate in data 27 aprile 2009**  
 Autori: TANSI C., GABRIELE S., DISTILO D., D'ALESSANDRO R., RUSSO C.



PROVINCIA DI COSENZA

Il Progetto C.N.R.-A.M.A.Mi.R. è stato ufficialmente preso come riferimento dalla Provincia di Cosenza per la mitigazione del rischio idrogeologico che, alla luce di una convenzione con il CNR-IRPI, ha inteso estendere la rete di monitoraggio agli altri 13 suddetti paesi ricadenti lungo la faglia. La convenzione è stata presentata in occasione di un Convegno (svoltosi presso il Palazzo della Provincia il 19 maggio 2009) che ha visto un'ampia partecipazione ed ha avuto risalto sui media regionali (**figura 30**). Alla manifestazione sono intervenuti autorevoli relatori ed hanno partecipato numerosi tecnici ed amministratori provinciali e regionali, nonché sindaci di comuni interessati da problematiche connesse con il rischio da frana che sono intervenuti nel dibattito evidenziando grande interesse per il Progetto AMAMiR. Durante il convegno il Presidente della provincia ha espresso la volontà dell'amministrazione di estendere la rete di monitoraggio all'intero territorio provinciale.



Fig.30 – Locandina del Workshop “Verso un sistema provinciale di mitigazione del rischio idrogeologico. L’intesa AMAMiR/CNR-Provincia di Cosenza per la prevenzione delle frane mediante il monitoraggio avanzato” del 19 maggio 2009

Proprio per l'utilità evidenziata durante l'emergenza alluvionale dell'inverno 2008-2009, il sistema di monitoraggio avanzato AMAMiR ha suscitato l'attenzione delle televisioni nazionali, che ne hanno sottolineato le caratteristiche innovative attraverso servizi approfonditi andati in onda sulle reti Rai e Mediaset.



Rai Uno, *Unomattina* del 18 febbraio 2009: intervista rilasciata da Carlo Tansi a Michele Cucuzza presso gli studi di Saxa Rubra



Rai Due del 20 febbraio 2009: intervista rilasciata alla trasmissione *Montagne* sul dissesto idrogeologico (nella foto uno dei sensori della rete AMAMiR)



Rai Tre Nazionale: servizio andato in onda su *Leonardo - il Tg della Scienza* del 3 febbraio 2009 sul monitoraggio avanzato delle frane (Progetto AMAMiR)



Rai Tre Nazionale: servizio andato in onda su *Leonardo* del 4 febbraio 2009 sulla storia geologica della Calabria



Rai Tre Nazionale: servizio andato in onda sul TG *Persone* del 29 marzo 2009 sull'attività scientifica dello scrivente



Rai Tre Nazionale: varie interviste su servizi giornalistici sul rischio idrogeologico in Calabria andate in onda sul TG3 nazionale nel 2009



Canale 5: servizio andato in onda su *Matrix* del 22 aprile 2009 che ha descritto il sistema AMAMiR.

Durante la fase emergenziale lo scrivente ha rilasciato altre interviste su problematiche connesse al rischio idrogeologico: GR2 di Rai Radio 2 del 29 e 30 gennaio 2009, TG di Italia 1 del 9 febbraio 2009 e Presadiretta di Riccardo Iacona (Rai Tre Nazionale) del 13 settembre 2009.



## 5. ATTIVITA' IN CORSO DI SVOLGIMENTO NELL'AMBITO DEL PROGETTO CNR-AMAMIR

L'ultimo stadio del progetto, attualmente in fase di completamento, ha l'obiettivo di rendere il software AMAMiR *open* e universale, cioè capace di gestire ogni tipologia e marca di sensori e di sistemi di acquisizione e trasmissione dei dati. In tal modo il sistema potrà essere offerto gratuitamente alle istituzioni e amministrazioni locali che saranno messe in grado di gestire in completa autonomia sistemi di monitoraggio delle frane sui rispettivi territori di pertinenza.

Infine, è in corso l'addestramento - sempre nell'ambito del presente progetto - di un tecnico esperto di sistemi informatici, al quale affidare la rete AMAMiR estesa sul territorio di San Martino di Finita, alla naturale scadenza della convenzione stipulata con il CNR-IRPI.

Rende, 15 gennaio 2010

  
Il Responsabile Scientifico del Progetto C.N.R.-A.M.A.Mi.R.  
Prof. Geol. Carlo Tansi