

La Rete GPS dell'isola di Ischia:
deformazioni del suolo in un'area
vulcanica attiva (1998-2010)

Quaderni di Geofisica

95



Quaderni di Geofisica

Direttore

Enzo Boschi

Editorial Board

Raffaele Azzaro (CT)

Sara Barsotti (PI)

Mario Castellano (NA)

Viviana Castelli (BO)

Rosa Anna Corsaro (CT)

Luigi Cucci (RM1)

Mauro Di Vito (NA)

Marcello Liotta (PA)

Simona Masina (BO)

Mario Mattia (CT)

Nicola Pagliuca (RM1)

Umberto Sciacca (RM1)

Salvatore Stramondo (CNT)

Andrea Tertulliani - Editor in Chief (RM1)

Aldo Winkler (RM2)

Gaetano Zonno (MI)

Segreteria di Redazione

Francesca Di Stefano - coordinatore

Tel. +39 06 51860068

Fax +39 06 36915617

Rossella Celi

Tel. +39 06 51860055

Fax +39 06 36915617

redazionecen@ingv.it

La Rete GPS dell'isola di Ischia: deformazioni del suolo in un'area vulcanica attiva (1998-2010)

The GPS Network of Ischia Island: Ground Deformations in an Active Volcanic Area (1998-2010)

Prospero De Martino¹, Umberto Tammaro¹, Francesco Obrizzo¹, Vincenzo Sepe²,
Giuseppe Brandi¹, Andrea D'Alessandro¹, Mario Dolce¹ e Folco Pingue¹

¹INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano)

²INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Centro Nazionale Terremoti)

La Rete GPS dell'isola di Ischia: deformazioni del suolo in un'area vulcanica attiva (1998-2010)

Questo lavoro descrive le diverse esperienze maturate nel corso degli anni, all'interno dell'INGV - Osservatorio Vesuviano, nello studio delle deformazioni del suolo dell'isola d'Ischia tramite tecniche GPS. Dopo l'ultima campagna di misure GPS, effettuata nel giugno 2010, si è deciso di riorganizzare, omogeneizzare e validare in un unico archivio i dati delle varie campagne eseguite a partire dall'istituzione della rete nel 1997 e di procedere al loro riprocessamento. I risultati sono stati integrati con quelli delle tre stazioni GPS permanenti operanti sull'isola.

Per ciascuna campagna è stata valutata la qualità dei dati e la ripetibilità delle misure. Al fine di definire il campo di velocità degli spostamenti del suolo che hanno interessato l'isola d'Ischia, è stata effettuata una soluzione combinata multianno per il periodo 1998-2010, definito un sistema di riferimento locale e sono state analizzate le serie temporali per una stima realistica degli errori associati alle velocità. Di seguito, dopo una sintesi della storia vulcanica e della dinamica recente, viene descritto l'archivio dei dati, vengono presentate l'elaborazione e l'analisi dei dati ed infine sono esposte alcune considerazioni sui risultati raggiunti.

T*his work shows the experience acquired by the INGV-Osservatorio Vesuviano GPS Team to study the displacement field at Ischia island. After the last GPS survey, carried out in June 2010, we decided to reorganize and to reprocess the GPS data. The results were integrated with those of the three permanent GPS stations operating on the island. Data quality and repeatability have been evaluated. In order to define the GPS velocity field, we combined multi-year solutions in the period from 1998 to 2010. We defined a local reference system and analyzed the time series for a realistic error estimate. After a description of recent volcanic history and dynamics of Ischia, we describe the data-set, data processing strategy, and finally, some considerations on the achieved results are exposed.*

Introduzione

L'isola di Ischia si erge con il M. Epomeo (800 m s.l.m.) nella parte occidentale del Golfo di Napoli e la sua superficie emersa è di circa 46 km². Ha un'origine vulcanica e, come accade in alcune aree di vulcanismo attivo, vi è una forte connessione tra la storia degli insediamenti umani, protostorici e storici, e l'attività vulcanica. Le scoperte di tali legami sono il frutto di una efficace integrazione tra le ricerche archeologiche e vulcanologiche che da decenni hanno portato a risultati importanti sia per la ricostruzione degli insediamenti che per la comprensione dell'attività vulcanica, in special modo nell'area vulcanica napoletana (Vesuvio, Campi Flegrei ed Ischia) e in quella eoliana (p.e. Lipari). Tra le prime colonie greche in occidente, ritroviamo quella fondata sull'Isola d'Ischia ad opera degli

Eubei (Grecia) nell'VIII a.C., ubicata nella valle di San Montano e sul promontorio di M. Vico (Lacco Ameno), denominata Pithekoussai [Buchner e Rittmann, 1948; Ridgway, 1984; Buchner, 1986].

Il vulcanismo di Ischia, come quello dell'area vulcanica napoletana, è legato ai processi geodinamici che hanno generato la distensione del bordo occidentale dell'Appennino Meridionale, l'apertura del Tirreno e la formazione del Graben della Piana Campana [Finetti e Del Ben, 1986; Luongo et al., 1991; Patacca e Scandone, 2007; Vezzani et al., 2010]. L'isola è costituita da roccia vulcanica emessa da vari centri eruttivi, in gran parte distrutti o sepolti da materiale successivo. L'evento più significativo è quello detto del Tufo Verde, avvenuto circa 55 ka fa, che provocò una caldera, a cui seguì una fase di risorgenza fino alla formazione della struttura del

Monte Epomeo, che è bordata da importanti sistemi di faglie.

L'attività vulcanica ad Ischia non è da considerarsi conclusa, come è testimoniato dall'attività eruttiva (ultima eruzione, Colata dell'Arso 1301-1302), dalla attività sismica, dalle fumarole e dalle diffuse sorgenti termali. Pertanto, le condizioni strutturali e dinamiche dell'isola unite all'alta densità abitativa (specie nel periodo estivo) rende quanto mai necessario un sistema di monitoraggio multi-parametrico per una valutazione sia dei processi vulcanici che della connessa pericolosità. L'INGV - Osservatorio Vesuviano da alcuni decenni ha progettato e gestito sistemi di osservazione geodetici, sismici e geochimici delle attività endogene sia tramite campagne geodetiche periodiche (di livellazione, gravimetriche, GPS) che attraverso il rilevamento continuo con stazioni permanenti GPS appositamente installate e, più recentemente, con tecniche SAR. L'utilizzo di dati GPS consente la stima 3D dell'evoluzione temporale del campo di spostamento (e, quindi, il calcolo del campo di velocità) con buona accuratezza e precisione, anche della componente verticale, specie se nella zona operano anche stazioni permanenti GPS, che forniscono serie temporali sufficientemente lunghe.

In questo lavoro si riportano l'evoluzione temporale delle reti GPS e CGPS operanti sull'isola, le problematiche delle diverse campagne di misura condotte, l'analisi dei dati raccolti dal 1997 al 2010 ed, infine, la loro elaborazione, giungendo alla valutazione del pattern di velocità attivo nell'ultimo decennio.

1. Storia vulcanica e dinamica dell'isola

L'isola di Ischia, è un campo vulcanico attivo che si sviluppa nel settore meridionale del Graben della Piana Campana dove si impostano gli altri apparati vulcanici napoletani (Somma-Vesuvio, Campi Flegrei e Procida). L'isola, che sorge nel settore occidentale del Golfo di Napoli, è la parte emersa di una più ampia area vulcanica che si è sviluppata ad occidente dell'isola [Vezzoli, 1988; Bruno et al., 2002]. Ischia è composta da rocce vulcaniche generate dai diversi centri eruttivi, che sono stati in gran parte erosi e ricoperti da prodotti più recenti; inoltre si rilevano depositi marini e di frana, ubicati sui versanti del M. Epomeo [Vezzoli, 1988; Civetta et

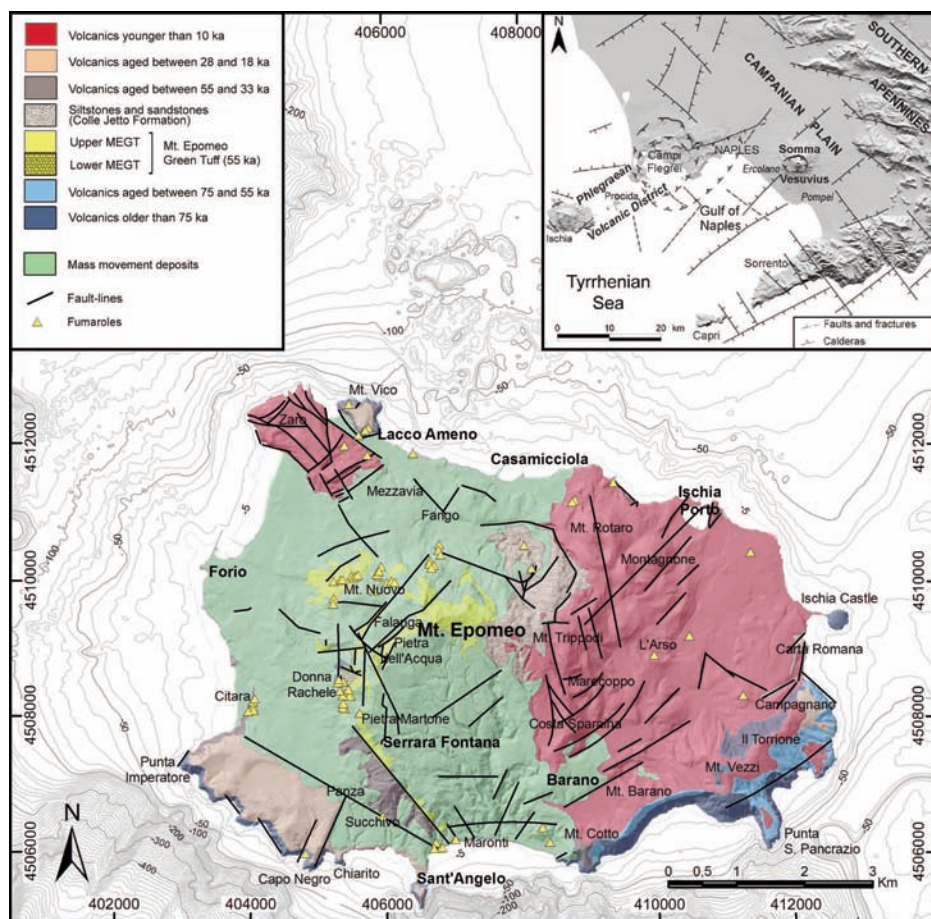


Figura 1 Carta geologica dell'isola d'Ischia. Il box in alto a destra mostra la localizzazione dell'isola e la mappa strutturale dell'area vulcanica napoletana [Della Seta et al., 2011].

Figure 1 Geological sketch map of Ischia island. The insert show the location of the island and structural sketch map of the Neapolitan volcanic area [Della Seta et al., 2011].

al, 1991, de Vita et al., 2010, Della Seta et al., 2011] (figura 1). I prodotti vulcanici più antichi affioranti sull'isola risalgono a circa 150 ka fa., mentre l'ultima attività si è manifestata nel 1301-1302 nel settore orientale dell'isola (Colata dell'Arso) [Vezzoli, 1988, Civetta et al., 1991].

La storia vulcanica, a partire da 150 ka fa, è stata suddivisa in varie fasi di attività passando da un ciclo più antico ad uno più giovane aperto sia dalla grande eruzione ignimbratica (55 ka fa) alcali-trachitica del tufo verde del Monte Epomeo (MEGT) che dalla successiva formazione della caldera [Vezzoli, 1988; Civetta et al., 1991; Carlino et al., 2006; Brown et al., 2008; de Vita et al., 2010]. I limiti di tale struttura collassata non sono ben definibili, ma la caldera sembra presentare una forma quasi ellittica (10 km x 7 km) con asse maggiore ad andamento E-O [Tibaldi e Vezzoli, 1998].

Dopo la messa in posto del MEGT, della formazione della caldera ed il suo riempimento, legato alle forti attività esplosive, si avvia tra 33 e 28 ka fa, con varie fasi, la risorgenza della parte centrale dell'isola, che porterà alla costruzione del Monte Epomeo (787 m s.l.m.), che rappresenta la struttura geologica più importante del campo vulcanico dell'iso-

la. La risorgenza della zona centrale (M. Epomeo) è stata associata all'arrivo di nuovo magma a piccola profondità che, da 28 a 18 ka fa, ha alimentato l'attività eruttiva, i cui depositi presentano una composizione differente dai prodotti eruttati in precedenza (nel periodo 55-33 ka, da trachite ad alcali-trachite; mentre tra 28-18 ka da trachibasalti ad alcali-trachite); inoltre, i prodotti delle eruzioni posteriori a tale fase testimoniano ancora l'arrivo discontinuo di nuovo magma nel sistema di alimentazione, come evidenziato dai dati geochimici ed isotopici [Civetta et al., 1991; Petrini et al., 1999; Brown et al., 2008].

Il sollevamento totale, desunto dalle quote attuali dei depositi marini e dalle variazioni eustatiche, è di circa 710 m sul versante meridionale e 920-970 m su quello settentrionale, con velocità medie di sollevamento rispettivamente di 2.3 cm/anno e 3 cm/anno. [Barra et al., 1992; Tibaldi e Vezzoli, 2004; Carlino et al., 2006]. L'attività eruttiva degli ultimi 10 ka, si concentra nella zona orientale dell'isola e sul versante orientale del M. Epomeo, ad esempio nelle zone di Molara, Vateliero, Monte Rotaro, Montagnone-Maschiatta e della Colata dell'Arso [de Vita et al., 2010].

Dal punto di vista strutturale, vari e complessi sistemi di faglie [Vezzoli, 1988; Acocella e Funicello, 1999; Molin et al., 2003] hanno controllato la dinamica dell'isola d'Ischia. Il blocco risorgente del Monte Epomeo, nella parte centrale dell'isola, ha una geometria definita da un complesso sistema di faglie con andamento NO-SE e NE-SO ad andamento regionale e da faglie N-S ed E-O ad andamento locale (figura 1). Altro elemento morfologico-strutturale di rilievo è la depressione, aperta verso SE, presente sul versante centro meridionale dell'isola, verosimilmente legata al collasso del fianco meridionale del M. Epomeo [Luongo et al., 1995; Luongo et al., 2009; Tibaldi e Vezzoli, 2004; Carlino et al., 2006; Chiocci e De Alteris, 2006].

Le faglie presenti nel settore settentrionale del M. Epomeo sono state attive sismicamente negli ultimi 800 anni, come testimoniano le ricerche sulla sismicità storica (tabella 1) [Luongo et al., 1987; Cubellis e Luongo, 1998]. I terremoti più forti sono avvenuti il 4 marzo 1881 (I = IX MCS) ed il 28 luglio 1883 (I = XI MCS). Essi produssero distruzione e morte nelle cittadine di Casamicciola, Lacco Ameno e Forio. Le prime informazioni storiche più attendibili sull'attività sismica ad Ischia risalgono al 1228; comunque, i maggiori terremoti storici (intensità superiore a VIII MCS) sono avvenuti dalla metà del 18° secolo alla fine del 19° secolo, nessuno dei quali associato ad attività eruttiva [Postpischl, 1985; Boschi et al., 1997; Cubellis e Luongo, 1998].

Sull'isola di Ischia, come conseguenza della sua attività vulcanica, sono presenti fumarole ed intense sorgenti idrotermali, concentrate principalmente nelle fasce bordiere a nord, ad ovest ed a sud del Monte Epomeo [Chiodini et al., 2004; Di Napoli et al., 2009]. Stime dei movimenti verticali del suolo sono disponibili dall'inizio del secolo scorso, essenzialmente grazie alla rete di livel-

Anno	Località	Imax (MCS)
1228	Casamicciola	IX-X
1302	Settore orientale dell'isola	VIII
1557	Campagnano	VII-VIII
1762	Casamicciola	VII
1767	Settore orientale dell'isola	VII-VIII
1796	Casamicciola	VIII
1828	Casamicciola	VIII-IX
1841	Casamicciola	VII
1863	Casamicciola	VI-VII
1867	Casamicciola	VI-VII
1881	Casamicciola	IX
1883	Casamicciola	XI

Tabella 1 Sismicità storica: terremoti più forti dal 1228 [Cubellis e Luongo, 1998].

Table 1 Historical seismicity: major earthquakes since 1228 [Cubellis e Luongo, 1998].

lazione di precisione istituita dall'Istituto Geografico Militare e misurata nel 1913 [Loperfido, 1914] e successivamente rimisurata nel 1967 dal Servizio Geologico d'Italia, in occasione di un rilievo gravimetrico dell'Isola [Maino e Tribalto, 1971]. Tale rete di livellazione è stata periodicamente misurata a partire dal 1978 dall'Osservatorio Vesuviano ed è stata ampliata nel tempo fino alla configurazione attuale [Del Gaudio et al., 2011]. Va però ricordato che le prime misure e valutazioni dei movimenti verticali del suolo sull'isola furono condotte da G. Grablovitz, Direttore dell'Osservatorio Geodinamico di Casamicciola, alla fine dell'800, che valutava in alcuni millimetri all'anno la subsidenza dell'isola [Grablovitz, 1887; Grablovitz, 1911; Luongo et al., 1987].

In accordo con tali osservazioni si può affermare, anche in base alle misure di livellazione condotte a partire dal 1913, che l'isola di Ischia è interessata da una subsidenza localizzata principalmente in due distinte aree: versante Nord-Ovest e versante Sud del Monte Epomeo [Manzo et al., 2006; Sepe et al., 2007; Del Gaudio et al., 2011].

I versanti nord-occidentali e meridionali del Monte Epomeo sono stati sede di considerevoli fenomeni franosi causati dall'instabilità dei pendii e dall'attività sismica; ne è un esempio la frana che interessò il settore Nord-Ovest dell'isola indotta dal terremoto di Casamicciola del 1883 [Cubellis e Luongo, 1998] (figura 1). Recentemente vi sono stati fenomeni franosi importanti, anche se di minore entità rispetto al passato (p.e. alluvione del 1910), con conseguenze non meno drammatiche, che hanno interessato l'area di Monte Vezi nel 2006 ed ancora Casamicciola nel 2009.

Le strutture geologiche e la dinamica vulcanica dell'isola sono state interpretate da vari autori che hanno proposto alcuni modelli, a partire da Rittmann [1930] che, oltre a produrre la carta geologica (1:10000) dell'isola, interpretò l'evoluzione vulcanica e strutturale di Ischia attraverso un modello di horst vulcano-tettonico; secondo Rittmann l'intrusione di un laccolite a piccola profondità crostale avrebbe causato il sollevamento del Monte Epomeo e la dinamica dell'isola. Altri autori in tempi più recenti, riprendendo ed approfondendo le analisi e gli studi sull'isola, hanno proposto diverse interpretazioni, che comunque attribuiscono la dinamica e l'evoluzione vulcanica, nonché la risorgenza, ad intrusioni magmatiche crostali poco profonde [Vezzoli, 1988; Orsi et al., 1991; Tibaldi e Vezzoli, 1998; Carlino et al., 2006; Sbrana et al., 2009].

2. Rete GPS per il monitoraggio dell'isola di Ischia

Per contribuire alla definizione del campo di deformazione del suolo sull'isola d'Ischia, nell'ottobre del 1996, fu istituita una rete di 20 vertici GPS [Achilli, 1998; Achilli et al., 2000]. A causa della forte urbanizzazione dell'isola i vertici sono stati materializzati per lo più su edifici e solo una piccola parte su roccia [Dolce et al., 2010].

La monumentazione è stata realizzata seguendo le indicazioni riportate nello schema in figura 2, impiegando monumenti rimovibili e di altezza fissa ad autocentramento forzato tipo 3-D, che permettono di ottenere le migliori accuratezze per la messa in posto delle antenne durante le campagne di misura. I vertici sono stati installati con il piano di paragone orizzontale, in modo che il monumento 3-D risulti verticale durante ogni rilievo. La verticalità dell'antenna viene garantita da una coppia di bolle sferiche e dalla regolazione di tre viti disposte orizzontalmente ogni 120° intorno al monumento [Unguendoli, 1992; Gubellini et al., 1992; Anzidei et al., 2008].

Tra dicembre 1996 e febbraio 1997 fu effettuato sulla rete un test di misure GPS allo scopo di verificare e confrontare le precisioni raggiungibili con l'utilizzo di diversi metodi di rilievo: statico, statico rapido e RTK [Achilli, 1998; Achilli et al., 2000].

Negli anni successivi la configurazione della rete ha subito

significative modifiche (figura 3). In occasione delle diverse campagne di misure, per migliorare la geometria della rete, sono stati materializzati nuovi vertici in aree con maggior dinamica. Inevitabilmente, alcuni vertici sono andati persi per cause varie (modifiche urbanistiche dei luoghi o perché non presentavano più le caratteristiche fondamentali per una corretta misura) [Del Gaudio et al., 1999, 2000; Berrino et al., 2001; Pingue et al., 2005; Dolce et al., 2010].

Nel 2003 la rete GPS di Ischia è stata integrata nella rete GPS discreta globale NVAGN (*Neapolitan Volcanic Area Geodetic Network*), attualmente composta da circa 100 vertici [Pingue et al., 2005].

Dal 2001 sono state installate sull'isola anche 3 stazioni GPS permanenti facenti parte dell'ampia rete NeVoCGPS (*Neapolitan Volcanoes Continuous GPS*) per il monitoraggio dell'area vulcanica napoletana [De Martino et al., 2007; Bottiglieri et al., 2010].

La figura 3 mostra la situazione in occasione dell'ultima campagna del giugno 2010 durante la quale sono state effettuate misure su 17 vertici. Di tutti i vertici GPS sono state realizzate le monografie descrittive, che sono state allegate, come appendice, al presente lavoro.

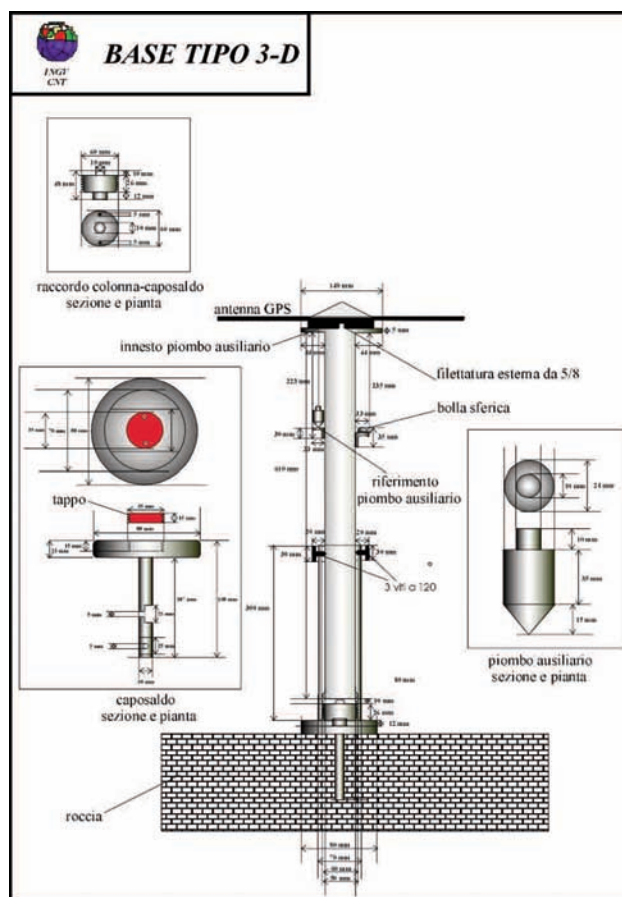


Figura 2 Schema del monumento GPS tipo 3-D per reti discrete [Anzidei et al., 2008].

Figure 2 Plan of the 3-D GPS monument for non permanent stations. [Anzidei et al., 2008].

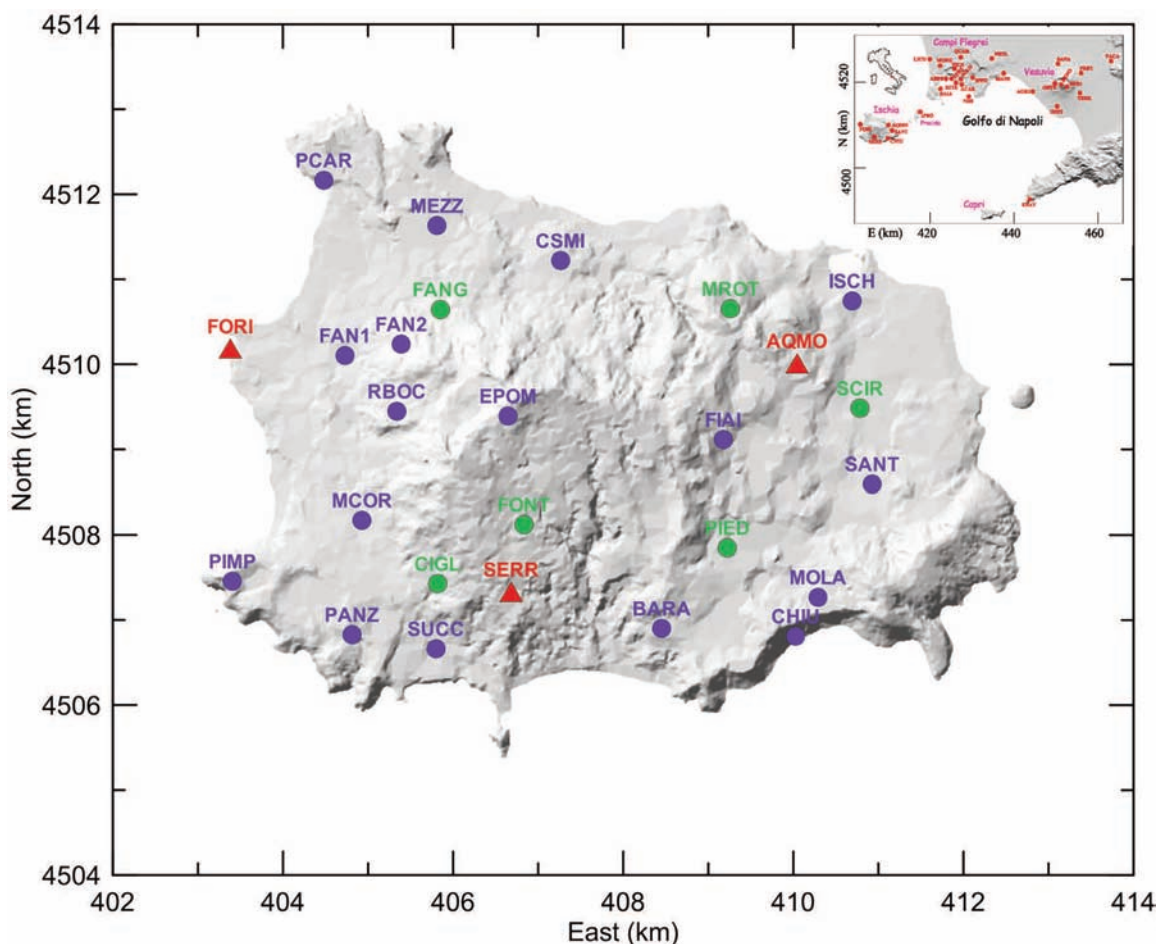


Figura 3 Stazioni GPS permanenti e non permanenti all'isola d'Ischia al giugno del 2010. Con pallini blu sono indicati i vertici esistenti, con pallini verdi quelli distrutti o non più misurabili. I triangoli rossi indicano le 3 stazioni GPS permanenti della rete NeVoCGPS.
Figure 3 Permanent and non permanent GPS stations on the Ischia island (June 2010). The blu dots indicate non permanent stations; green dots are stations not longer measured because damaged. The red triangles indicate the three permanent GPS stations of the NeVoCGPS network.

3. Dati ed analisi di qualità

Nei 13 anni che vanno dalla materializzazione della rete GPS discreta sull'isola d'Ischia ad oggi, sono state effettuate 6 campagne di misure statiche (tabella 2). Dopo l'ultima campagna, effettuata nel giugno 2010, è stato deciso di riorganizzare, omogeneizzare e validare in un unico archivio tutti i dati GPS disponibili prima di procedere al loro riprocessamento.

Dopo una iniziale raccolta di tutti i dati disponibili e dei fogli di campagna sono state eseguite le seguenti operazioni:

- È stato verificato che le informazioni contenute nei RINEX (altezza antenna, tipo e numero seriale di antenna e ricevitore, ecc) corrispondessero a quelle contenute nei fogli di campagna.
- Nei RINEX sono stati uniformati i nomi identificativi del ricevitore e dell'antenna, attenendosi agli standard IGS ed aggiunto all'antenna il codice per il radome.
- Sono stati informatizzati i fogli di campagna.

- Si sono individuati i problemi di sito e/o di strumentazione tramite un'analisi di qualità per mezzo del software TEQC [Estey e Meertens, 1999].

Data la natura sperimentale della prima campagna del 1997, non tutti i vertici sono stati misurati in modalità statica o per un numero sufficiente di ore. Inoltre la campagna è stata condotta con strumentazione in prestito da altri enti o ditte produttrici e le relative informazioni nei fogli di campagna non sono sempre attendibili se non addirittura contrastanti. Pertanto, la campagna del 1997 non è stata presa in esame in questo lavoro.

Per le campagne a partire dal 1998, l'analisi di qualità dei dati, eseguita con il software TEQC, ha evidenziato che una piccola percentuale (10%) di file RINEX per varie cause (problemi di acquisizione del ricevitore, poche ore di registrazione, limitata visibilità dei satelliti per la presenza di ostacoli in prossimità del vertice, ecc.) se elaborati avrebbero inficiato la qualità delle soluzioni. Per questi motivi tali dati sono stati esclusi dall'archivio e dalla successiva elaborazione.

Campagna (Anno)	Inizio (DoY)	Fine (DoY)	Durata (giorni)	Ricevitori GPS	Antenne GPS
1997	55	58	4	TRIMBLE 4000SSE TRIMBLE 4000SSI TRIMBLE 7400MSI	TRM22020.00+GP
1998	194	206	13	TRIMBLE 4000SSI TRIMBLE 4000ST LEICA SR399	TRM22020.00+GP LEISR399_INT
1999	188	196	8	TRIMBLE 4000 SSI	TRM22020.00+GP TRM29659.00
2001	169	180	12	TRIMBLE 4000 SSI LEICA SR399	TRM22020.00+GP TRM33429.00+GP LEISR399_INT
2003	177	194	18	LEICA SR399 LEICA SR530	LEISR399_INT LEIAT502
2010	148	162	15	LEICA SR520 LEICA GX1230 LEICA GRX1200PRO LEICA GRX1230GG LEICA GX1220	LEIAT502 LEIAX1202GG LEIAT504 LEIAX1202GG LEIAX1202

Tabella 2 Informazioni relative alle campagne GPS e strumentazione utilizzata.
Table 2 GPS surveys information and summary of utilized equipment.

	1998	1999	2001	2003	2010
AQMO			XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
BARA	OOO	XX	XXO	XX	XXXX
CHIU	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
CIGL	OOO	OO			
CSMI	XXXXXXXXXXXX	XX	XX	XX	XXX
EPOM	XXX	XX	XXX	XX	XXXX
FAN1	XX	XX	OXX	XXX	XXXX
FAN2	XXX	XX	XXX	XXX	XXXXX
FANG	XXX	XX	XXX	XX	
FIAI	XX	XX	XXX	XX	XXXX
FONT	XX	XX	XXX	XX	
FORI	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX			
FORI			XXXXXXXXXXXX	OOOOOOOOOOOOOOOOOO	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
ISCH	XXO	XXX	XXXX	XX	XXXX
MCOR				XX	XXXX
MEZZ	XX	XX	XXX	XX	XXXX

	1998	1999	2001	2003	2010
MOLA	XXX	XX	XXX	XX	XXXXX
MROT	OOO	OOO	OOO	OO	
PANZ				XX	XXXXX
PCAR	XXO	XX	XXO	XX	XXXX
PIED	XXX	XX	XXX	XX	
PIMP	XXX	XX	XX	XX	XXXX
RBOC	XXX	XX	OXX	XX	XXXX
SANT	OOO	XX	XXO	XX	XXXXXXXXXXXXXXXXXX
SCIR	XXXX	XXX	XXX		
SERR			XXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
SUCC	OO	XX	XXO	XX	XXXX

Tabella 3 Per le cinque campagne GPS sono elencati il numero di file RINEX disponibili (X) e quelli scartati (O). In rosso sono indicate le stazioni permanenti.

Table 3 The number of RINEX available (X) and rejected (O) files for each GPS survey are listed. The permanent stations are indicated in red.

In tabella 3 è riassunta la consistenza dell'archivio dei dati GPS delle campagne eseguite nel periodo 1998-2010 e delle stazioni GPS permanenti dal 2001.

In tabella 4 sono elencati alcuni parametri statistici relativi alle occupazioni delle cinque campagne. È evidente come nel tempo le modalità di acquisizione siano cambiate. Infatti, la campagna del 2010 presenta il rapporto (ore totali di

acquisizione)/(vertici misurati) più alto e tutte le registrazioni hanno durata giornaliera.

Un buon dato GPS deve essere caratterizzato da un elevato rapporto $R = \text{osservati} / \text{attesi}$ e da bassi valori di *multipath*. Per quanto concerne tale rapporto, la campagna del 2010 (tabella 5) presenta i valori del primo e terzo quartile più alti e quelli del range e della deviazione standard più bassi.

In figura 4 sono mostrate le distribuzioni dei valori medi del *multipath*. Ancora una volta è evidente come nel tempo migliori la qualità delle acquisizioni. Ciò è dovuto essenzialmente all'uso di strumentazione di nuova generazione, ma anche a migliori metodologie utilizzate nel corso degli anni (ad esempio, sessioni di misura giornaliera ed altezze strumentali quanto più basse possibili). Per quanto concerne la campagna 2010, la distribuzione di MP2 è chiaramente obliqua a destra (o con asimmetria positiva), vale a dire che la mediana (0.2) è minore della media (0.3), la quale è più sensibile della mediana ai valori estremi. Infatti un'analisi più in dettaglio evidenzia che sono i dati acquisiti su 2 siti a provocare una distribuzione con una consistente coda.

Campagna	1998	1999	2001	2003	2010
Vertici misurati	17	20	22	22	20
Ore totali di acquisizione (h)	1365	1119	1804	1406	3384
Rapporto [Ore totali/vertici]	80.3	56.0	82.0	63.9	169.2
Durata minima (h)	4	7	4	8	24
Durata massima (h)	24	24	24	24	24
Media (h)	18	20	19	18	24
Primo quartile (h)	13	16	13	13	24
Terzo quartile (h)	24	24	24	24	24

Tabella 4 Relativamente alle 5 campagne di misure, sono elencati il numero dei vertici misurati, le ore totali di registrazione e il rapporto (ore totali/vertici). Inoltre, sono elencati il minimo il massimo, la media, il primo e il terzo quartile.

Table 4 With regard to the five GPS surveys the number of the GPS stations measured, the total registration time, and the ratio (total time/number of stations) are listed. In addition, the minimum, maximum, mean, the first quartile and the third quartile are reported.

4. Elaborazione dati

Definito e validato l'archivio dei dati, i file RINEX relativi alle cinque campagne eseguite nel periodo 1998-2010, unitamente ai dati di sei stazioni IGS che definiscono il sistema di riferimento, sono stati processati con il software Bernese v. 5.0 [Dach et al., 2007], adottando le strategie riportate in tabella 6.

Sono state prodotte soluzioni annuali combinate per ogni campagna tramite una compensazione ai minimi quadrati delle rispettive soluzioni giornaliere. Un parametro importante, indice della precisione delle misure, è la cosiddetta ripetibilità, cioè la dispersione dei valori rispetto ad un valore medio, stimata tramite lo scarto quadratico medio (RMS).

Campagna	1998	1999	2001	2003	2010
Minimo	61.4	62.4	85.7	85.5	89.5
Massimo	99.9	98.9	100	100	100
Primo quartile	90.1	94	94.5	93.1	97.9
Terzo quartile	98.9	98.8	98.8	99.6	99.7
Range	38.5	36.5	14.3	14.5	10.5
Dev. Standard	8.1	5.6	3.6	4.1	2.7

Tabella 5 Relativamente al rapporto $R = \text{osservati/attesi}$, sono elencati i valori del minimo, del massimo, del primo e terzo quartile, del range e della deviazione standard per le 5 campagne di misure.
Table 5 With regard the ratio $R = \text{observed/expected}$ the minimum, maximum, the first and third quartile, the range and standard deviation for the five GPS surveys.

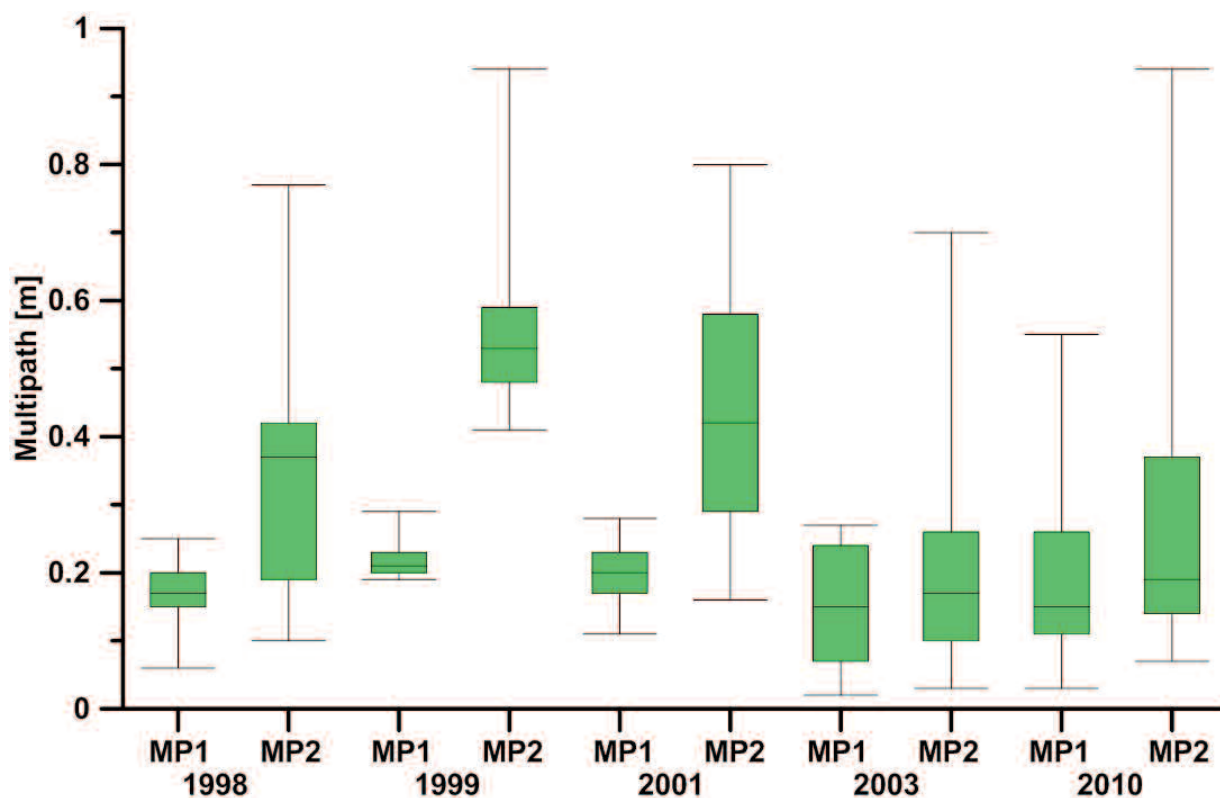


Figura 4 Distribuzione dei valori medi del multipath (MP1 e MP2) su entrambe le frequenze per ogni campagna di misura. All'interno di ogni box è confinato il 50% dei dati, la linea al suo interno rappresenta la mediana. Il tratto (baffo) superiore rappresenta il limite $L_{sup} = \min$ (osservato massimo, $Q3 + 2.5 \cdot IQR$), mentre quello inferiore rappresenta $L_{inf} = \max$ (osservato minimo, $Q1 - 2.5 \cdot IQR$), dove $IQR = Q3 - Q1$ è il range interquartile; $Q1$ e $Q3$ sono il primo e terzo quartile.

Figure 4 Distribution of multipath (MP1 and MP2) on both frequencies for each campaigns of measures. Within each box is confined to 50% of the data, the line inside represents the median. The upper whisker represents the upper limit $L_{sup} = \min$ (maximum value, $Q3 + 2.5 \cdot IQR$), while the lower represents $L_{inf} = \max$ (minimum value, $Q1 - 2.5 \cdot IQR$), where IQR is the interquartile range, $Q1$ and $Q3$ are the first and third quartiles.

In tabella 7 è riportato per ogni campagna un RMS medio dei residui delle soluzioni giornaliere rispetto alla soluzione compensata (1-2 mm per le componenti N ed E, 3-5 mm per la componente Up) mentre in figura 5 sono graficati i valori di RMS per ogni stazione ed ogni campagna.

Una volta verificata la buona qualità di ogni soluzione di campagna è stata effettuata una soluzione combinata multi-anno tramite compensazione ai minimi quadrati e sono state calcolate le velocità di ogni stazione. Il sistema di riferimento è stato definito attraverso i minimi vincoli impo-

Software	Bernese v5.0
Osservabili	Doppie Differenze di fase e codice Combinazione lineare delle portanti ionosphere-free (L3)
Orbite e file EOP	Campagne 1997-2003: prodotti del Progetto "IGS Repro1" in IGS05 Campagna 2010: prodotti ufficiali IGS05
Centro di Fase delle antenne	File IGS05.atx di calibrazione assoluta delle antenne dei ricevitori e dei satelliti
Angolo di cut-off	15° con osservazioni pesate in funzione dell'angolo di elevazione
Baselines	Selezionate secondo il criterio del maggior numero di osservazioni in comune (OBSMAX)
Ambiguità	Risoluzione con strategia SIGMA L5-L3
Troposfera	Modello troposferico di Saastamoinen mappato con la funzione dry Niell per la parte secca, mentre per la parte umida sono stati stimati i parametri di ritardo troposferico zenitale ogni ora per ogni sito utilizzando la funzione Wet Niell
Sistema di riferimento	IGS05 definito attraverso i minimi vincoli imposti sui soli parametri di traslazione delle sei stazioni fiduciali IGS di CAGL, GRAS, MATE, NOT1, ZIMM, WTZR

Tabella 6 Strategie utilizzate nell'elaborazione dei dati GPS.
Table 6 Characteristics of the GPS data processing.

Campagna	χ^2/DoF	A posteriori RMS of unit weight (mm)	Percentuale ambiguità risolte	RMS medio della ripetibilità delle stazioni (mm)		
				Nord	Est	Up
1998	1.46	1.21	82.5%	1.3	1.3	4.5
1999	1.49	1.22	80.1%	1.3	2.0	3.9
2001	1.36	1.17	82.4%	1.0	1.2	3.8
2003	1.60	1.26	82.9%	1.6	1.5	3.9
2010	1.49	1.22	87.5%	1.1	1.1	3.0

Tabella 7 Parametri statistici dell'elaborazione per ogni campagna.
Table 7 GPS data processing statistic parameters for each survey.

sti sui soli parametri di traslazione delle sei stazioni fiduciali IGS05 utilizzate.

5. Risultati e conclusioni

I risultati dell'elaborazione in termini di coordinate, velocità e serie temporali sono nel sistema di riferimento assoluto IGS05, ciò comporta che le componenti planimetriche sono

dominate dal moto della placca eurasiatica, valutabile in circa 2.5 cm/anno in direzione NE.

Per evidenziare l'eventuale contributo di deformazione di origine vulcanica in un'area di poche decine di km² come l'isola d'Ischia si rende necessario l'utilizzo di un riferimento locale, stabile ma esterno all'area vulcanica. Da anni l'INGV-Osservatorio Vesuviano ha inserito nella rete NeVoCGPS per il monitoraggio dell'area vulcanica napoletana alcune stazioni materializzate sui contrafforti carbonatici che deli-

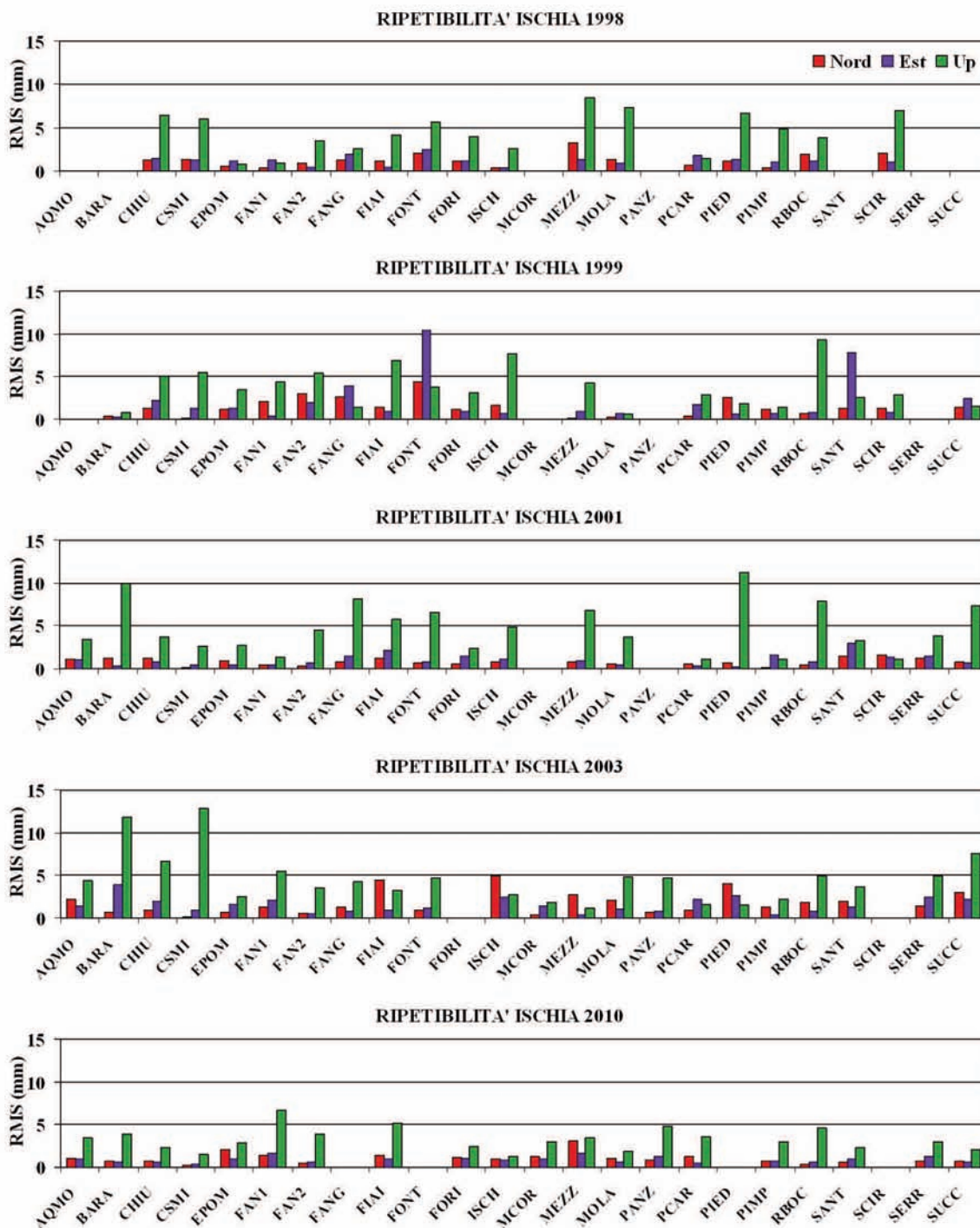


Figura 5 Ripetibilità delle misure per ciascuna campagna GPS.
Figure 5 Repeatability of measurements for each GPS survey.

mitano il graben della Piana Campana. Tra di esse la stazione di ENAV, materializzata sulle rocce della Penisola sorrentina, viene utilizzata come riferimento locale delle reti GPS permanenti e discrete dell'area vulcanica napoletana.

La serie temporale, nel riferimento IGS05, della stazione GPS permanente di ENAV, una delle 5 stazioni dell'INGV-Osservatorio Vesuviano inserite nella RING [Avallone et al., 2010], è stata analizzata tramite il software CATS (*Create and Analyze Time Series*) [Williams, 2008] per calcolare le velocità lineari ed un realistico valore dell'errore associato (figura 6) attraverso una stima del rumore (*White Noise + Flicker Noise*) col metodo della Massima Verosimiglianza [Langbein e Johnson, 1997; Zhang et al., 1997; Mao et al., 1999; Williams, 2003; Williams et al., 2004]. Con il suddetto software è possibile anche stimare i segnali periodici (annuali e semiannuali) e le eventuali discontinuità dovute a cambi di antenna. In figura 6 è riportata la serie temporale di ENAV nel sistema di riferimento IGS05 e i resi-

Sito	Componente	Velocità (mm/yr)	Sigma (mm/yr)	White Noise (mm)	Flicker Noise (mm/yr ^{1/4})
ENAV	Nord	16.5	0.1	0.9	1.3
	Est	21.3	0.1	0.9	1.8
	Up	0.6	0.1	2.4	2.9

Tabella 8 Risultati dell'analisi della serie temporali IGS05 per le componenti Nord, Est ed Up della stazione di riferimento ENAV. Tale analisi, compresa la caratterizzazione del rumore, è stata condotta con il software CATS [Williams, 2008].

Table 8 Results of the analysis of the time series IGS05 for the North, East and Up components of the local reference station (ENAV). This analysis, including noise characterization, is performed with CATS software [Williams, 2008].

dui dopo l'analisi effettuata con CATS, i cui risultati in termini di velocità, errori stimati (Sigma) e ampiezze del rumore (*White Noise e Flicker Noise*) della serie temporale sono riportati in tabella 8.

Le velocità planimetriche di ENAV ($V_{nord}=16.5$ mm/yr ; $V_{est}=21.3$ mm/yr) sono state utilizzate per detrendizzare

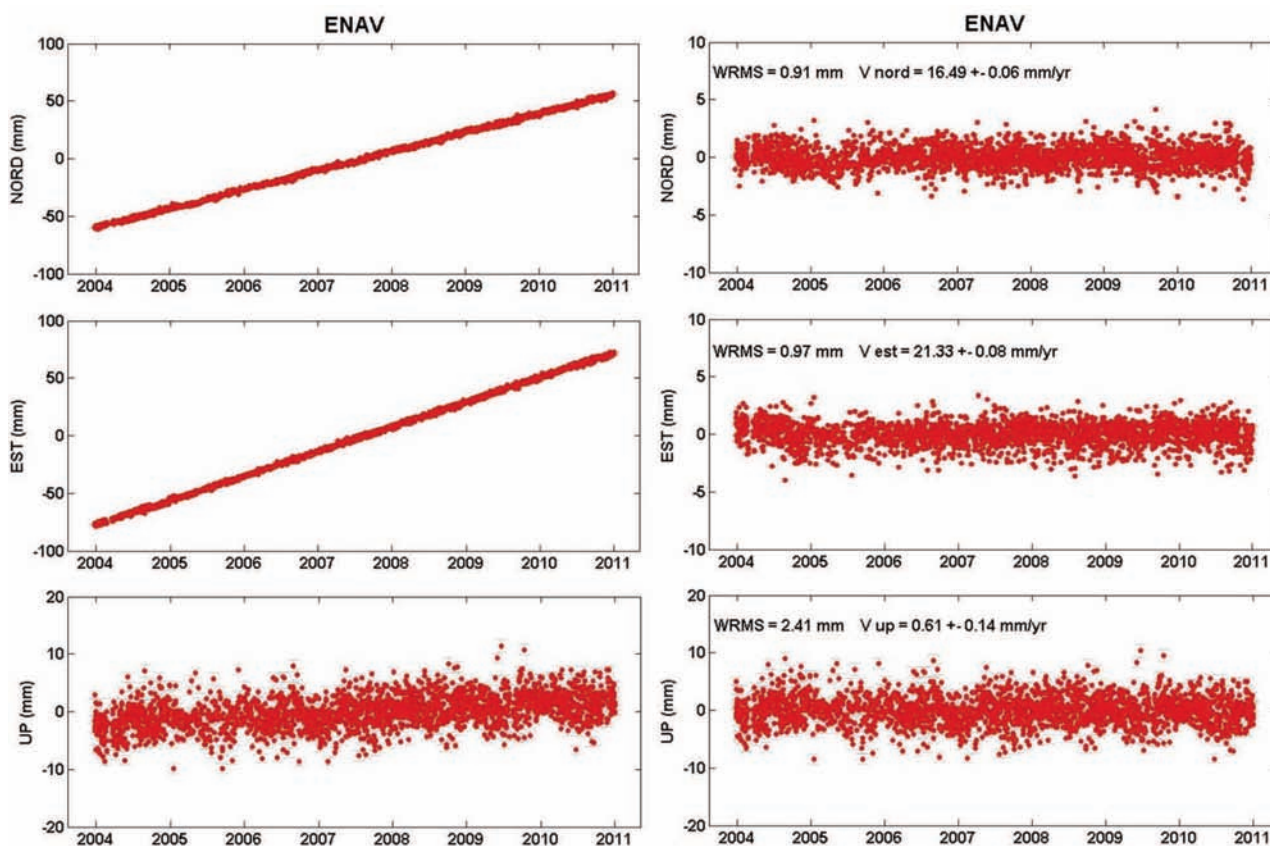


Figura 6 Serie temporale IGS05 della stazione GPS di ENAV e residui dopo l'analisi effettuata con CATS.
Figure 6 IGS05 time series of GPS station ENAV and residuals after CATS analysis.

le serie temporali GPS delle stazioni permanenti di Ischia e quelle ottenute dall'elaborazione delle campagne allo scopo di calcolare un campo medio di velocità planimetriche dell'isola relativo ad un riferimento locale.

In figura 7 e tabella 9 sono riportati i residui delle serie temporali delle tre stazioni GPS permanenti di Ischia relative ad ENAV e i risultati dell'analisi effettuata con CATS.

In tabella 10 sono riportate le velocità planimetriche, relative al riferimento locale (ENAV), e le velocità verticali dei 23 vertici misurati nelle 5 campagne. Per ognuno di essi, è precisato l'intervallo di tempo per il quale la velocità è stata calcolata e il numero di campagne utilizzate.

Per una stima realistica degli errori associati alle velocità ottenute dall'elaborazione delle campagne GPS discrete è stata utilizzata la formula (1) dove l'errore formale σ_{wn} calcolato dal software di elaborazione con un modello di solo white noise è stato riscritto con il χ^2 per gradi di libertà (DoF) della soluzione combinata [Calais et al., 2002; Mann et al., 2002]. È stato inoltre aggiunto il contributo di una componente di random

walk noise σ_{rwn} [Langbein and Johnson, 1997] di ampiezza a pari a $1 \text{ mm/yr}^{1/2}$ alle velocità planimetriche (Nord ed

Est) e di $3 \text{ mm/yr}^{1/2}$ alle velocità verticali (Up) [Bingley et al., 2001; Ching et al., 2007; D'Agostino et al., 2011].

Sito	Componente	Velocità (mm/yr)	Sigma (mm/yr)	White Noise (mm)	Flicker Noise (mm/yr ^{1/4})
AQMO	Nord	-1.3	0.1	1.2	2.6
	Est	-2.0	0.1	1.1	1.7
	Up	-3.0	0.3	3.0	7.0
FORI	Nord	-0.6	0.1	0.9	1.9
	Est	0.2	0.1	1.0	2.5
	Up	-0.8	0.3	2.7	5.9
SERR	Nord	3.6	0.1	0.9	2.2
	Est	-2.0	0.2	1.1	3.8
	Up	-5.3	0.2	2.6	4.2

Tabella 9 Risultati dell'analisi delle serie temporali delle stazioni GPS permanenti di Ischia (relative ad ENAV). Questa analisi, compresa la caratterizzazione del noise, è stata effettuata con il software CATS [Williams, 2008].
Table 9 Results of the time series analysis for the Ischia GPS permanent stations (relative to ENAV). This analysis, including noise characterization, is performed with CATS software [Williams, 2008].

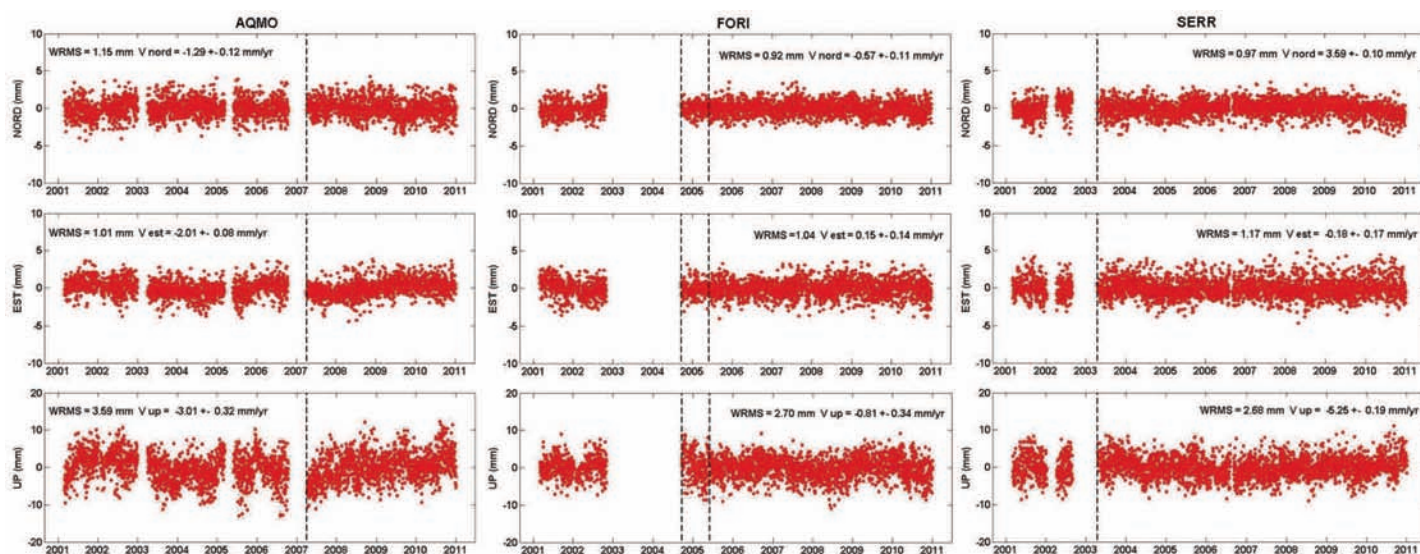


Figura 7 Residui delle serie temporali delle stazioni GPS permanenti di Ischia (relative a ENAV) dopo l'analisi effettuata con CATS.
Figure 7 Time series residuals of the Ischia GPS permanent stations (relative to ENAV) after CATS analysis.

$$\sigma = \sqrt{\left(\sigma_{wn} \times \frac{\chi^2}{DoF}\right)^2 + \sigma_{rwn}^2} \quad (1)$$

con

$$\sigma_{rwn} = \frac{a}{\sqrt{T}}$$

dove T rappresenta l'intervallo in anni fra la prima e l'ultima campagna di misure e

$$\frac{\chi^2}{DoF} = 1.58 \text{ (soluzione combinata 1998-2010).}$$

In tabella 10 sono riportate anche le velocità delle stazioni GPS permanenti elaborate utilizzando i soli dati delle campagne. Dal confronto con le velocità ottenute dal processamento di tutti i dati disponibili dal 2001 (figura 7 e tabella 9) è possibile trarre alcune considerazioni sulla qualità delle soluzioni di campagna e sulla stima degli errori.

Le differenze per le velocità planimetriche di AQMO, FORI e SERR sono dell'ordine di 0.2 mm/yr mentre per le velocità altimetriche abbiamo differenze dell'ordine di 1 mm/yr. Queste differenze sono ben compensate dagli errori calcolati con la (1).

In figura 8 sono rappresentati il campo di velocità 2D planimetrico (a) e il campo 1D della componente verticale della velocità (b).

	V _{nord} (mm/yr)	V _{est} (mm/yr)	V _{up} (mm/yr)	σ _{nord} (mm/yr)	σ _{est} (mm/yr)	σ _{up} (mm/yr)	Periodo	Campagne
AQMO	-1,1	-2,2	-1,9	0,4	0,3	1,1	2001-2010	3
BARA	1,3	-3,4	-1,9	0,4	0,5	1,4	1999-2010	4
CHIU	1,8	-2,1	-2,1	0,3	0,3	0,9	1998-2010	5
CSMI	-0,7	-0,7	-2,8	0,3	0,4	1,0	1998-2010	5
EPOM	1,6	-0,3	-8,4	0,3	0,3	1,0	1998-2010	5
FAN1	-0,6	0,9	-3,2	0,5	0,4	1,0	1998-2010	5
FAN2	1,9	0,1	-9,2	0,5	0,3	1,1	1998-2010	5
FANG	4,8	-1,2	-15,5	1,4	0,8	2,5	1998-2003	4
FIAI	-0,3	-4,3	-0,2	0,4	0,5	1,1	1998-2010	5
FONT	3,5	-2,4	-11,5	1,0	1,8	4,4	1998-2003	4
FORI	-0,5	0,1	-2,0	0,3	0,3	1,0	1998-2010	4
ISCH	-1,0	-2,8	-2,1	0,5	0,5	1,0	1998-2010	5
MCOR	3,8	0,5	-7,7	0,5	0,5	1,3	2003-2010	2
MEZZ	-1,6	-0,3	-1,4	0,5	0,3	1,3	1998-2010	5
MOLA	0,5	-3,0	-2,2	0,6	0,3	0,9	1998-2010	5
PANZ	0,4	1,0	-2,9	0,4	0,5	1,6	2003-2010	2
PCAR	-0,6	-0,3	-2,1	0,5	0,7	0,9	1998-2010	5
PIED	-2,5	-3,6	-0,6	1,3	1,4	4,2	1998-2003	4
PIMP	0,4	0,5	-3,3	0,4	0,3	1,1	1998-2010	5
RBOC	1,8	-1,8	-8,2	0,4	0,4	1,7	1998-2010	5
SANT	1,5	-2,9	-3,0	0,4	0,4	0,9	1999-2010	4
SERR	3,7	-0,3	-5,5	0,3	0,4	1,1	2001-2010	3
SUCC	2,4	0,4	-6,4	0,4	0,4	1,0	1999-2010	4

Tabella 10 Velocità relative al riferimento locale (ENAV) e al periodo 1998-2010. La prima colonna riporta il nome della stazione. Nelle altre colonne sono riportate le componenti nord, est ed up della velocità, i relativi errori, l'intervallo di tempo in cui le velocità sono state calcolate e il numero di campagne in cui il vertice è stato misurato.

Table 10 Velocities computed with respect to the local reference (ENAV) in the period 1998-2010. The first column shows the GPS station ID. The other columns show North, Est and Up component of velocity, the errors, the time interval and the number of GPS surveys.

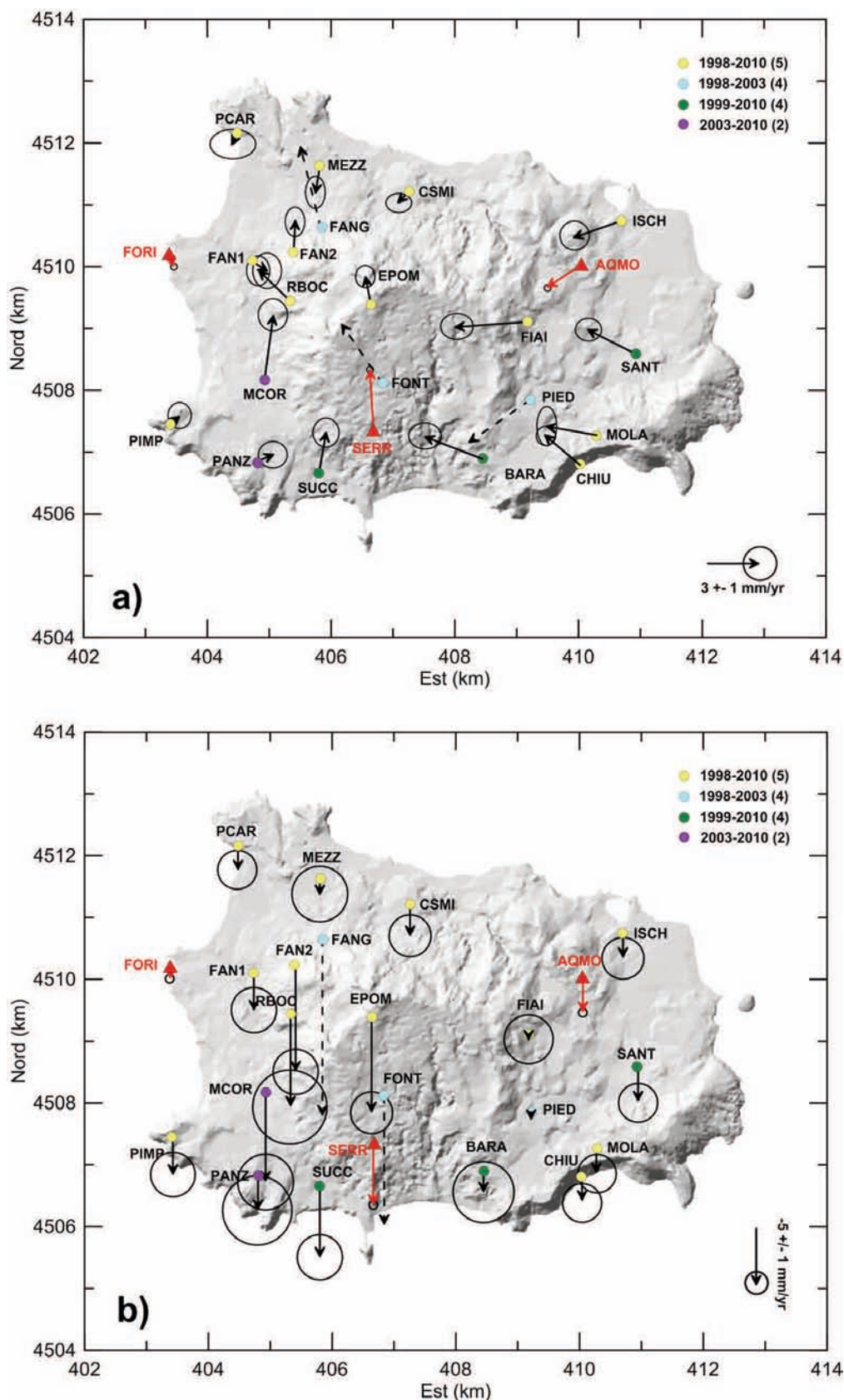


Figura 8 Campo di velocità planimetrico (a) e verticale (b). Le ellissi di errore sono presentate con intervallo di confidenza del 95%. Le frecce rosse rappresentano le velocità delle stazioni permanenti (triangoli rossi), le frecce nere continue rappresentano le velocità delle stazioni non permanenti (cerchi). Le frecce nere tratteggiate sono riferite alle stazioni la cui ultima misura risale al 2003. Il differente colore del pallino dei vertici della rete discreta indica l'intervallo di tempo cui sono riferite le velocità. Nella legenda, il valore tra parentesi indica il numero di campagne in cui è stato occupato il vertice.

Figure 8 Horizontal (a) and vertical (b) velocity field and the 95% confidence ellipse. Red arrows represent the velocities of permanent stations (red triangles); black arrows are the velocities of non permanent stations (circles). The different color of the circle indicates the time interval. In the legend, the value in brackets indicates the number of times that a GPS stations was measured.

I dati GPS presentati in questo lavoro mostrano un quadro della dinamica dell'isola che ha agito tra il 1998 e il 2010 e che è stato caratterizzato da un comportamento significativamente diverso tra la zona orientale dell'isola e quella centro-occidentale.

Per quanto riguarda la componente verticale della deformazione, tutte le stazioni GPS evidenziano una generale subsidenza e quelle maggiormente interessate dal fenomeno sono localizzate nell'area centro-meridionale e nord-occidentale dell'isola.

L'entità di tale subsidenza nel settore orientale dell'isola raggiunge valori massimi di circa -3 mm/anno, mentre nel settore nord-occidentale la subsidenza raggiunge valori medi di circa -10 mm/anno. Anche nella parte meridionale dell'isola si evidenziano significative velocità di subsidenza, superiori a -5 mm/anno.

Va anche sottolineato il fatto che la stazione EPOM (figura 9), posta sulla sommità del M. Epomeo, mostra una significativa velocità di abbassamento pari a -8.4 ± 1.0 mm/anno nel periodo 1998-2010, che potrebbe essere un buon indicatore dell'intensa subsidenza che coinvolge tuttora tutta la struttura del M. Epomeo. Queste evidenze confermerebbero l'ipotesi di una stasi o di una regressione della risorgenza della caldera che ha portato alla formazione dell'Epomeo [Carlino et al., 2006].

Anche il campo di velocità planimetriche GPS mostra un diverso andamento nel settore orientale dell'isola, rispetto a quello centro-occidentale. Nella parte est dell'isola, gli spostamenti sono diretti prevalentemente verso ovest, mentre nel settore centrale gli spostamenti sono diretti verso nord. In entrambi i casi le velocità media sono di circa 2-3 mm/anno. I risultati presentati in questo lavoro confermano e ampliano le informazioni sul campo di deformazione del suolo dell'isola d'Ischia ottenute da altri autori con l'utilizzo di tecniche diverse (livellazione di precisione, interferometria SAR) [Manzo et al., 2006; Sepe et al., 2007; Del Gaudio et al., 2011]. I risultati dell'ultima campagna di livellazione di alta preci-

sione, eseguita nel 2010 lungo tutta la rete altimetrica dell'isola d'Ischia, confrontati con le misure eseguite nel 1987 e 2003, evidenziano l'esistenza di una persistente e significativa subsidenza, osservabile in particolare nei settori centro-meridionale e nord-occidentale dell'isola con velocità dell'ordine di -1 cm/anno [Del Gaudio et al., 2011].

Le misure DInSAR (*Differential Synthetic Aperture Radar Interferometry*) nel periodo 1992-2003 rilevano due zone caratterizzate da velocità massime di subsidenza superiori a -5 mm/anno e localizzate sul versante meridionale dell'Epomeo e nel settore nord-occidentale dell'isola. Effetti di subsidenza sono rilevati anche nei settori settentrionale, orientale e sud-occidentale dell'isola, con velocità comprese tra -1 e -5 mm/anno [Manzo et al., 2006].

L'analisi e i risultati delle misure GPS ci consentono di avanzare alcune considerazioni. Il campo di spostamento misurato, pur presentando un andamento complesso, mostra alcuni elementi chiari:

- una fase di significativa subsidenza nella quasi totalità dell'isola, sempre nel periodo oggetto delle indagini (1998-2010);
- nel passaggio tra area orientale a occidentale, si rileva una rotazione dei vettori delle velocità planimetriche, da direzione Ovest a direzione Nord-Ovest. Tale variazione di direzione potrebbe essere ascritta alla presenza di strutture vulcano-tettoniche e centri eruttivi attivi negli ultimi 10.000 anni (bordo orientale dell'Epomeo), ipotesi che necessita di indagini ed analisi ulteriori;
- la zona costiera occidentale presenta lievi variazioni delle tre componenti che potrebbero rappresentare la bassa dinamica dell'area, esterna all'area della risorgenza e sede del vulcanismo più antico dell'isola.

Tali considerazioni saranno gli elementi di futuri approfondimenti di studio e di ampliamento e sviluppo della rete GPS nell'area centrale dell'isola, in modo da consentire una più dettagliata definizione del campo deformativo.

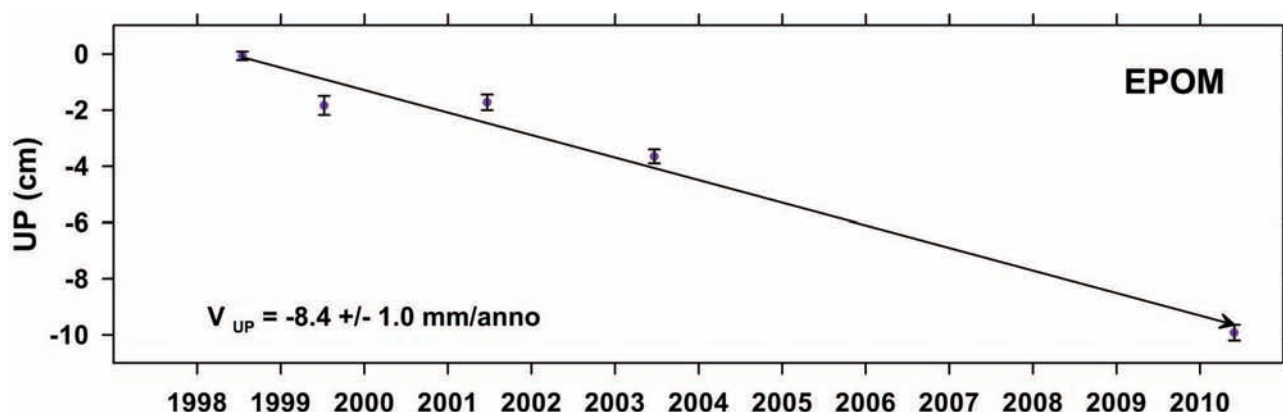


Figura 9 Serie temporale delle variazioni in quota della stazione EPOM.
Figure 9 UP time series of EPOM station.

Ringraziamenti

Si ringrazia il referee Mario Mattia per i consigli ed i suggerimenti proposti, che hanno contribuito al miglioramento del lavoro. Si è grati a Marcello Martini, direttore della sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano dell'INGV, per aver incoraggiato e sostenuto la realizzazione delle misure GPS del 2010. Si ringraziano i proprietari delle aree dove sono materializzati i vertici GPS, per la disponibilità dimostrata e per aver consentito l'accesso per l'esecuzione delle misure. Inoltre, si ringraziano tutti i sindaci dei comuni e le autorità competenti dell'isola d'Ischia per la fattiva collaborazione. Il lavoro presentato rientra nelle attività della Convenzione INGV-DPC 2010-2012.

Bibliografia

- Achilli V. (1998). *La rete GPS*. In: Rendiconto sull'attività di sorveglianza dell'Osservatorio Vesuviano, 1997. Ischia. Deformazioni del suolo, 87-89.
- Achilli V., Al-Bayari O., Artese G., Borgstrom S., Capone M., Del Gaudio C., Gandolfi S., Macchiavelli N., Ricciardi G.P., Ricco C., Sepe V. and Vettore A. (2000). *GPS Measurements in the Neapolitan Volcanic Area*. Physics and Chemistry of the Earth, (A), 25, 9-11, 705-711.
- Acocella V., Funicello R. (1999). *The interaction between regional and local tectonics during resurgent doming. The case of island of Ischia, Italy*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 88, 109-123.
- Anzidei M., Baldi P., Pesci A., Del Mese S., Esposito A., Galvani A., Loddo F., Massucci A., Cristofolletti P. (2008). *La rete geodetica dell'appennino centrale CA-GeoNet*. Quaderni di Geofisica, 54.
- Avallone A., Selvaggi G., D'Anastasio E., D'Agostino N., Pietrantonio G., Riguzzi F., Serpelloni E., Anzidei M., Casula G., Cecere G., D'Ambrosio C., De Martino P., Devoti R., Falco L., Mattia M., Rossi M., Obrizzo F., Tammamaro U., Zarrilli L.. (2010). *The RING network: improvements to a GPS velocity field in the Central Mediterranean*. Annals of Geophysics, 53, 2, 39-54.
- Barra D., Cinque A., Italiano A. and Scorziello R. (1992). *Il pleistocene superiore marino di Ischia: paleoecologia e rapporti con l'evoluzione tettonica recente*. Studi Geologici Camerti, Spec. Vol. (1992/1), 231-243.
- Berrino G., Borgstrom S. E. P., Capuano P., Cecere G., D'Alessandro A., De Martino P., Del Gaudio C., d'Errico V., La Rocca A., Malaspina S., Obrizzo F., Pingue F., Pinto S., Ricciardi G. P., Ricco C., Russo A., Sepe V., Serio C., Siniscalchi V., Tammamaro U., Aquino I. (2001). *Rete GPS*. In: Rendiconto sull'attività di sorveglianza dell'INGV - Osservatorio Vesuviano (II semestre). Sorveglianza geodetica nell'area vulcanica napoletana. Ischia, 53-55.
- Bingley, R.M., A.H. Dodson, N.T. Penna, F.N. Teferle, and T.F. Baker (2001). *Monitoring the vertical land movement component of changes in mean sea level using GPS: results from tide gauges in the UK*. Journal of Geospatial Engineering, 3, 9-20.
- Boschi E., Guidoboni E., Ferrari G., Valensise G. e Gasperini P. (eds.) (1997). *Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1990*, ING-SGA, Bologna.
- Bottiglieri, M., M. Falanga, U. Tammamaro, P. De Martino, F. Obrizzo, C. Godano, and F. Pingue (2010). *Characterization of GPS time series at the Neapolitan volcanic area by statistical analysis*. Journal of Geophysical Research, 115, B10416, doi:10.1029/2009JB006594.
- Brown R. J., Orsi G. and de Vita S. (2008). *New insights into late Pleistocene explosive volcanic activity and caldera formation on Ischia (Southern Italy)*. Bulletin of Volcanology, 70, 5, 583-603.
- Bruno P. P., de Alteris G. and Florio G. (2002). *The western undersea section of the Ischia volcanic complex (Italy, Tyrrhenian Sea) inferred by marine geophysical data*. Geophysical Research Letters, 29, 9.
- Buchner G. (1986). *Eruzioni vulcaniche e fenomeni vulcano-tettonici di età preistorica e storica nell'isola d'Ischia*, in Centre Jean Berard ed., Tremblements de Terre, Eruptions Volcaniques et Vies des Hommes, dans la Campanie Antique, Vol. 7, pp. 145-188, Institut Francais de Naples.
- Buchner G. e A. Rittmann (1948). *Origine e passato dell'isola d'Ischia*, Ed. Macchiaroli, 1-77, Napoli.
- Calais E., Vergnolle M., Déverchère J., San'kov V., Lukhnev A. and Amarjargal S. (2002). *Are post-seismic effects of the M= 8.4 Bolnay earthquake (July 12, 1905) still influencing GPS velocities in the Mongolia-Baikal area?*. Geophysical Journal International, 149, 157-168.
- Carlino S., Cubellis E., Luongo G., Obrizzo F. (2006). *On the mechanics of caldera resurgence of Ischia Island (southern Italy)*. Geological Society, London, Special Publications, 269, 181-193.
- Ching K., Rau R.-J., Lee J.-C., Hu J.-C. (2007). *Contemporary deformation of tectonic escape in SW Taiwan from GPS observations, 1995-2005*. Earth and Planetary Science Letters, 262, 601-619.
- Civetta L., Gallo G. & Orsi G. (1991). *Sr and Nd isotope and trace elements constraints on the chemical evolution of the magmatic system of Ischia (Italy) in the last 55,000 ka*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 46, 213-230.
- Chiodini G., Avino R., Brombach T., Caliro S., Cardellini C., de Vita S., Frondino F., Granieri D., Marotta E.,

- Ventura G. (2004). *Fumarolic and diffusive soil degassing west of Mount Epomeo, Ischia, Italy*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 133, 291-309.
- Chiocci F. L. and G. de Alteris (2006). *The Ischia debris avalanche: first clear submarine evidence in the Mediterranean of a volcanic island prehistorical collapse*. Terra Nova, 18, 3, 202-209.
- Cubellis E. e Luongo G. (1998). *Il terremoto del 28 luglio 1883 a Casamicciola nell'isola d'Ischia – Il Contesto fisico*, Monografia n.1 – Servizio Sismico Nazionale. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma, 49-123.
- D'Agostino N., Mantenuto S., D'Anastasio E., Giuliani R., Mattone M., Calcaterra S., Gambino P. and Bonci L. (2011). *Evidence for localized active extension in the central Apennines (Italy) from global positioning system observations*. Geology, 39, 291-294, doi:10.1130/G31796.1.
- Dach, R., U. Hugentobler, P. Fridez, and M. Meindl (2007). *User Manual of the Bernese GPS Software 5.0*, Astron. Inst., Univ. of Bern, Bern, Switzerland.
- Della Seta M., Marotta E., Orsi G., de Vita S., Sansivero F., Fredi P. (2011). *Slope instability induced by volcano-tectonics at Ischia (Italy): an additional source of hazard in active volcanic areas*. Bulletin of Volcanology, doi: 10.1007/s00445-011-0501-0.
- Del Gaudio C., Borgstrom S., De Martino P., Ricco C., Sepe V. (1999). *Rete GPS*. In: Rendiconto sull'attività di sorveglianza dell'Osservatorio Vesuviano. Ischia. Deformazioni del suolo, 66-75.
- Del Gaudio C., De Martino P., Ricciardi G. P., Ricco C., Sepe V., Borgstrom S., Cecere G., D'Errico V., Siniscalchi V., Aquino I., Tesauro M. (2000). *GPS*. In: Rendiconto sull'attività di sorveglianza dell'Osservatorio Vesuviano. Ischia. Deformazioni del suolo, 70.
- Del Gaudio C., Aquino I., Ricco C., Sepe V., Serio C. (2011). *Monitoraggio geodetico dell'isola d'Ischia: risultati della livellazione geometrica di precisione eseguita a giugno 2010*. Quaderni di Geofisica, 87.
- De Martino P., Tammaro U., Brandi G., D'Alessandro A., Dolce M., Esposito T., Malaspina S., Obrizzo F., Pingue F., Serio C. (2007). *Area vulcanica napoletana: 10 anni di osservazioni GPS*. In: Atti 11° Conferenza Nazionale ASITA, Torino 2007, 925-930.
- de Vita S., Sansivero F., Orsi G., Marotta E., Piochi M. (2010). *Volcanological and structural evolution of the Ischia resurgent caldera (Italy) over the past 10 k.y.* Geological Society of America, Special paper 464, 193-241.
- Di Napoli R., Aiuppa A., Bellomo S., Brusca L., D'Alessandro W., Gagliano Candela E., Longo G., Pecoraino G., Valenza M. (2009). *A model for Ischia hydrothermal system: Evidence from the chemistry of thermal groundwater*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 186, 133-159.
- Dolce M., Brandi G., D'Alessandro A., Malaspina S. (2010). *Campagna di misure GPS all'Isola d'Ischia (Maggio-Giugno 2010)*. Rapporti Tecnici INGV, 157.
- Estey H. L., Meertens M. C. (1999). *TEQC: The Multi-Purpose Toolkit for GPS/GLONASS Data*. GPS Solutions, 3, 1, 42-49.
- Finetti I. & Del Ben A. (1986). *Geophysical study of the Tyrrhenian opening*. Bollettino di Geofisica Teorica e Applicata, 27, 74-115.
- Grablovitz, G. (1887). *Studi mareometrici al Porto d'Ischia*. Rendiconto Accademia dei Lincei, 4 ser, 3, 11, Roma.
- Grablovitz, G. (1911). *Il mareografo d'Ischia in relazione ai bradisismi*. Bollettino della Società Sismologica Italiana 15, 144-153.
- Gubellini A., Marsella M., Unguendoli M., Vittuari L. (1992). *Rete planoaltimetrica per il controllo del sito LASER di Lampedusa*. Bollettino SIFET, 2, 59-70.
- Langbein, J., and H. Johnson (1997). *Correlated error in geodetic time series: Implications for time-dependent deformation*, Journal of Geophysical Research, 102 (B1), 591– 604.
- Loperfido A. (1914). *Livellazione geometrica di precisione. Isola d'Ischia e Vesuvio*. Tipografia Barbera, Firenze.
- Luongo G., Carlino S., Cubellis E., Obrizzo F. (2009). *Resurgent and avalanche Caldera at Ischia Island (Southern Italy)*. In: GEOITALIA 2009, VII Forum Italiano di Scienze della Terra. Rimini 9-11 settembre 2009. Epitome 3, 276. Tributo a Giorgio Marinelli, a cura di F. Barberi, A. Dini, F. Innocenti, R. Mazzuoli, R. Santacroce, 20-21.
- Luongo G., Cubellis E., Obrizzo F., Petrazzuoli S.M., (1991). *A physical model for the origin of volcanism of the Tyrrhenian margin: the case of the neapolitan area*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 48, 173-185.
- Luongo L., Cubellis E., Di Vito M. A., and Cascone E. (1995). *L'isola d'Ischia: dinamica e struttura del M. Epomeo*. In: Cinquanta Anni di Attività Didattica e Scientifica del Prof. F. Ippolito. Liguori, Naples, 427-436.
- Luongo G., Cubellis E. and Obrizzo F. (1987). *Ischia: Storia di un'isola vulcanica*. Ed. Liguori, Naples.
- Maino A. e Tribalto G. (1971). *Rilevamento gravimetrico di dettaglio nell'isola d'Ischia*. Bollettino del Servizio Geologico d'Italia, 92, 109-123.
- Mann P., Calais E., Ruegg J., DeMets C., Jansma P. E., and Mattioli G. S. (2002). *Oblique collision in the northeastern Caribbean from GPS measurements and geological observations*. Tectonics, 21(6), 1057, doi:10.1029/2001TC001304.

- Manzo M., Ricciardi G.P., Casu F., Ventura G., Zeni G., Borgstrom S., Berardino P., Del Gaudio C., Lanari G. (2006). *Surface deformation analysis in the Ischia Island (Italy) based on spaceborn radar interferometry*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 151, 399-416.
- Mao, A., C. G. A. Harrison, and T. H. Dixon (1999). *Noise in GPS coordinate time series*, Journal of Geophysical Research, 104, 2797– 2816.
- Molin P., Acocella V. and Funicello R. (2003). *Structural, seismic and hydrothermal features at the border of an active intermittent resurgent block: Ischia Island (Italy)*. Journal of Geophysical Research, 121, 65-81.
- Orsi G., Gallo G. and Zanchi A. (1991). *Simple shearing block resurgence in caldera depressions. A model from Pantelleria and Ischia*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 47, 1-11.
- Obrizzo F., Aquino I., Brandi G., D'Alessandro A., Del Gaudio C., De Martino P., Dolce M., Ricco C., Sepe V., Serio C. and Tammara U. (2011). *Ischia island: strain field by GPS and Levelling data*. Geophysical Research Abstracts, Vol. 13, EGU2011-13941-4.
- Patacca E. & Scandone P. (2007). *Geology of the Southern Apennines*. Bollettino Società Geologica Italiana, 7, 75-119.
- Petrini R., Forte C., Orsi G., Piochi M., Pinzino C. and Pedrazzi G. (2001). *Influence of magma dynamics on melt structure: studies on volcanic glasses from Cretaceous Tephra of Ischia (Italy)*. Contributions to Mineralogy and Petrology, 140, 532-542.
- Pingue F., Berrino G., Borgstrom S. E. P., Brandi G., Capuano P., Cecere G., D'Alessandro A., De Martino P., Del Gaudio C., D'Errico V., La Rocca A., Malaspina S., Obrizzo F., Pinto S., Ricciardi G. P., Ricco C., Russo A., Sepe V., Serio C., Siniscalchi V., Tammara U., Aquino I., Dolce M. (2005). *Geodesia*. In: Attività di sorveglianza dell'Osservatorio Vesuviano - Rendiconto anno 2003, 59-170.
- Postpischl D. (1985). *Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980*. Quaderni de "La Ricerca Scientifica", CNR-PFG, 114, 2B.
- Ridgway D. (1984). *L'alba della Magna Grecia*. 1-200, Ed. Longanesi&C., Milano.
- Rittmann A. (1930). *Geologie der Insel Ischia*. Zeitschrift fur Vulkanologie, VI, 268 pp.
- Sbrana A., F. Fulignati F., P. Marianelli, A.J. Boyce and A. Cecchetti (2009). *Exhumation of an active magmatic hydrothermal system in a resurgent caldera environment: the example of Ischia (Italy)*, Journal of the Geological Society, London, 166, 1066-1073.
- Sepe V., Atzori S. and Ventura G. (2007). *Subsidence due to crack closure and depressurization of hydrothermal system. A case study from Mt Epomeo (Ischia Island, Italy)*. Terra Nova, 19, 127-132.
- Tibaldi A., Vezzoli L. (1998). *The space problem of caldera resurgence: an example from Ischia Island, Italy*. Geol. Rundsch., 87, 53-66.
- Tibaldi A. and Vezzoli L. (2004). *A new type of volcano flank failure: the resurgent caldera sector collapse, Ischia, Italy*. Geophysical Research Letters, 31, L14605 doi: 10.1029/2004GL020419.
- Unguendoli M. (1992). *La tecnica GPS in Italia: stato dell'arte e prospettive future*. Bollettino SIFET, 1.
- Vezzani L., Festa A. and Ghisetti F. (2010). *Geology anche Tectonic Evolution of the Central-Southern Apennines, Italy*, Geological Society of America, Special Paper 469, 1-58.
- Vezzoli L. (ed.) (1988). *Island of Ischia*. Quaderni de "La Ricerca Scientifica", CNR-PFG, 114, 10.
- Williams, S. D. P. (2003). *The effect of coloured noise on the uncertainties of rates estimated from geodetic time series*, Journal of Geodynamics, 76, 483-494.
- Williams, S. D. P., Y. Bock, P. Fang, P. Jamason, R. M. Nikolaidis, L. Prawirodirdjo, M. Miller, and D. J. Johnson (2004). *Error analysis of continuous GPS time series*, Journal of Geophysical Research, 109, B03412, doi:10.1029/2003JB002741.
- Williams, S. D. P. (2008). *CATS: GPS coordinate time series analysis software*, GPS solutions, 12 (2), 147-153, doi:10.1007/s10291-007-0086-4.
- Zhang, J., Y. Bock, H. Johnson, P. Fang, S. Williams, J. Genrich, S. Wdowinski, and J. Behr (1997). *Southern California permanent GPS geodetic array: Error analysis of daily position estimates and site velocities*, Journal of Geophysical Research, 102(B8), 18,035–18,055.

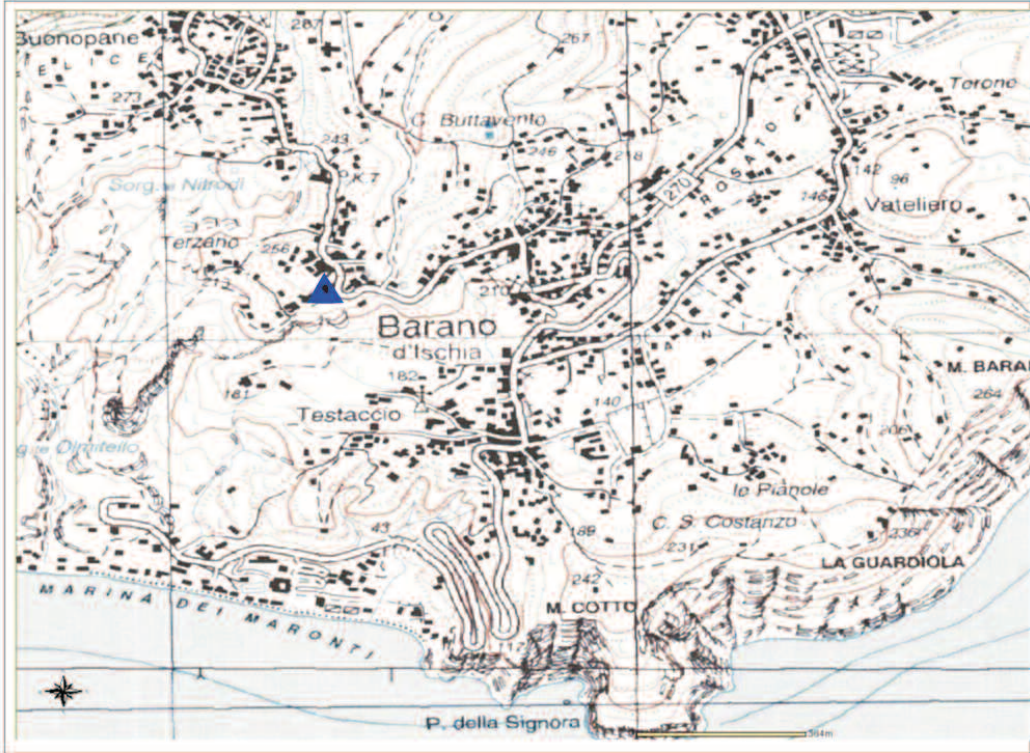
appendice

monografie stazioni

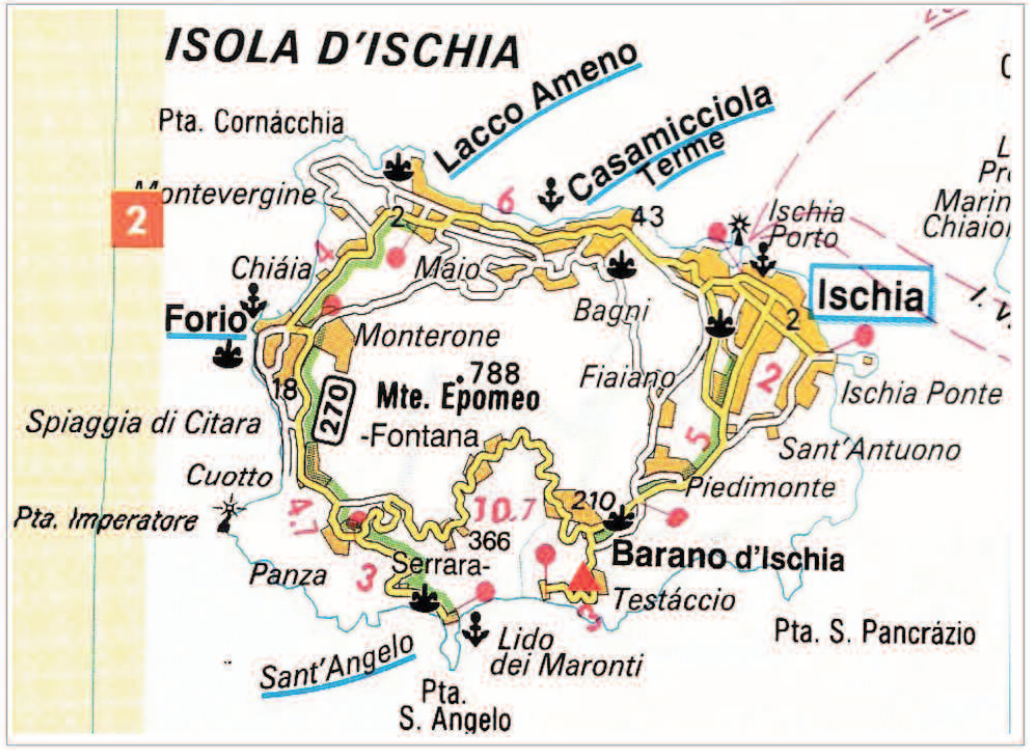
	Barano (BARA)		RETE NVAGN
	Provincia: Napoli Comune: Barano d'Ischia	Proprietà: area demaniale	
Coord. Geograf. WGS84 Coord. Piane Gauss Boaga Tavoletta I.G.M.I. Lat. : 40° 42' 28.64" N N : 4506912 1: 25.000 Lon. : 13° 54' 58.48" E E : 2428462 Ht. : 277.5 m		ISCHIA - Località: Barano	
Monumentazione: Vertice 3D Data materializzazione: 1993 Ente installatore: O.V. Stato del Vertice: Attivo Data di Dismissione:		Tipo di sito: sito non protetto Alimentazione: da solo batterie Supporto: Asta Normale o Asta tipo Antartide con attacco da 5/8 Accessibilità: raggiungibile con auto da strada Note: raccordo largo copertura per strumentazione minuteria	
Riferimenti : umberto.tammaro@ov.ingv.it mario.dolce@ov.ingv.it			
		Ostacoli presenti: 	
<p>Accesso: Provenendo dal porto si arriva nella piazza S. Rocco di Barano, si prosegue per Fontana attraverso Via corrado Buono. Prima del ristorante "Franceschino", subito dopo il centro abitato di Barano, si incontra sulla sx il Belvedere con panchina color giallo. Il punto è situato in un pozzetto con coperchio in ghisa sul muro di contenimento in cemento armato alle soalle della ringhiera di protezione.</p>			
<p>Geologia: Accumulo di frana di colamento e scoscendimento di rosato; costituiti da frammenti di siltiti della Formazione di Colle Jetto e di Tufite del Monte Epomeo.</p>			

	Barano (BARA)		RETE NVAGN
	Provincia: Napoli Comune: Barano d'Ischia	Proprieta' : area demaniale	

Carta Topografica (non in scala)



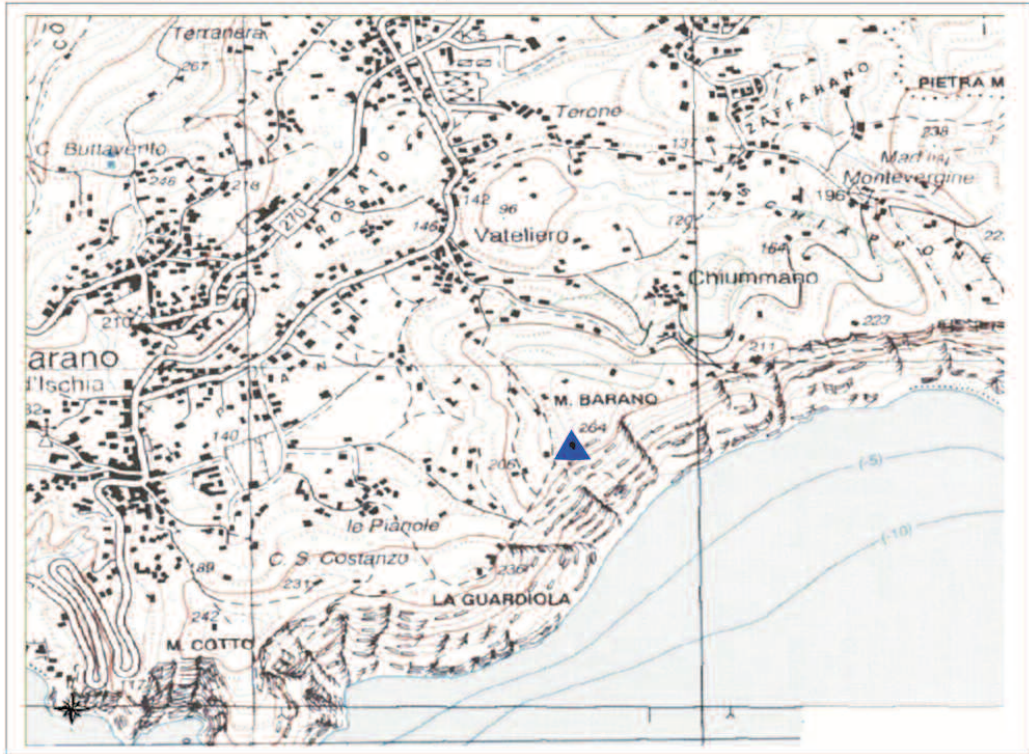
Atlante Stradale d'Italia I.T.C. (non in scala)



	Chiummano (CHIU)		RETE NVAGN
	Provincia: Napoli Comune: Barano d'Ischia	Proprietà: Privata	
Coord. Geograf. WGS84 Coord. Piane Gauss Boaga Tavoletta I.G.M.I. Lat. : 40° 42' 26.29'' N N : 4506820 1: 25.000 Lon. : 13° 56' 05.65'' E E : 2430037 Ht. : 265.9 m		ISCHIA - Località: Chiummano	
Monumentazione: Vertice 3D Data materializzazione: 1996 Ente installatore: O.V. Stato del Vertice: Attivo Data di Dismissione:		Tipo di sito: sito protetto Alimentazione: da solo batterie Supporto: Asta Normale o Asta tipo Antartide con attacco da 5/8 Accessibilità: raggiungibile con auto piccola 4X4 Note: raccordo largo copertura per strumentazione minuteria	
		Ostacoli presenti:	
<p> Accesso: Partendo da Ischia Porto si supera Piedimonte. Seguendo la via Provinciale si incontra l'incrocio con il bivio per i Maronti sulla sinistra. Scendere la strada ed al primo incrocio voltare a sinistra. Giungere alla chiesa del Vatoliere, 50 mt dopo, sulla destra, c'è una stradina, Via Chiummano (all'angolo c'è un bar). Proseguire per Chiummano alta, sempre dritto, fino alla fine della strada fino ad arrivare alla casa dell'avv. Filippo Di Costanzo. Il vertice è posto sul terrazzo di copertura del villino. </p>			
<p> Geologia: Formazione di Piano Liguori: ceneri bianche provenienti dal centro eruttivo della Secca d'Ischia; alcalitrachite. </p>			

<p>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano</p>	Chiummano (CHIU)		RETE NVAGN
	Provincia: Napoli Comune: Barano d'Ischia	Proprieta` : Privata	

Carta Topografica (non in scala)



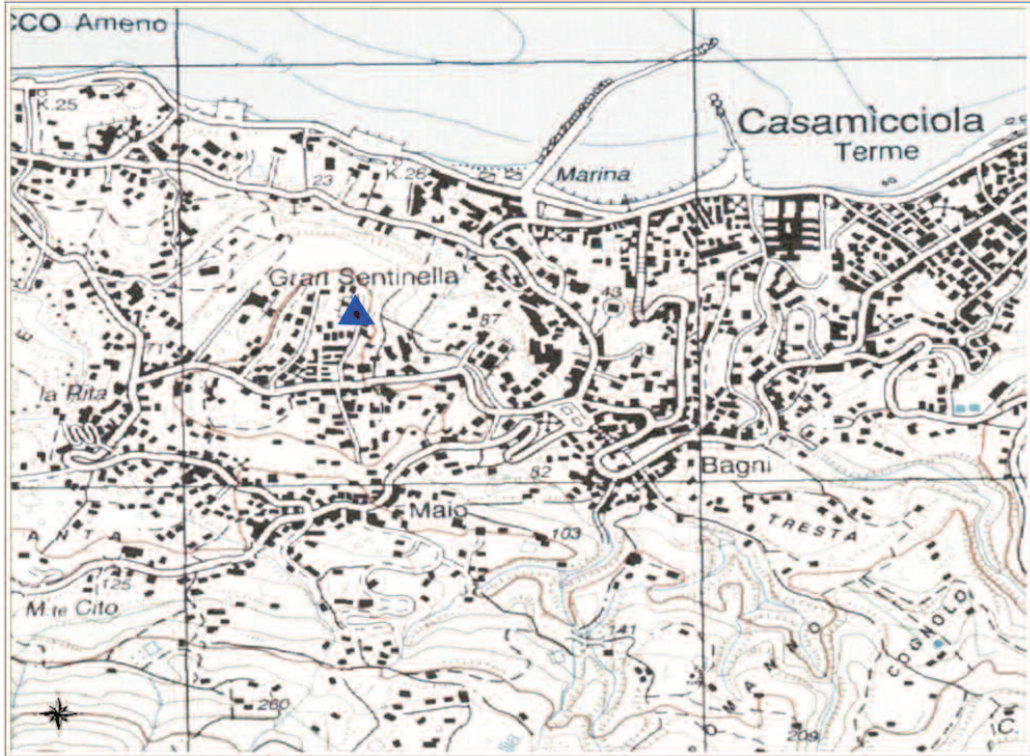
Atlante Stradale d'Italia I.T.C. (non in scala)



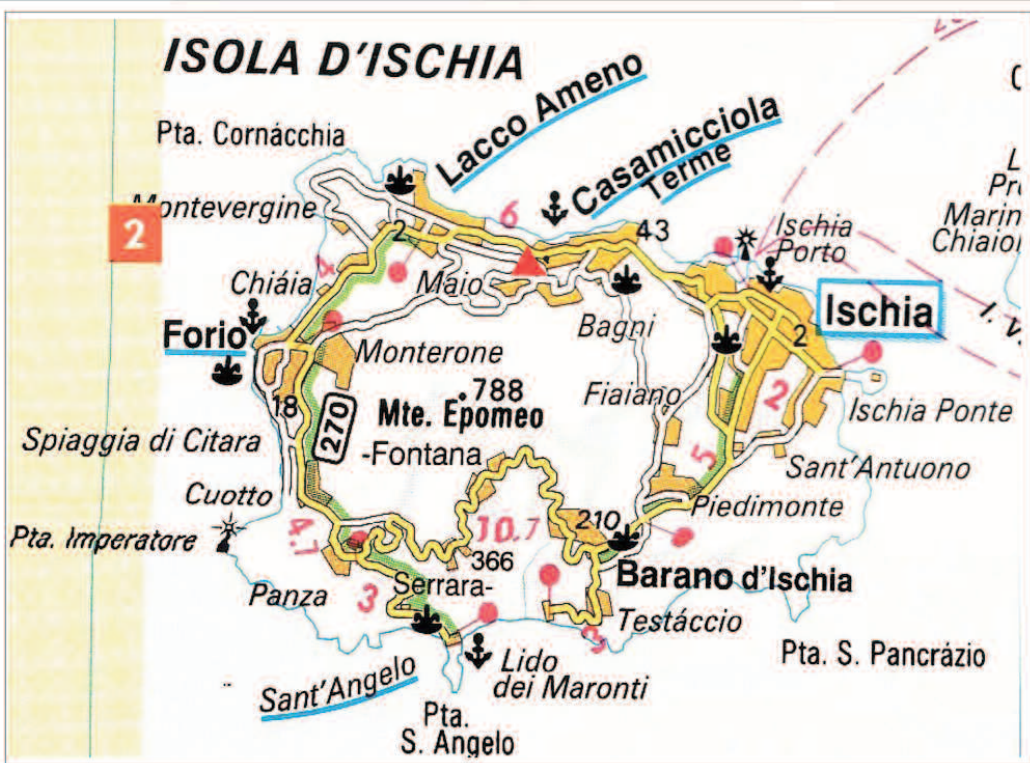
	Casamicciola (CSMI)		RETE NVAGN
	Provincia: Napoli Comune: Casamicciola Terme	Proprietà: Osservatorio Geofisico di Casamicciola	
Coord. Geograf. WGS84 Coord. Piane Gauss Boaga Tavoletta I.G.M.I. Lat. : 40° 44' 48.18" N N : 4506786 1: 25.000 Lon. : 13° 54' 05.57" E E : 2432853 Ht. : 265.9 m		ISCHIA - Località: Casamicciola Osservatorio	
Monumentazione: Vertice 3D Data materializzazione: 1993 Ente installatore: O.V. Stato del Vertice: Attivo Data di Dismissione:		Tipo di sito: sito protetto Alimentazione: elettrica e da batterie Supporto: Asta Normale o Asta tipo Antartide con attacco da 5/8 Accessibilità: raggiungibile con auto da strada Note: raccordo largo copertura per strumentazione minuteria	
Riferimenti : umberto.tammaro@ov.ingv.it mario.dolce@ov.ingv.it		Ostacoli presenti:	
<p>Accesso: Partendo da Casamicciola Porto, in prossimità della chiesa di S. Gabriele, prendere direzione Piazza Bagni e proseguire per località Sentinella attraverso via Castanito. Prendere incrocio con via Grande Sentinella per l'Osservatorio geofisico di Casamicciola dopo aver superato la Basilica di S. Maria Maddalena. Giunti all' Osservatorio Geofisico, il vertice è sul bordo che guarda il giardino interno dell'osservatorio.</p>			
<p>Geologia: Accumulo di frana di crollo e di scoscendimento a blocchi di Tufo Verde.</p>			

<p>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano</p>	Casamicciola (CSMI)		RETE NVAGN
	Provincia: Napoli Comune: Casamicciola Terme	Proprietà: Osservatorio Geofisico di Casamicciola	

Carta Topografica (non in scala)



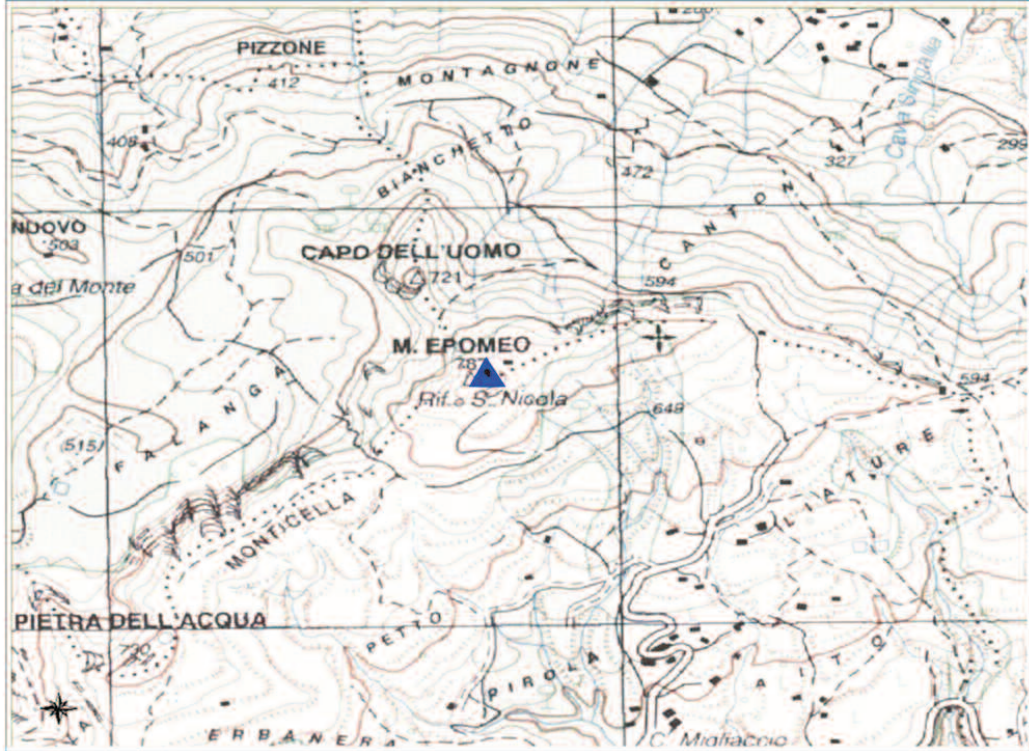
Atlante Stradale d'Italia I.T.C. (non in scala)



	M.te Epomeo (EPOM)		RETE NVAGN
	Provincia: Napoli Comune: Serrara Fontana	Proprietà: Privata	
Coord. Geograf. WGS84 Coord. Piane Gauss Boaga Tavoletta I.G.M.I. Lat. : 40° 43' 48.59" N N : 4509400 1: 25.000 Lon. : 13° 53' 40.17" E E : 2426655 Ht. : 803.3 m		ISCHIA - Località: Epomeo Tipo di sito: sito non protetto Alimentazione: da solo batterie Supporto: Asta Normale o Asta tipo Antartide con attacco da 5/8 Accessibilità: raggiungibile con piccola auto 4X4 da strada seguono 1.2 Km a piedi Note: raccordo largo, copertura per strumentazione minuteria, eventuale cavo antenna da 60mt	
Monumentazione: vertice 3D Data materializzazione: 1996 Ente installatore: O.V. Stato del Vertice: Attivo Data di Dismissione:	Riferimenti : umberto.tammara@ov.ingv.it mario.dolce@ov.ingv.it		
	Ostacoli presenti:		
<p>Accesso: Provenendo da Barano si prende direzione Serrara Fontana lungo la strada provinciale. Poco prima di entrare a Fontana (prima di p.zza IV novembre) si incontra sulla dx la strada Militare che conduce al monte Epomeo (cartello 3 Km). Si prosegue salendo, superando il bivio per la zona militare fino ad incontrare a sx una stradina sterrata. Proseguire fino a giungere al ristorante "Il Grotto di Mezzavia da Graziella", e poi prendere la stradina a sx. Da qui si procede a piedi per circa 1.2 Km fino a giungere in vetta. Il vertice è installato su roccia sul belvedere più alto vicino al pilastro geodetico.</p>			
Geologia: Tufo Verde del Monte Epomeo.			


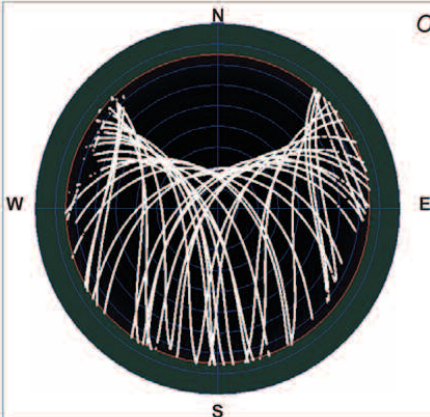
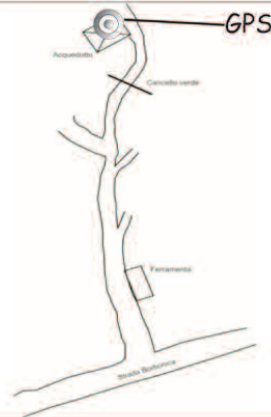


	M.te Epomeo (EPOM)		RETE NVAGN
	Provincia: Napoli Comune: Serrara Fontana	Proprieta': Privata	

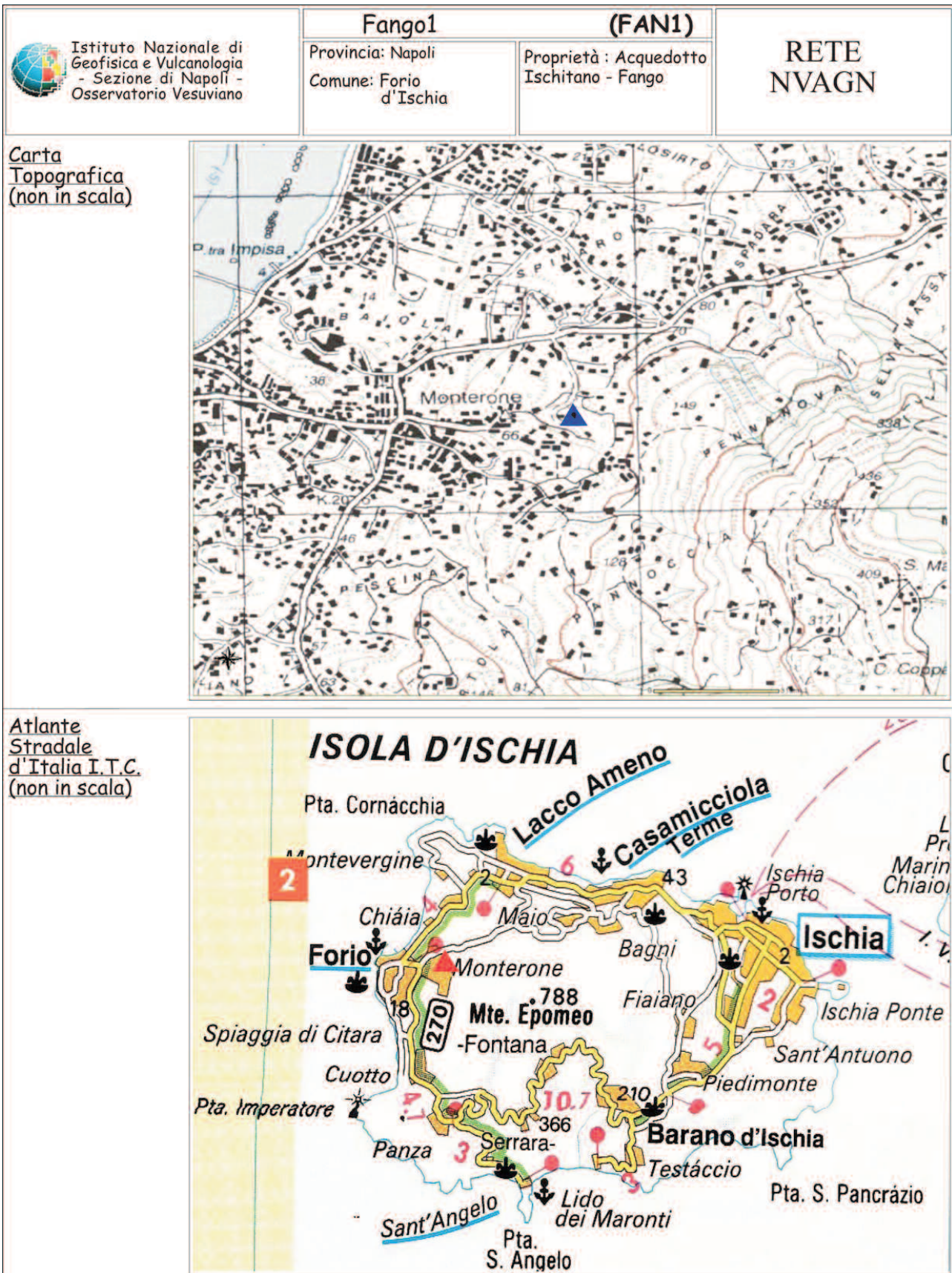
Carta Topografica (non in scala)



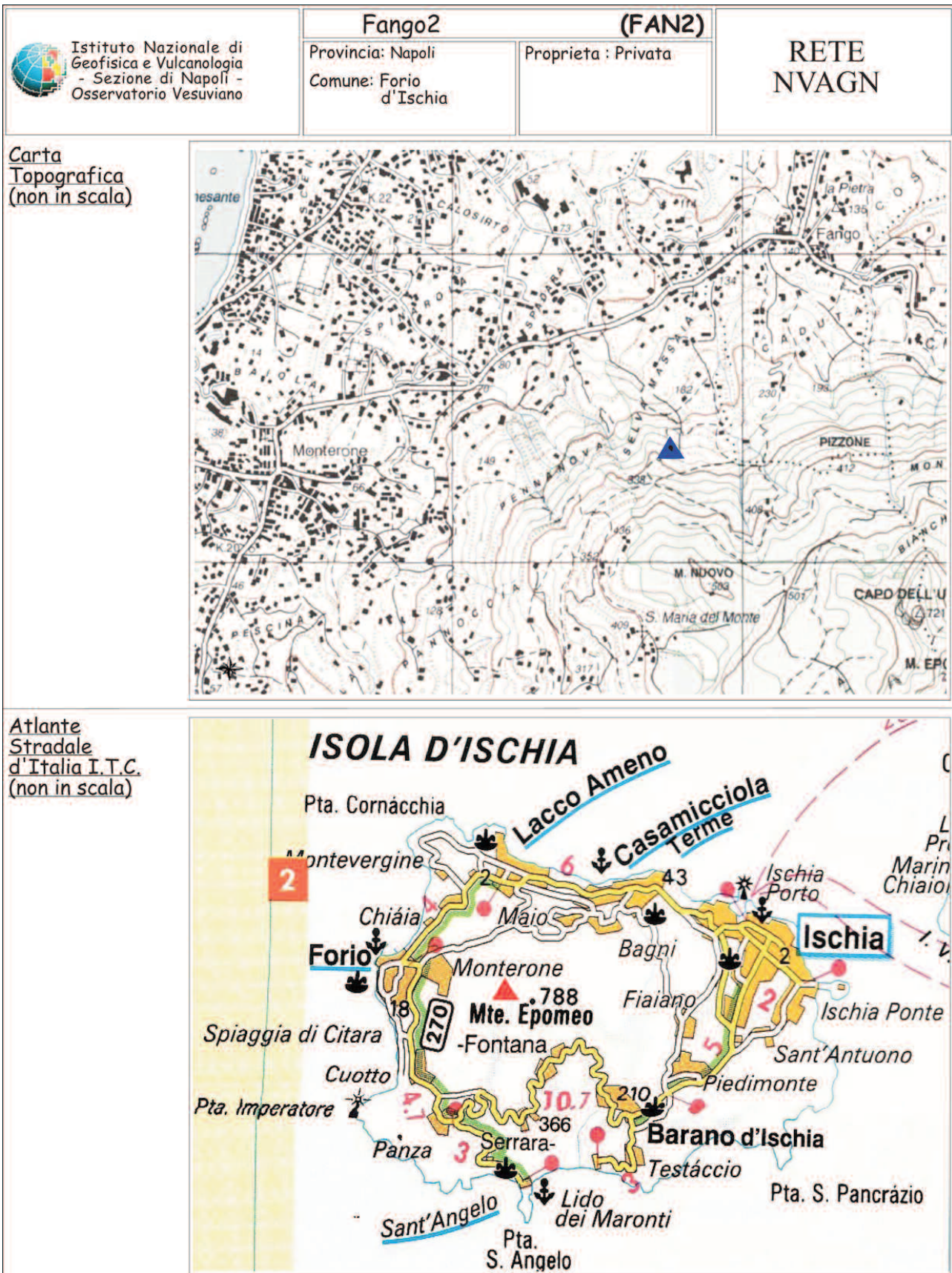
Atlante Stradale d'Italia I.T.C. (non in scala)



 <p>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano</p>	Fango1 (FAN1)		RETE NVAGN
	Provincia: Napoli Comune: Forio d'Ischia	Proprietà : Acquedotto Ischitano - Fango	
Coord. Geograf. WGS84 Coord. Piane Gauss Boaga Tavoletta I.G.M.I. Lat. : 40° 44' 10.94" N N : 4510113 1: 25.000 Lon. : 13° 52' 18.12" E E : 2424739 Ht. : 127.1 m		ISCHIA - Località: Fango	
Monumentazione: Vertice 3D Data materializzazione: 1998 Ente installatore: O.V. Stato del Vertice: Attivo Data di Dismissione:		Riferimenti : umberto.tammaro@ov.ingv.it mario.dolce@ov.ingv.it	Tipo di sito: sito protetto Alimentazione: da solo batterie Supporto: Asta Normale o Asta tipo Antartide con attacco da 5/8 Accessibilità: raggiungibile con auto da strada Note: raccordo stretto copertura per strumentazione minuteria
		Ostacoli presenti:	
<p>Accesso: Seguire, da Lacco Ameno, la strada Borbonica in direzione di Forio. Arrivati in località Monterone, nei pressi del vecchio bowling, girare a sinistra per la prima traversa Baiola. Proseguire superando il ferramenta sulla destra e giungere alla fine della strada. Al primo bivio a destra c'è un cancello verde. Oltrepassarlo e fare altri 50 metri a piedi. Il vertice è sul tetto della sede dell'acquedotto. (SI SALE DAL RETRO)</p>			
<p>Geologia: Accumulo di frana di crollo e di scoscendimento a blocchi di Tufo Verde.</p>			
			



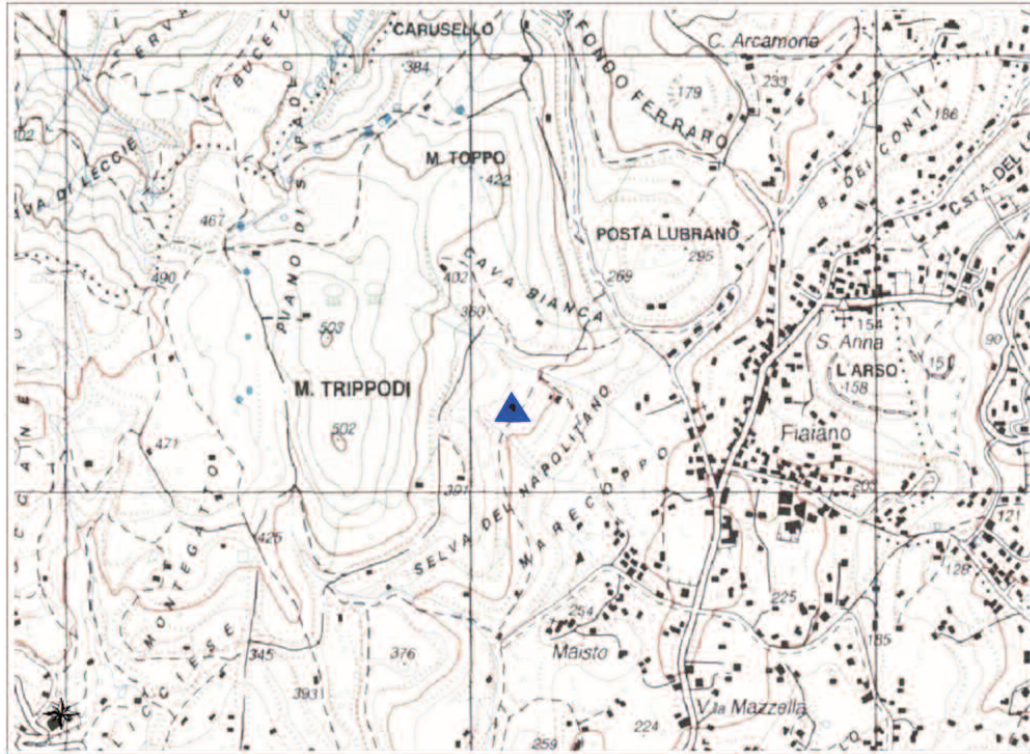
 <p>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano</p>	Fango2 (FAN2)		RETE NVAGN
	Provincia: Napoli Comune: Forio d'Ischia	Proprietà: Privata	
Coord. Geograf. WGS84 Coord. Piane Gauss Boaga Tavoletta I.G.M.I. Lat. : 40° 44' 15.36'' N N : 4510241 1: 25.000 Lon. : 13° 52' 46.23'' E E : 2425400 Ht. : 235.2 m		ISCHIA - Località: Fango	
Monumentazione: Vertice 3d Data materializzazione: 1998 Ente installatore: O.V. Stato del Vertice: Attivo Data di Dismissione:		Tipo di sito: sito protetto Alimentazione: da solo batterie Supporto: Asta Normale o Asta tipo Antartide con attacco da 5/8 Accessibilità: raggiungibile con auto piccola da strada Note: raccordo largo copertura per strumentazione minuteria	
Riferimenti : umberto.tammaro@ov.ingv.it mario.dolce@ov.ingv.it		Ostacoli presenti:	
			
<p>Accesso: Partendo da Lacco Ameno salire fino a giungere sulla via Borbonica percorrendola in direzione di Forio fino a giungere, sulla destra, a Via Spinavola. Imboccare la stradina di fronte a quest'ultima (non ha nome) e proseguire per circa 1 Km sullo sterrato, all'angolo si nota un palo dell'ENEL con una piccola cabina. Imboccare la stradina sulla destra, dopo una discesa abbastanza ripida si incontra la casa ancora in costruzione. Il vertice è materializzato sul solaio di copertura nello spigolo anteriore sinistro.</p>			
<p>Geologia: Accumulo di frana di crollo e di scoscendimento a blocchi di Tufo Verde.</p>			
			



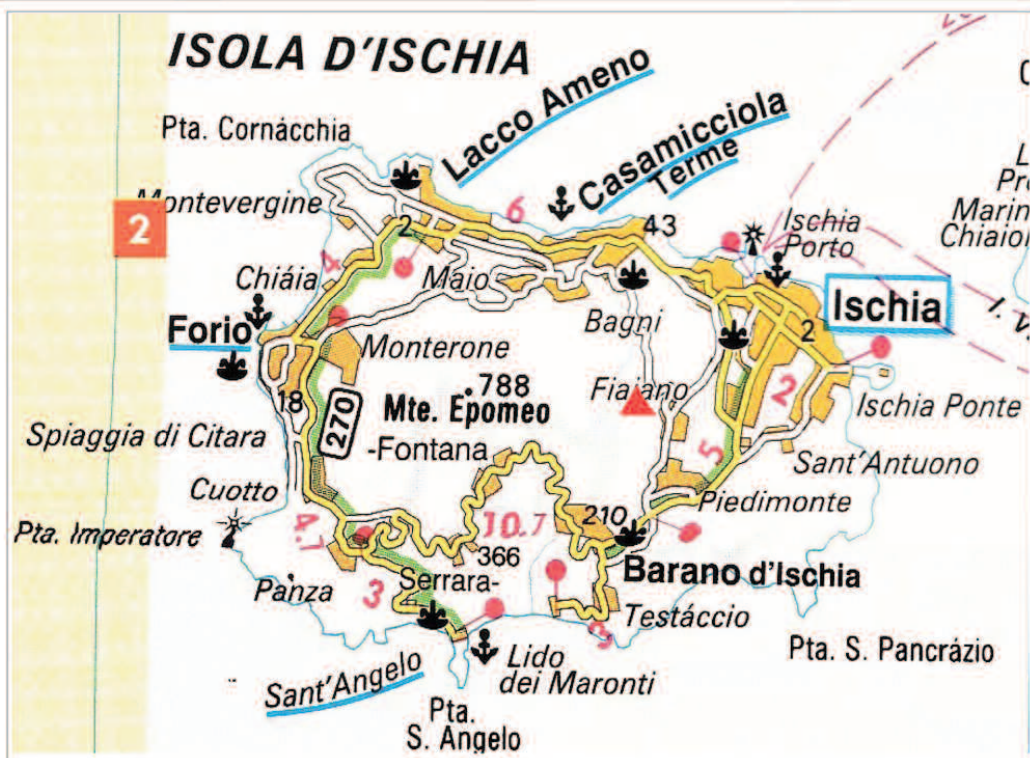
	Fiaiano (FIAI)		RETE NVAGN
	Provincia: Napoli Comune: Barano d'Ischia	Proprietà: area demaniale	
Coord. Geograf. WGS84 Coord. Piane Gauss Boaga Tavoletta I.G.M.I. Lat. : 40° 43' 40.70" N N : 4509125 1: 25.000 Lon. : 13° 55' 28.23" E E : 2429187 Ht. : 355.7 m		ISCHIA - Località: Fiaiano-M.te Trippodi Tipo di sito: sito non protetto Alimentazione: da solo batterie Supporto: Asta Normale o Asta tipo Antartide con attacco da 5/8 Accessibilità: non raggiungibile con auto da strada Note: raccordo stretto, copertura per strumentazione, minuteria. Il vertice è in un pozzetto senza il coperchio in cemento	
Monumentazione: Vertice 3D Data materializzazione: 1995 Ente installatore: O.V. Stato del Vertice: Attivo Data di Dismissione:	Riferimenti : umberto.tammaro@ov.ingv.it mario.dolce@ov.ingv.it		
	Ostacoli presenti:		
<p> Accesso: Provenendo dalla p.zza di Fiaiano, si trova, sulla sinistra, una grande chiesa tutta bianca; poco dopo si giunge ad un bivio. Prendere la stradina asfaltata sulla sinistra, (all'angolo c'è un bar) che si chiama via Duca degli Abruzzi; la si percorre tutta fino a giungere a via Cretaio. Su questa strada, poco prima di "ARAGONA-ARABIANNI" (sul lato destro), sul lato sinistro c'è una stradina lastricata che porta al monte Trippodi. Il sentiero pedonale porta in cima al monte. Giunti al primo incrocio salire sulla piazzola a sinistra con la base in pietra e andare verso sinistra per circa una decina di metri. Il vertice si trova nascosto dalla vegetazione in un pozzetto in cemento senza copertura. Vertice ex "TRIP" </p>			
<p> Geologia: Centro eruttivo di Selva del Napolitano: cupole laviche di efflusso de Selva del Napolitano associate a piroclastici pomicee. </p>			


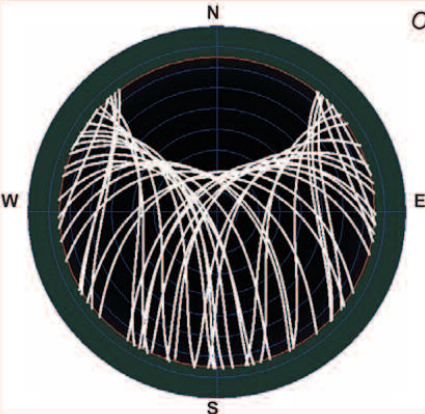
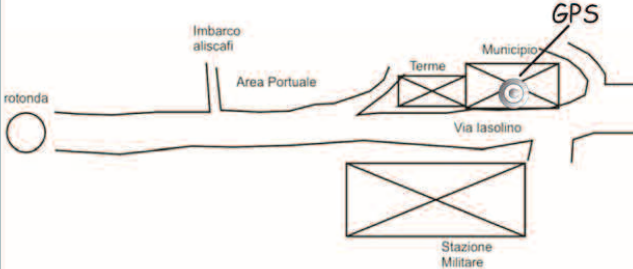

	Fiaino (FIAI)		RETE NVAGN
	Provincia: Napoli Comune: Barano d'Ischia	Proprietà: area demaniale	

Carta Topografica (non in scala)



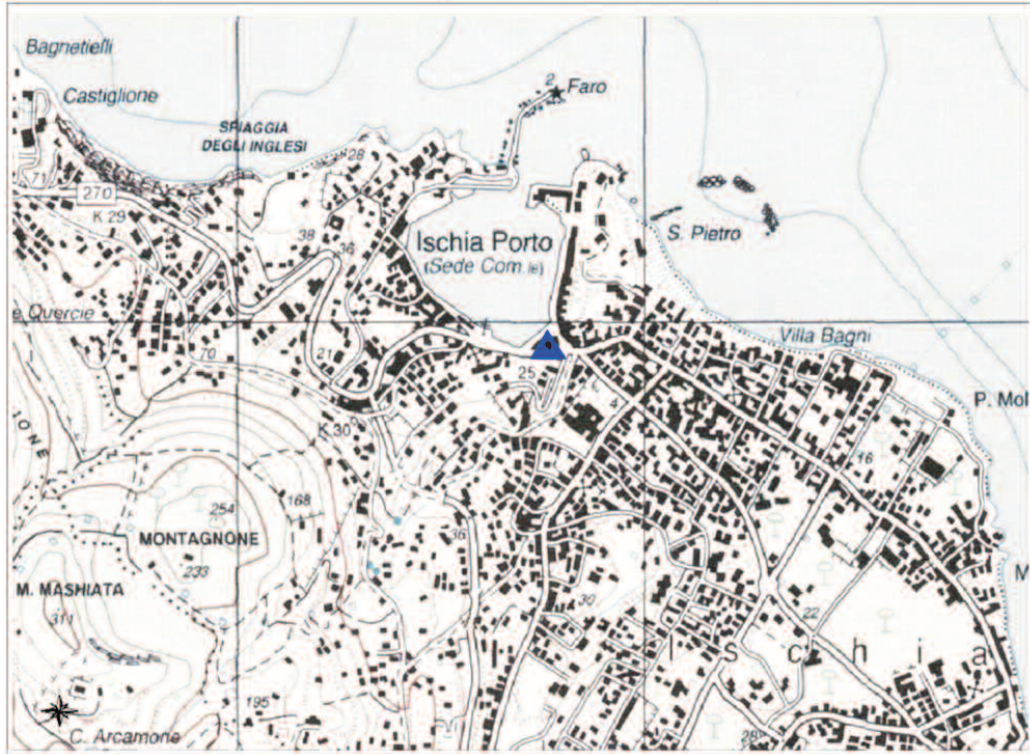
Atlante Stradale d'Italia I.T.C. (non in scala)



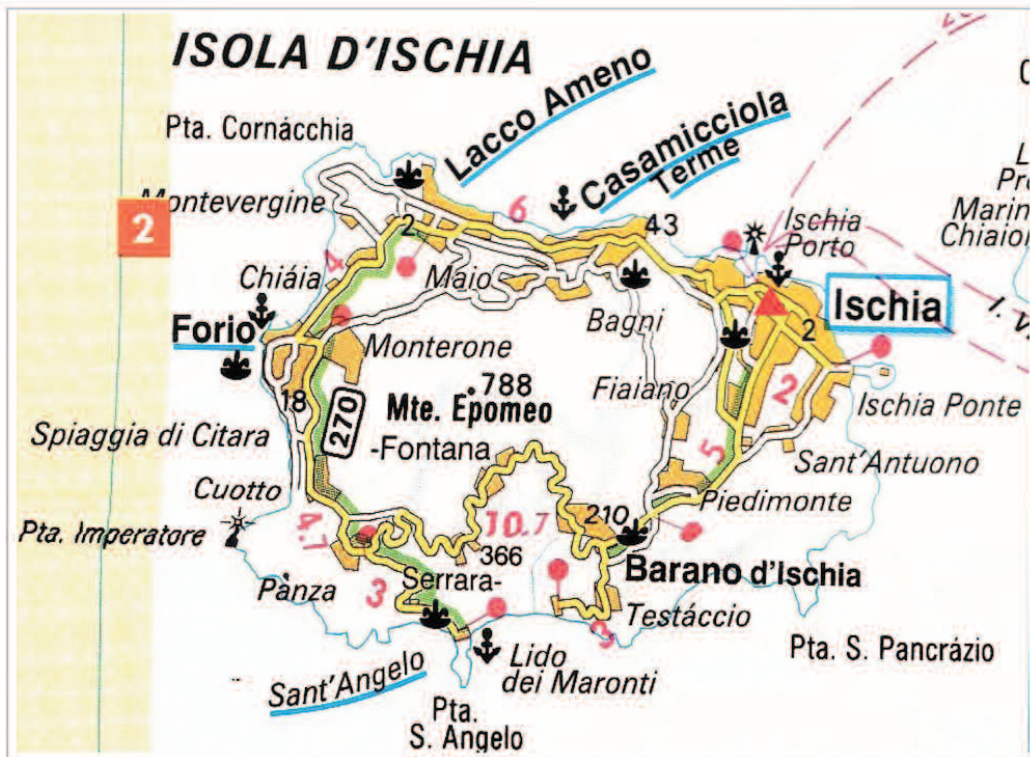
 <p>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano</p>	Ischia Porto (ISCH)		RETE NVAGN
	Provincia: Napoli Comune: Ischia Porto	Proprietà: Municipio di Ischia Porto	
Coord. Geograf. WGS84 Coord. Piane Gauss Boaga Tavoletta I.G.M.I. Lat. : 40° 44' 34.17" N N : 4510756 1: 25.000 Lon. : 13° 56' 31.95" E E : 2430701 Ht. : 56.9 m		ISCHIA - Località: Ischia Porto	
Monumentazione: Vertice 3D Data materializzazione: 1996 Ente installatore: O.V. Stato del Vertice: Attivo Data di Dismissione:		Tipo di sito: sito protetto Alimentazione: in rete e da batterie Supporto: Asta Normale o Asta tipo Antartide con attacco da 5/8 Accessibilità: raggiungibile con auto da strada Note: raccordo largo copertura per strumentazione minuteria	
Riferimenti : umberto.tammaro@ov.ingv.it mario.dolce@ov.ingv.it		Ostacoli presenti:	
			
<p>Accesso: Il vertice 3D si trova presso il Municipio di Ischia Porto sito in via Iasolino in prossimità dell'imbarco degli aliscafi. Giunti nel Municipio recarsi all'ingresso della sala della Giunta Comunale. Sulla sinistra c'è la finestra che permette di accedere al terrazzo di copertura dell'edificio, lato strada. Il vertice è situato sul cordolo in cemento armato.</p>			
<p>Geologia: Depositi di spiaggia attuali, Aree urbanizzate.</p>			
			

<p>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano</p>	Ischia Porto (ISCH)		RETE NVAGN
	Provincia: Napoli Comune: Ischia Porto	Proprietà : Municipio di Ischia Porto	

Carta Topografica (non in scala)



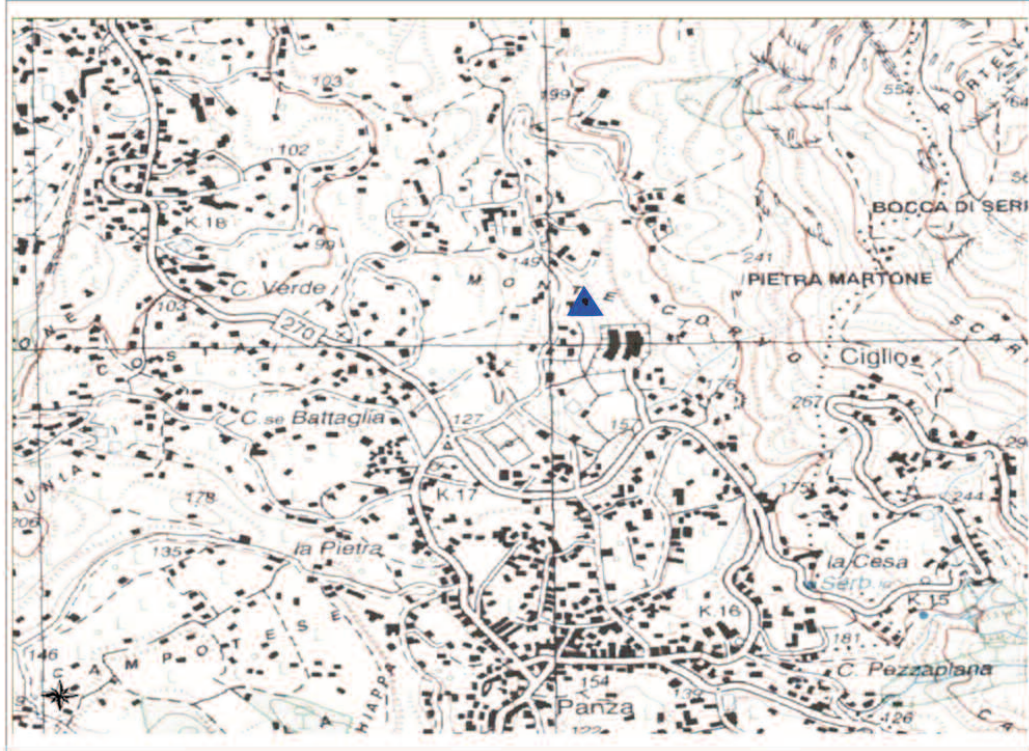
Atlante Stradale d'Italia I.T.C. (non in scala)



	Monte Corvo (MCOR)		RETE NVAGN
	Provincia: Napoli Comune: Forio d'Ischia	Proprietà: Privata	
Coord. Geograf. WGS84 Coord. Piane Gauss Boaga Tavolettta I.G.M.I. Lat. : 40° 43' 08.23" N N : 4508177 1: 25.000 Lon. : 13° 52' 27.54" E E : 2424935 Ht. : 197.9 m		ISCHIA - Località: Panza Tipo di sito: sito protetto Alimentazione: da solo batterie Supporto: Asta Normale o Asta tipo Antartide con attacco da 5/8 Accessibilità: raggiungibile con autoda strada Note: raccordo largo copertura per strumentazione minuteria	
Monumentazione: Vertice 3D Data materializzazione: 2002 Ente installatore: O.V. Stato del Vertice: Attivo Data di Dismissione:		Riferimenti : umberto.tammaro@ov.ingv.it mario.dolce@ov.ingv.it	
		Ostacoli presenti: 	
<p>Accesso: Partendo da Ischia Porto si prosegue in direzione di Forio. Al bivio per Panza voltare a sinistra e proseguire, fino ad arrivare presso "Ischia Infissi". entrare sulla sx , il verice si trova sul terrazzino della struttura in tufo che guarda il giardino.</p>			
<p>Geologia: Accumulo di frana di crollo e di scoscendimento a blocchi di Tufo Verde.</p>			

	Monte Corvo (MCOR)		RETE NVAGN
	Provincia: Napoli Comune: Forio d'Ischia	Proprieta': Privata	

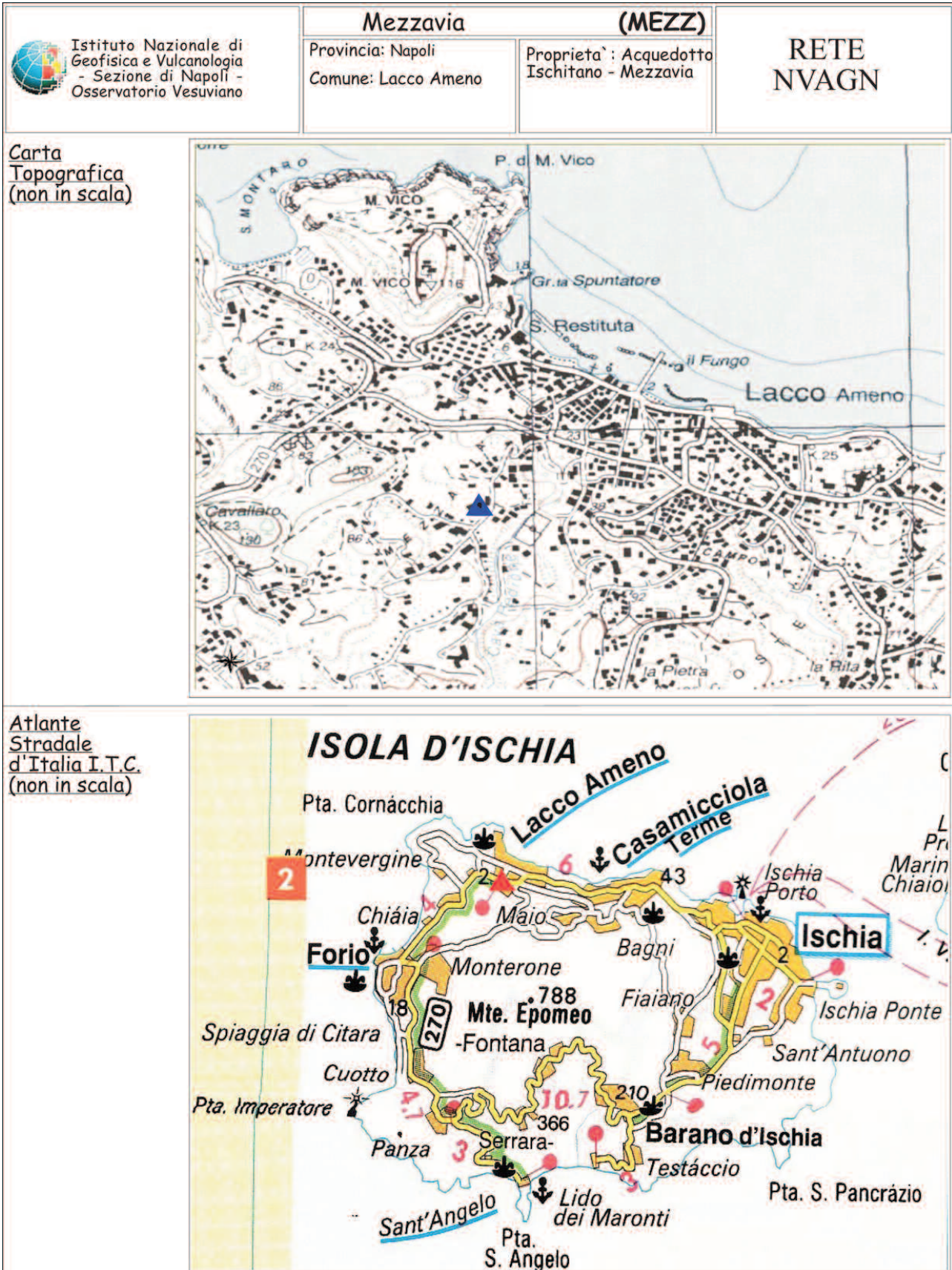
Carta Topografica (non in scala)


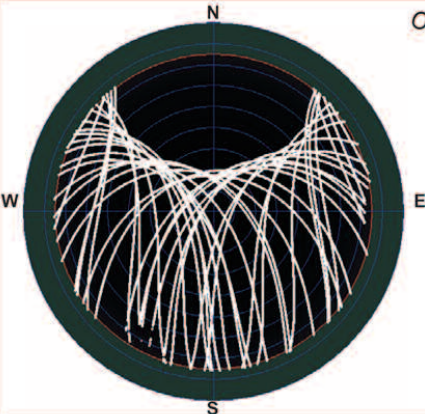
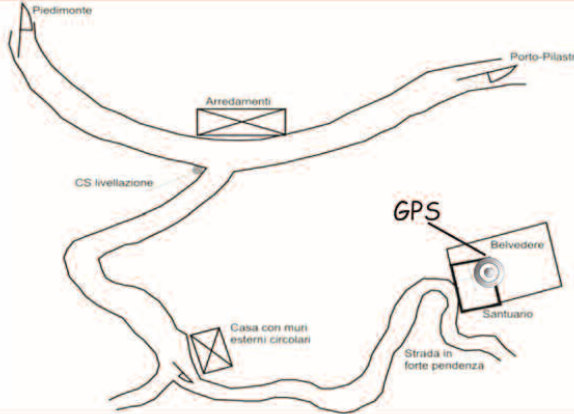



Atlante Stradale d'Italia I.T.C. (non in scala)



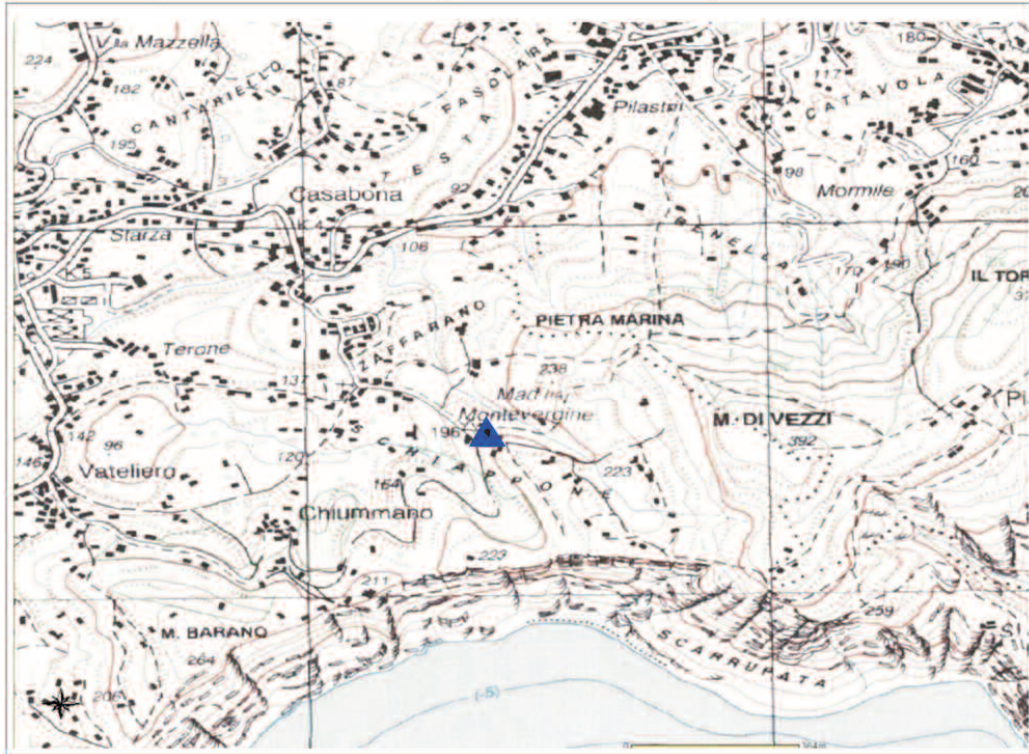
	Mezzavia (MEZZ)		RETE NVAGN
	Provincia: Napoli Comune: Lacco Ameno	Proprietà: Acquedotto Ischitano - Mezzavia	
Coord. Geograf. WGS84 Coord. Piane Gauss Boaga Tavoleta I.G.M.I. Lat. : 40° 45' 00.93" N N : 4511641 1: 25.000 Lon. : 13° 53' 03.43" E E : 2425822 Ht. : 114.5 m		ISCHIA - Località: Lacco Ameno	
Monumentazione: Vertice 3D Data materializzazione: 1996 Ente installatore: O.V. Stato del Vertice: Attivo Data di Dismissione:		Riferimenti : umberto.tammaro@ov.ingv.it mario.dolce@ov.ingv.it	Tipo di sito: sito non protetto Alimentazione: da solo batterie Supporto: Asta Normale o Asta tipo Antartide con attacco da 5/8 Accessibilità: raggiungibile con auto da strada Note: raccordo stretto copertura per strumentazione minuteria
		Ostacoli presenti:	
<p>Accesso: Procedendo lungo la S.S. Forio-Lacco, da Lacco Ameno a Forio, si imbocca una salita a sinistra: via Mezzavia. Percorrere questa strada fino ad arrivare alla fine della salita dove si incontra, sulla destra, la struttura in cemento armato dell'Acquedotto, delimitata da un cancello azzurro basso. Il vertice è cementato sul cordolo destro del tetto a cupola della struttura.</p>			
<p>Geologia: Accumulo di frana di crollo e di scoscendimento a blocchi di Tufo Verde.</p>			



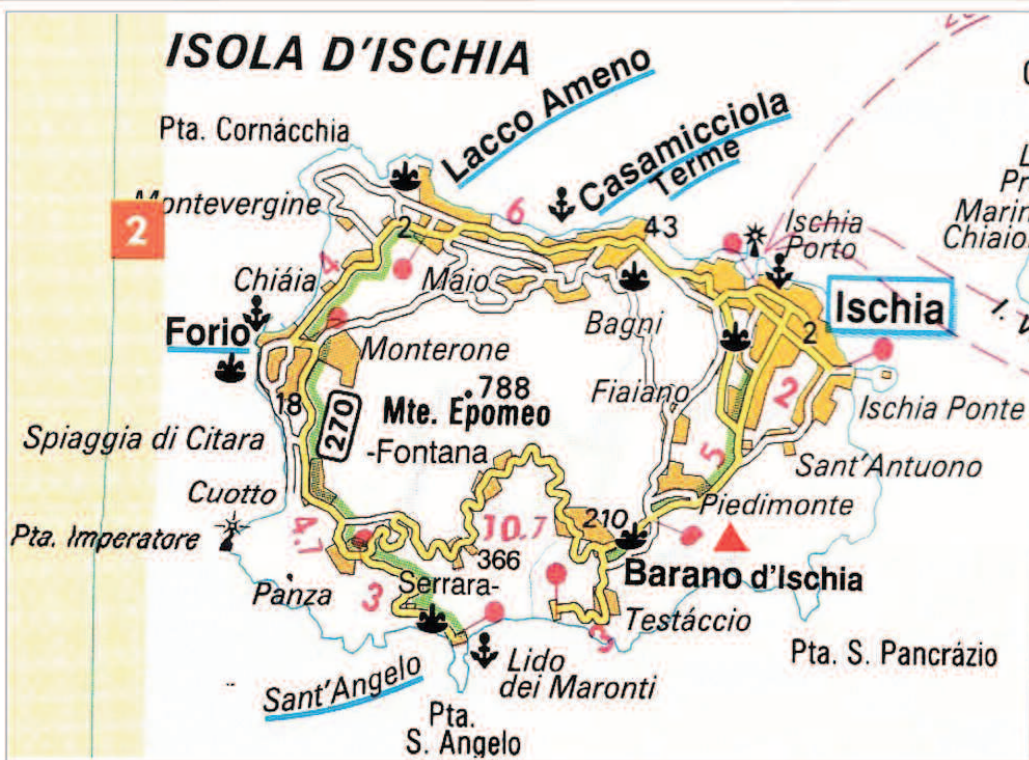
 <p>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano</p>	Molara (MOLA)		RETE NVAGN
	Provincia: Napoli Comune: Barano d'Ischia	Proprietà: Diocesi di Ischia	
Coord. Geograf. WGS84 Coord. Piane Gauss Boaga Tavoletta I.G.M.I. Lat. : 40° 42' 41.25" N N : 4507278 1: 25.000 Lon. : 13° 56' 16.48" E E : 2430297 Ht. : 250.0 m		ISCHIA - Località: Schiappone	
Monumentazione: Vertice 3D Data materializzazione: 1996 Ente installatore: O.V. Stato del Vertice: Attivo Data di Dismissione:		Riferimenti : umberto.tammaro@ov.ingv.it mario.dolce@ov.ingv.it	Tipo di sito: sito protetto Alimentazione: rete elettrica e da batterie Supporto: Asta Normale o Asta tipo Antartide con attacco da 5/8 Accessibilità: raggiungibile con piccola auto 4X4 Note: raccordo stretto copertura per strumentazione minuteria
	Ostacoli presenti:		
<p>Accesso: Provenendo da Ischia Porto, superato l'antico acquedotto, si prosegue per Piedimonte. Prima della Riv. N° 7 di Tabacchi, di fronte ad un negozio di arredamento (Bambù, Rattan, Vimini) c'è, sulla sinistra, una traversa: via dello Schiappone che conduce al Santuario della Madonna di Montevergine (Loc. Schiappone). Il vertice 3D, cementato, in acciaio è posto sul cordolo della facciata del Santuario,</p>			
<p>Geologia: Formazione di Piano Liguori: ceneri bianche provenienti dal centro eruttivo della Secca d'Ischia; alcalitrachite.</p>			
			


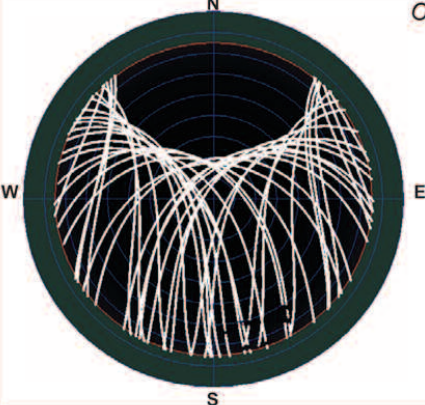
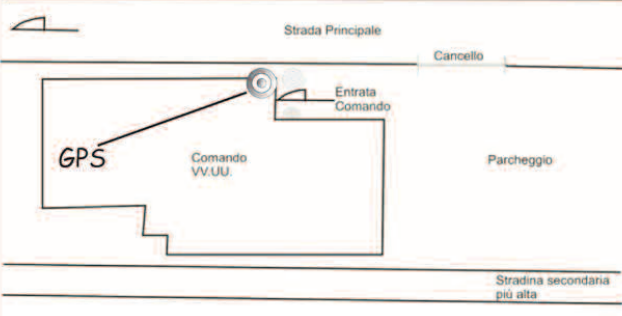


<p>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano</p>	Molara (MOLA)		RETE NVAGN
	Provincia: Napoli Comune: Barano d'Ischia	Proprietà: Diocesi di Ischia	

Carta Topografica (non in scala)



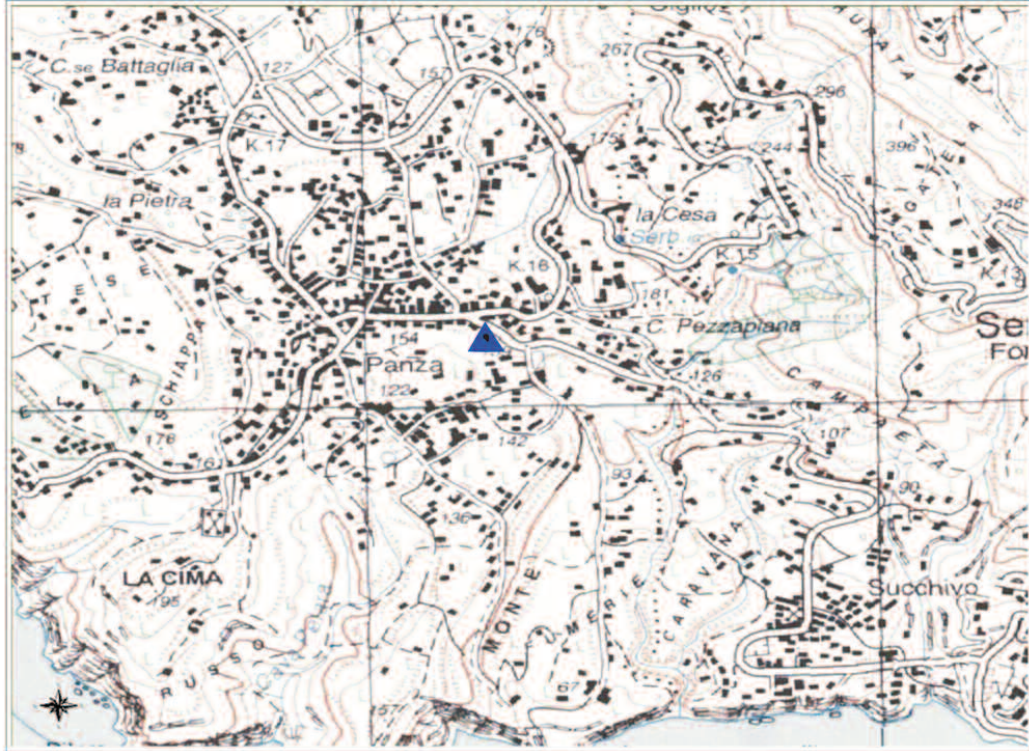
Atlante Stradale d'Italia I.T.C. (non in scala)



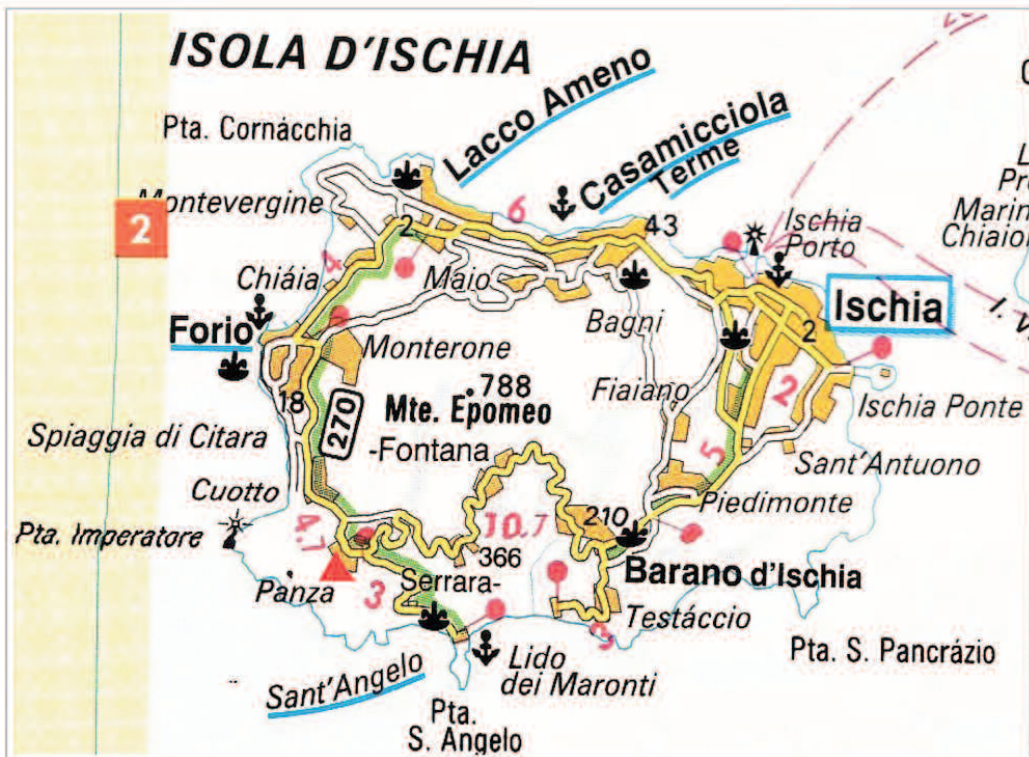
 <p>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano</p>	Panza (PANZ)		RETE NVAGN
	Provincia: Napoli Comune: Forio d'Ischia	Proprietà: Polizia Municipale di Forio Distaccamento di Panza	
Coord. Geograf. WGS84 Coord. Piane Gauss Boaga Tavoletta I.G.M.I. Lat. : 40° 42' 24.71" N N : 4506830 1: 25.000 Lon. : 13° 52' 23.37" E E : 2424820 Ht. : 206.2 m		ISCHIA - Località: Panza Tipo di sito: sito protetto Alimentazione: da rete elettrica e da batterie Supporto: Asta Normale o Asta tipo Antartide con attacco da 5/8 Accessibilità: raggiungibile con auto da strada Note: raccordo stretto, minuteria, copertura per strumentazione, scala per accedere al tetto	
Monumentazione: Vertice 3D Data materializzazione: 1996 Ente installatore: O.V. Stato del Vertice: Attivo Data di Dismissione:	Riferimenti : umberto.tammaro@ov.ingv.it mario.dolce@ov.ingv.it		
	Ostacoli presenti:		
	<p>Accesso: Provenendo da Forio giungere al bivio per Panza, prendere a destra verso il centro abitato. Giunti nella piazza voltare a destra in direzione del Comando della Polizia Municipale. Il vertice è situato nello spigolo destro guardando l'ingresso del comando dei VV.UU. ed è accessibile solo con una scala.</p>		
<p>Geologia: Centro eruttivo di Campotese: breccie pomicee e coriacee di caduta, tufi.</p>			
			

<p>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano</p>	Panza (PANZ)		RETE NVAGN
	Provincia: Napoli Comune: Forio d'Ischia	Proprietà: Polizia Municipale di Forio Distaccamento di Panza	

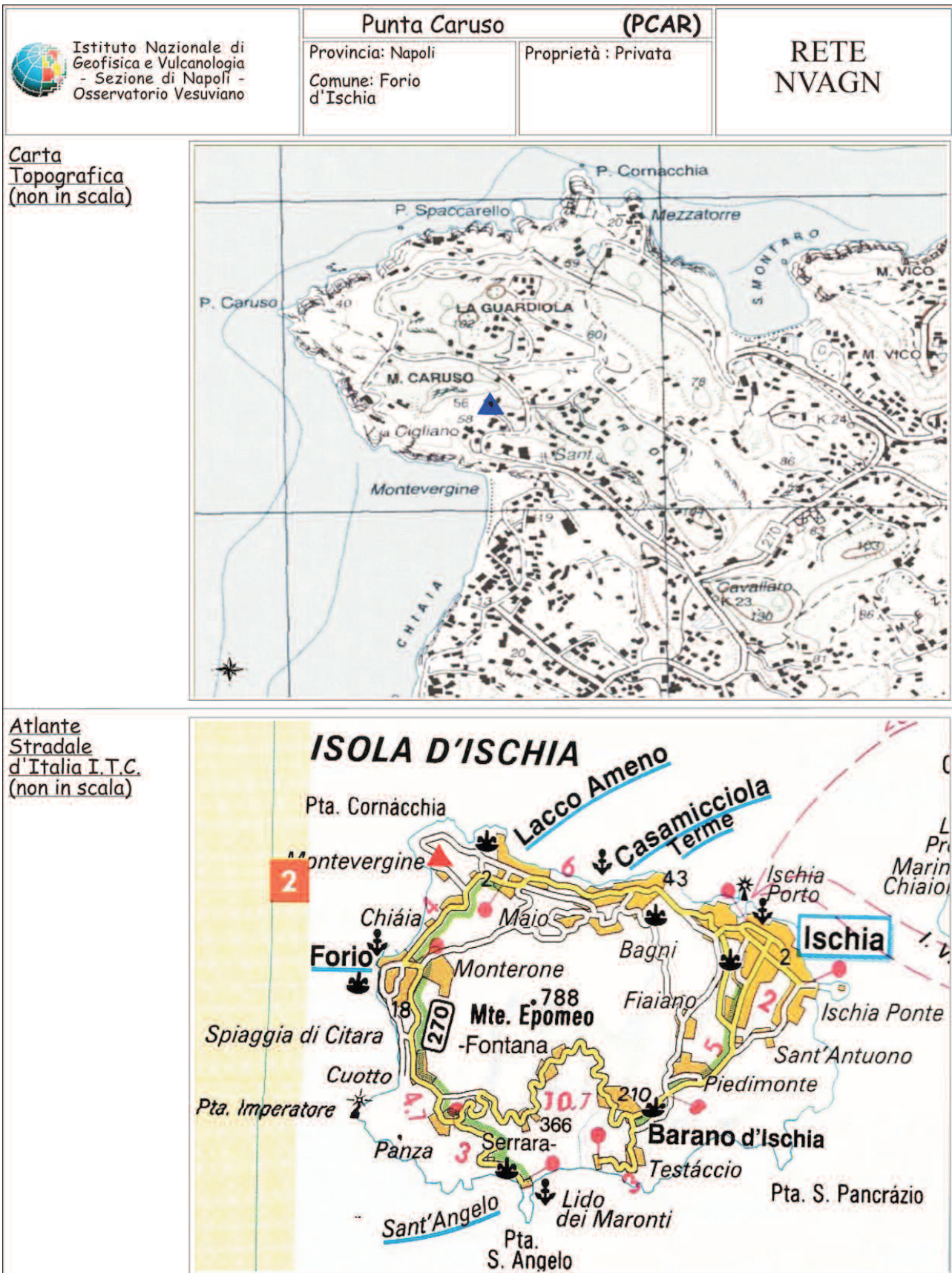
Carta Topografica (non in scala)


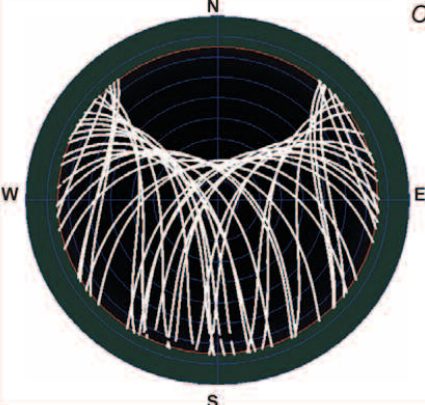
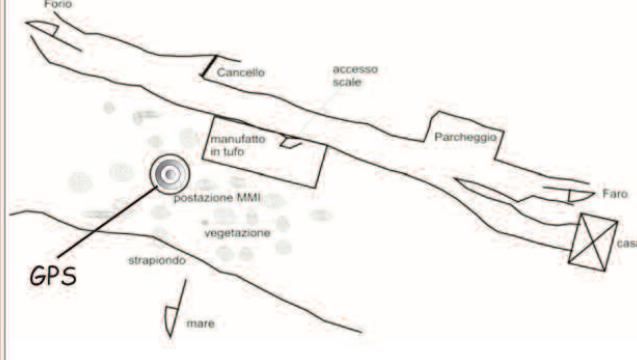




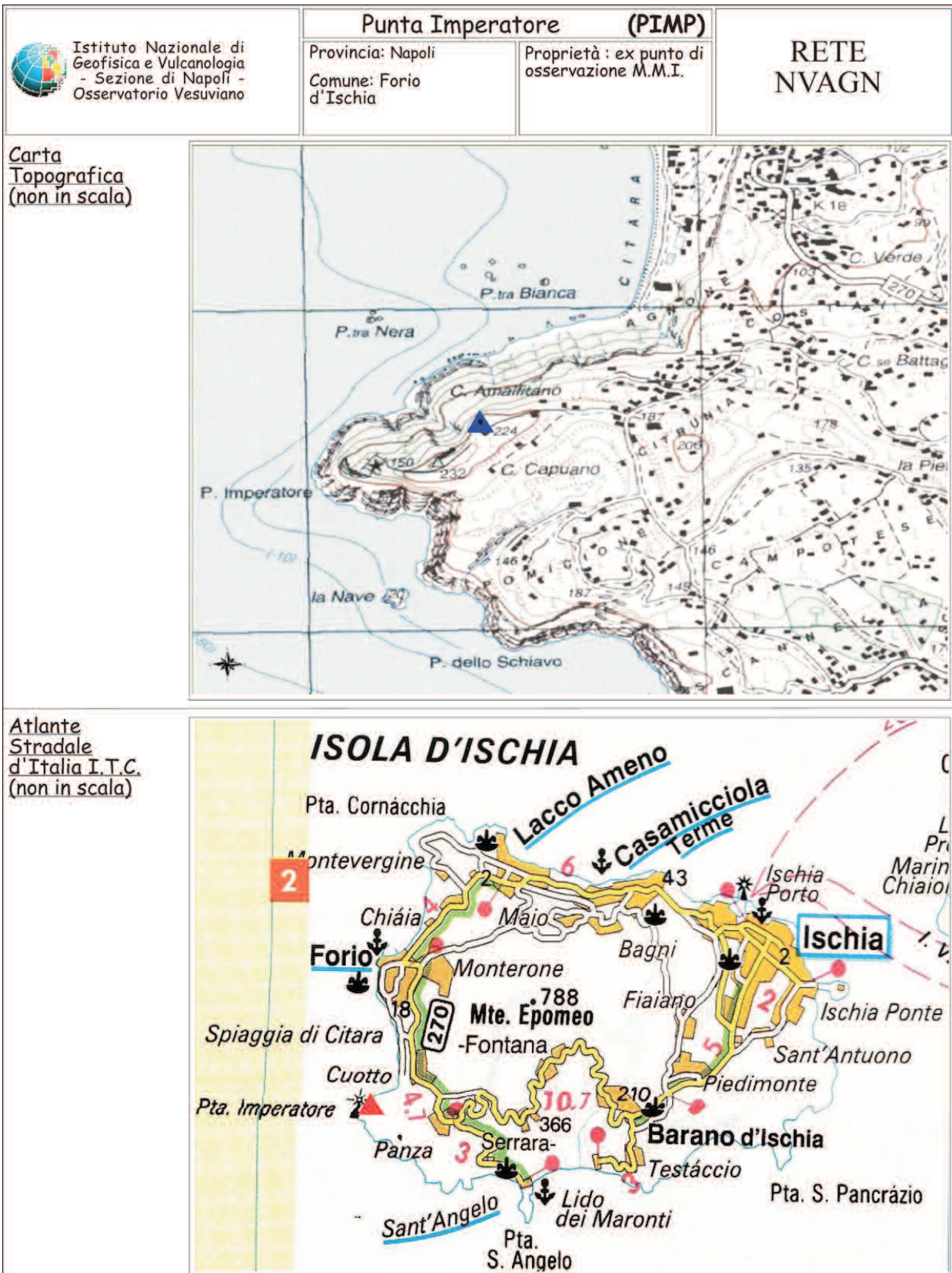
Atlante Stradale d'Italia I.T.C. (non in scala)



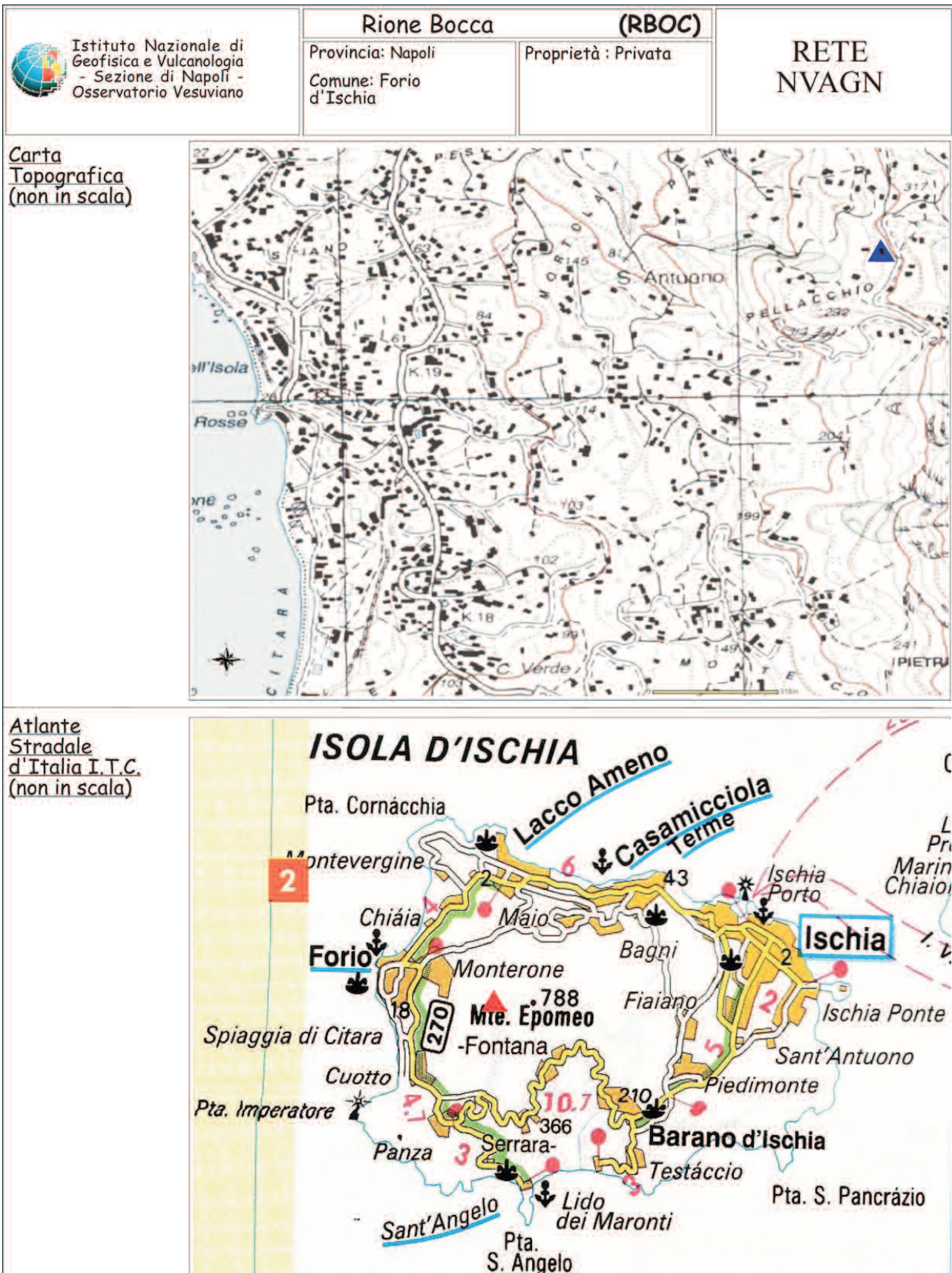
	Punta Caruso (PCAR)		RETE NVAGN
	Provincia: Napoli Comune: Forio d'Ischia	Proprieta : Privata	
Coord. Geograf. WGS84 Coord. Piane Gauss Boaga Tavoletta I.G.M.I. Lat. : 40° 45' 17.65" N N : 4512174 1: 25.000 Lon. : 13° 52' 06.38" E E : 2424490 Ht. : 123.0 m		ISCHIA - Località: Punta Caruso	
Monumentazione: Vertic 3D Data materializzazione: 1996 Ente installatore: O.V. Stato del Vertice: Attivo Data di Dismissione:		Riferimenti : umberto.tammaro@ov.ingv.it mario.dolce@ov.ingv.it	Tipo di sito: sito protetto Alimentazione: da rete elettrica e da batterie Supporto: Asta Normale o Asta tipo Antartide con attacco da 5/8 Accessibilità: raggiungibile con auto da strada Note: raccordo largo copertura per strumentazione minuteria
		Ostacoli presenti:	
<p>Accesso: Da Lacco Ameno in direzione Forio, sulla S.S. Forio/Lacco, dopo aver superato il bivio per Negombo, si prosegue lungo la strada fino a giungere ad una curva a sinistra. Prendere a destra verso Punta Caruso, lungo vicolo Capercia già Via Calise, superando la spiaggia di S. Francesco (sulla sinistra) e il "Belvedere del Giardino Esotico". Appena dopo il negozio di Ferramenta e Alluminio (ex Ristorante Pulcinella), sulla sinistra c'è l'ingresso (un cancello grigio), con due colonne lapidee, che conduce all'abitazione del sig. Biagio Amalfitano (Loc. Zaro a Forio, Vicolo Capercia, 64). Il vertice è cementato in un pilastro sul terrazzo di copertura dell'abitazione.</p>			
<p>Geologia: Centro eruttivo di Zaro: Colata di lava di Zaro.</p>			


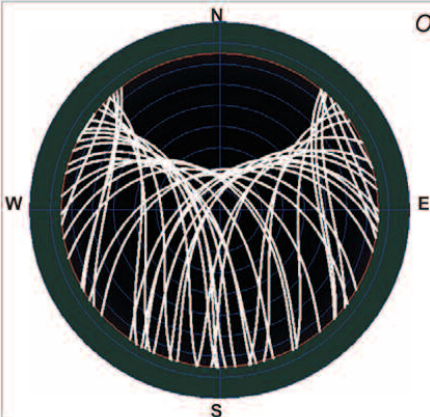
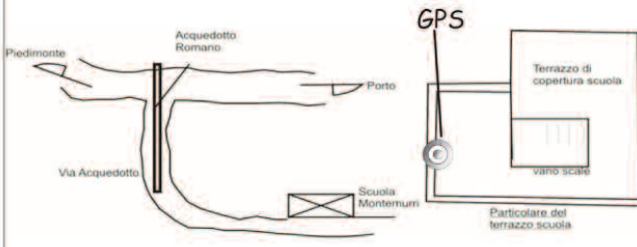




 <p>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano</p>	<h3>Punta Imperatore (PIMP)</h3>		<h2>RETE NVAGN</h2>
	Provincia: Napoli Comune: Forio d'Ischia	Proprieta : ex punto di osservazione M.M.I.	
Coord. Geograf. WGS84 Lat. : 40° 42' 44.63'' N Lon. : 13° 51' 23.14'' E Ht. : 272.2 m		Coord. Piane Gauss Boaga N : 4507469 E : 2423415	Tavoletta I.G.M.I. 1: 25.000
Monumentazione: Vertice 3D Data materializzazione: 1995 Ente installatore: O.V. Stato del Vertice: Attivo Data di Dismissione:		Riferimenti : umberto.tammaro@ov.ingv.it mario.dolce@ov.ingv.it	
		Ostacoli presenti: 	
<p> Accesso: Provenendo da Forio, arrivati in località Cuotto, si prosegue per Panza. Subito dopo l'hotel Mediterraneo, sulla destra, c'è la stradina che conduce a Punta Imperatore. Percorrere la stradina stretta in salita, poco prima di arrivare al sentiero che conduce al faro (con dei paletti sulla sinistra), si incontra, sulla destra, un manufatto in tufo verde (la vecchia postazione della M.M.I.). Entrare dalla porticina e salire gli scalini in pietra. Il vertice 3D è situato in un pozzetto subito sulla destra. </p>			
<p> Geologia: Centro eruttivo di Campotese: breccie pomicee e coriacee di caduta, tufi. </p>			
			



	Rione Bocca (RBOC)		RETE NVAGN
	Provincia: Napoli Comune: Forio d'Ischia	Proprietà: Privata	
Coord. Geograf. WGS84 Lat. : 40° 43' 49.93'' N Lon. : 13° 52' 44.34'' E Ht. : 348.4 m		Coord. Piane Gauss Boaga N : 4509458 E : 2425346	Tavoletta I.G.M.I. 1: 25.000
Monumentazione: Vertice 3D Data materializzazione: 1996 Ente installatore: O.V. Stato del Vertice: Attivo Data di Dismissione:		Riferimenti : umberto.tammaro@ov.ingv.it mario.dolce@ov.ingv.it	ISCHIA - Località: Rione Bocca- parte alta Tipo di sito: sito protetto Alimentazione: da solo batterie Supporto: Asta Normale o Asta tipo Antartide con attacco da 5/8 Accessibilità: raggiungibile con auto piccola 4X4 Note: copertura per strumentazione minuteria
		Ostacoli presenti:	
<p>Accesso: Partendo da Forio, in direzione di Panza, prima del bivio per Citara, sulla sinistra, si prende via Bocca. Si procede salendo fino ad un incrocio a "T", si gira a sinistra, si supera il ristorante "Valleverde". Arrivati in corrispondenza di un divieto di transito, ha inizio la via S. Maria al Monte. Percorrere la stradina tortuosa ed in salita fino ad arrivare alla statua di un Gesù Cristo. Il cancello verde sulla destra (dell'ex civico 8) è l'ingresso della casa del sig. Giovanni Frola. Il vertice è posizionato sul terrazzino antistante la piscina.</p>			
Geologia: Tufo Verde del Monte Epomeo.			



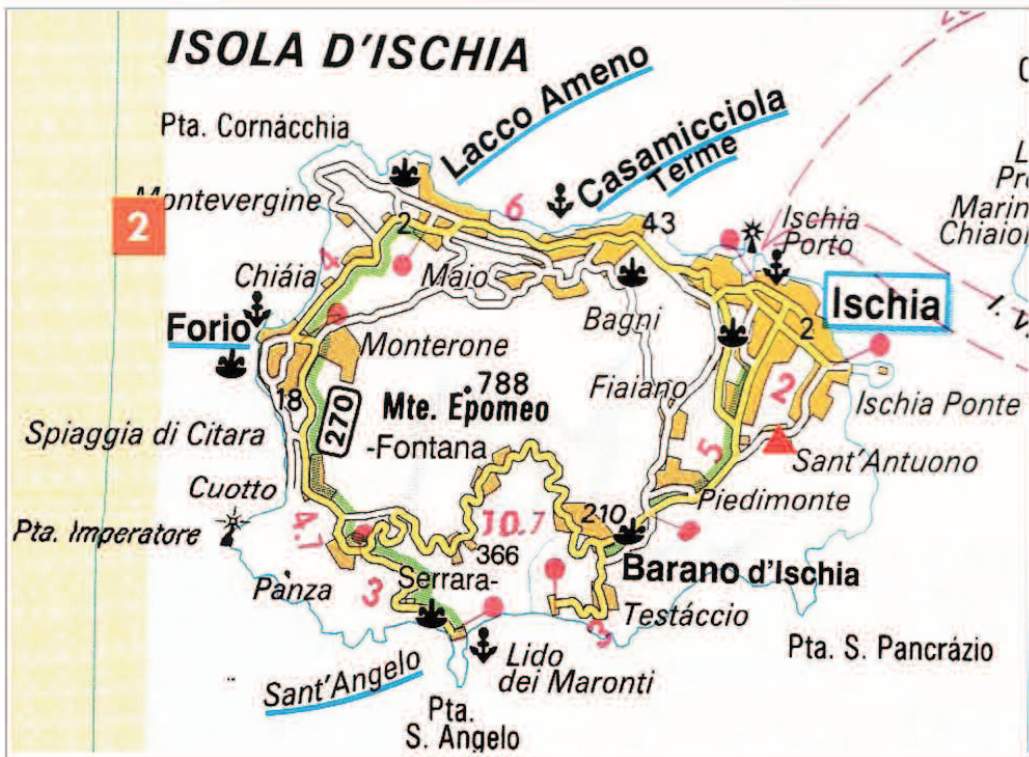
 <p>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano</p>	<h3>Sant' Antuono (SANT)</h3>		<h2>RETE NVAGN</h2>
	Provincia: Napoli Comune: Ischia Porto	Proprietà : Scuola Elementare "Z. A. Montemurri"	
Coord. Geograf. WGS84 Coord. Piane Gauss Boaga Tavolettta I.G.M.I. Lat. : 40° 43' 26.39" N N : 4508601 1: 25.000 Lon. : 13° 56' 43.08" E E : 2430937 Ht. : 160.7 m		ISCHIA - Località: Pilastrri-Sant' Antuono Tipo di sito: sito protetto Alimentazione: da solo batterie Supporto: Asta Normale o Asta tipo Antartide con attacco da 5/8 Accessibilità: raggiungibile con auto da strada	
Monumentazione: Vertice 3D Data materializzazione: 1996 Ente installatore: O.V. Stato del Vertice: Attivo Data di Dismissione:		Riferimenti : umberto.tammara@ov.ingv.it mario.dolce@ov.ingv.it Note: raccordo largo copertura per strumentazione minuteria	
		Ostacoli presenti: 	
<p>Accesso: Provenendo da Ischia Porto si arriva al vecchio Acquedotto Romano e si gira immediatamente a sinistra. Si prosegue per via Acquedotto e poco prima della chiesa di Sant Antuono, sulla sinistra si incontra la scuola elementare "Z. A. Montemurri". Il vertice 3D è situato sul cordolo del terrazzo di copertura, di fronte alla porta di accesso allo stesso.</p>			
<p>Geologia: Formazione di Piano Liguori: ceneri bianche provenienti dal centro eruttivo della Secca d'Ischia; alcalitrachite.</p>			
			


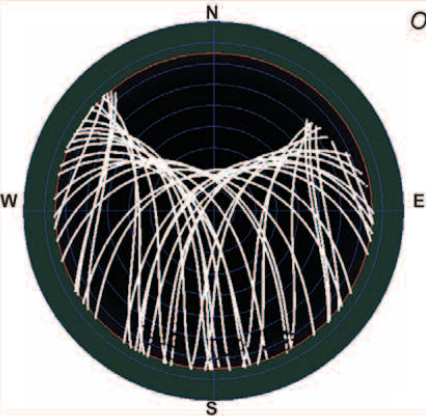
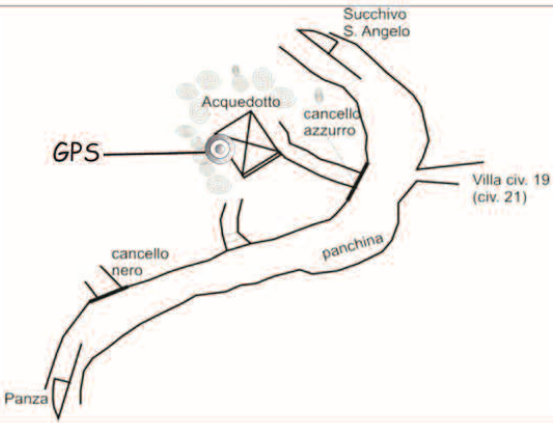


<p>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano</p>	Sant Antuono (SANT)		RETE NVAGN
	Provincia: Napoli Comune: Ischia Porto	Proprietà : Scuola Elementare "Z. A. Montemurri"	

Carta Topografica (non in scala)



Atlante Stradale d'Italia I.T.C. (non in scala)



 Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano	Succhivo (SUCC)		RETE NVAGN
	Provincia: Napoli Comune: Serrara Fontana	Proprietà: Acquedotto Ischitano - Succhivo	
Coord. Geograf. WGS84 Coord. Piane Gauss Boaga Tavoletta I.G.M.I. Lat. : 40° 42' 19.74" N N : 4506670 1: 25.000 Lon. : 13° 53' 05.57" E E : 2425809 Ht. : 155.4 m			ISCHIA - Località: Succhivo- S. Angelo
Monumentazione: Vertice 3D Data materializzazione: 1996 Ente installatore: O.V Stato del Vertice: Attivo Data di Dismissione:		Riferimenti : umberto.tammaro@ov.ingv.it mario.dolce@ov.ingv.it	Tipo di sito: sito protetto Alimentazione: da solo batterie Supporto: Asta Normale o Asta tipo Antartide con attacco da 5/8 Accessibilità: raggiungibile con auto da strada Note: raccordo largo copertura per strumentazione minuteria
		Ostacoli presenti:	
<p>Accesso: Da Panza prendere la strada per Succhivo-S. Angelo (vedere indicazioni stradali). La sede dell' Acquedotto si trova sulla strada nei pressi di una curva a sinistra di fronte ad una villa situata ai numeri civici 19 e 21. Bisogna entrare da un cancello celeste che porta all'acquedotto. Sulla sinistra c'è un muretto in pietra salendo su quest'ultimo si accede al retro dell'edificio. Il vertice 3D cementato è posto sul cordolo del tetto.</p>			
<p>Geologia: Accumuli di colate fangose, costituiti da Tufo Verde da siltiti della formazione di Colle Jetto.</p>			
			



Indice

Introduzione	4
1. Storia vulcanica e dinamica dell'isola	5
2. Rete GPS per il monitoraggio dell'Isola di Ischia	7
3. Dati ed analisi di qualità	8
4. Elaborazione dati	11
5. Risultati e conclusioni	13
Ringraziamenti	19
Bibliografia	19
Appendice - monografie stazioni	23

Coordinamento editoriale e impaginazione

Centro Editoriale Nazionale | INGV

Progetto grafico e redazionale

Daniela Riposati | Laboratorio Grafica e Immagini | INGV

© 2011 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Via di Vigna Murata, 605

00143 Roma

Tel. +39 06518601 Fax +39 065041181

<http://www.ingv.it>



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia