

Lo studio delle
deformazioni del suolo
nell'area di Bojano (CB)
nel periodo 2004-2006

Quaderni di Geofisica

61



Quaderni di Geofisica

Direttore

Enzo Boschi

Editorial Board

Raffaele Azzaro (CT)

Sara Barsotti (PI)

Mario Castellano (NA)

Viviana Castelli (BO)

Anna Grazia Chiodetti (AC)

Rosa Anna Corsaro (CT)

Luigi Cucci (RM1)

Mauro Di Vito (NA)

Marcello Liotta (PA)

Lucia Margheriti (CNT)

Simona Masina (BO)

Nicola Pagliuca (RM1)

Salvatore Stramondo (CNT)

Andrea Tertulliani - coordinatore (RM1)

Aldo Winkler (RM2)

Gaetano Zonno (MI)

Segreteria di Redazione

Francesca Di Stefano - coordinatore

Tel. +39 06 51860068

Fax +39 06 36915617

Rossella Celi

Tel. +39 06 51860055

Fax +39 06 36915617

redazionecen@ingv.it

Lo studio delle deformazioni del suolo nell'area di Bojano (CB) nel periodo 2004-2006

Geodetical Monitoring Network: Bojano (CB) 2004-2006

Mario Dolce¹, Vincenzo Sepe², Giuseppe Brandi¹, Carlo Del Gaudio¹,
Girolamo Milano¹, Ciro Ricco¹, Ida Aquino¹, Sergio Baranello³,
Nicola Scapillati³, Pasquale Pellegrino³

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

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

³Regione Molise (Assessorato ai Lavori Pubblici – Servizio Geologico, Campobasso)

in copertina Multipath, rapporto segnale / rumore su L1 ed L2 e proiezione sull'orizzonte per alcune stazioni. (Figura 9 - particolare).

Lo studio delle deformazioni del suolo nell'area di Bojano (CB) nel periodo 2004-2006

In questa nota sono riportati i risultati ottenuti da indagini geodetiche effettuate nell'area del Sannio-Matese nell'ambito di una Convenzione triennale perfezionata tra l'Assessorato ai Lavori Pubblici della Regione Molise e l'INGV-OV, rivolta all'individuazione di eventuali fenomeni deformativi del suolo in atto nel comune di Bojano (CB). Lo studio, condotto nel periodo 2004-2006, ha visto la progettazione di una rete geodetica nell'area del Comune di Bojano, avente come riferimento il Cs 104 della Linea 80 IGMI corrispondente al Cs LBO/AIGM in Carta, e la materializzazione di vertici GPS, caposaldi di livellazione e l'installazione di Dry Tilt. Le misure di livellazione sull'intera rete, relative al caposaldo di riferimento, hanno evidenziato un generale trend in subsidenza nel bacino di Bojano connesso, con buona probabilità, alle oscillazioni stagionali della falda. I risultati delle misure sui vertici della rete GPS sono in buon accordo con quelli ottenuti dalle misure di livellazione, evidenziando un trend in subsidenza nella piana di Bojano e nell'area delle sorgenti del Biferno. Le stime dell'inclinazione del suolo ottenute attraverso l'applicazione della tecnica dei dry-tilt hanno delineato un quadro deformativo relativo alla zona cittadina di Bojano consistente in una inclinazione del suolo nel quadrante ENE.

In this note we show the results obtained from geodetic surveys in the Sannio-Matese area (Southern Apennine, Italy) under a three-years Agreement between the Assessorato ai Lavori Pubblici - Molise Region Administration and the INGV-OV, to study the Bojano area ground deformations. The study, carried out during the time period 2004-2006, provided to plan a geodetic network in the municipality area of Bojano, referenced to the main Cs 104 of the line 80 IGMI marked as Cs LBO/AIGM in the Chart, with GPS vertex materialization, levelling benchmarks and dry tilt. Measures on the geodetic network have been performed every six months. The levelling surveys on the whole network shown a general trend of subsidence in the Bojano basin due to, probably, the seasonal water table variations. Results of GPS surveys well agree with those obtained by spirit levelling, highlighting a subsidence trend in the Bojano Plan and into the Biferno springs area. Data from ground slope obtained by Dry Tilt technique show a deformation pattern referred to the Bojano area consisting of a tilt in the ENE direction.

Introduzione

L'area del Sannio Matese rappresenta uno dei segmenti sismicamente più attivi dell'Appennino centro-meridionale essendo stata interessata, in tempi storici, da eventi fortemente distruttivi con intensità $I \geq IX$ MCS (1456, 1688, 1702, 1732, 1805, 1962) separati da lunghi periodi di relativa quiescenza. A seguito della drammaticità dell'evento di San Giuliano di Puglia (CB) del 2002, il grado di sensibilità per le problematiche legate alla prevenzione da parte della popolazione molisana, delle strutture tecniche degli Enti Locali e della Regione è andato sempre più crescendo. Il

comune di Bojano (CB), direttamente interessato dall'evento distruttivo del 1805, ha invitato l'amministrazione Regionale ad effettuare uno studio per l'individuazione e la quantificazione di eventuali fenomeni deformativi del suolo sul suo territorio. L'I.N.G.V – O.V. ha svolto e svolge tuttora, nell'ambito delle sue attività Istituzionali e di Ricerca, il monitoraggio geodetico dell'area appenninica campana inclusa quella del Matese. Per le competenze in materia dell'Ente e per le conoscenze acquisite grazie ai Progetti di Ricerca svolti nell'area, nel 2003 è stata ufficializzata tra l'Assessorato ai Lavori Pubblici della Regione Molise e l'INGV-OV una Convenzione trien-

nale per lo “Studio delle deformazioni del suolo nell’area del Sannio Matese”, rivolto all’individuazione di eventuali fenomeni deformativi, in particolare, nel comune di Bojano, ubicato sulla propaggine NE del Matese. Le attività previste dalla Convenzione erano indirizzate alla progettazione di una rete geodetica, con la materializzazione di vertici GPS e caposaldi di livellazione, nonché all’esecuzione di misure sull’intera rete progettata con cadenza semestrale. In questa nota sono riportate le attività previste dalla Convenzione ed i risultati ottenuti dall’esecuzione delle misure geodetiche. L’applicazione e l’integrazione di tecniche geodetiche quali la livellazione di precisione, il GPS e Dry Tilt, hanno permesso di definire le componenti plano-altimetriche preferenziali dei movimenti del suolo nell’area del Comune di Bojano relative al periodo 2004-2006.

1. Inquadramento del Sannio Matese

L’area del Sannio-Matese, comprendente il massiccio del Matese e le montagne del Sannio, si estende lungo il confine tra le Regioni Molise e Campania ed include le città di Isernia e Campobasso a Nord e Benevento a Sud. Il settore dell’Appennino Meridionale in cui è compresa questa area è stato caratterizzato da intense deformazioni avvenute durante il Pliocene e Pleistocene [Scandone et al., 1990] e da attività sismica distruttiva in epoca storica (Fig. 1). Movimenti prevalentemente avvenuti nel Pleistocene sono riportati da molti autori [e.g., Ciaranfi et al., 1983]. In particolare, il regime deformativo è caratterizzato da estensione lungo la direttrice NE-SW, e subordinatamente NW-SE, lungo lineamenti tettonici in direzione appenninica/anti-appenninica (NW-SE/NE-SW) [Patacca e Scandone, 1989]. Il Matese è un massiccio carbonatico interessato da un sistema principale di strutture tettoniche orientate WNW-ESE e subordinatamente da strutture meridiane/parallele orienta-

te N-S e E-W. Le montagne del Sannio, formate principalmente da depositi terrigeni tagliati da faglie normali minori, sono localizzate ad Est del massiccio del Matese e rappresentano il settore della catena Appenninica appartenente alla Fossa Bradanica.

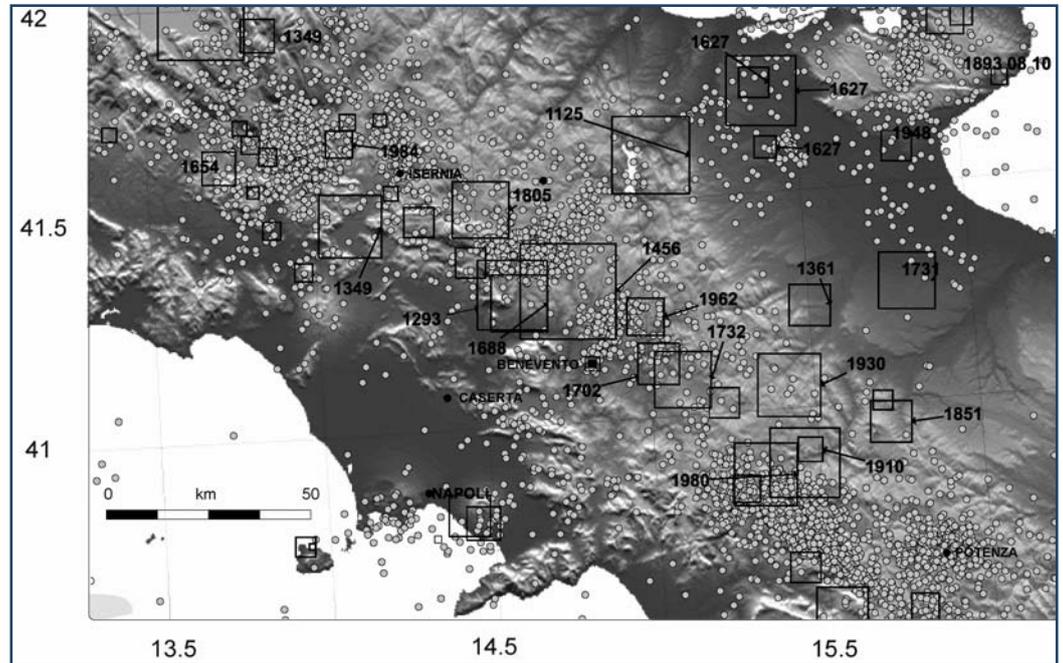


Figura 1 Mappa dell’Appennino Meridionale che include l’area del Sannio-Matese (after Milano et al., 2006, modificata). L’area dei quadrati, centrati sugli epicentri dei terremoti storici è proporzionale alla superficie di rottura prodotta dagli eventi (Boschi et al., 1997). I punti rappresentano gli epicentri degli eventi sismici (Castello et al., 2005).

Figure 1 Map of Southern Appennines which includes the Sannio-Matese area (after Milano et al., 2006 modified). The area of squares, centered on the epicenters of historical earthquakes, is proportional to the surface of rupture produced by events (Boschi et al., 1997). Dots are representative of the instrumental seismicity (Castello et al., 2005).

Il segmento dell’Appennino Meridionale che include il Sannio-Matese è considerato tra i più pericolosi dell’Italia in quanto in tempi storici è stato interessato da eventi fortemente distruttivi con intensità $I \geq IX$ MCS (1456, 1688, 1702, 1732, 1805, 1962), separati da lunghi periodi di relativa quiescenza, e da sequenze e sciame sismici di bassa magnitudo (1885, 1903, 1905, 1990, 1992, 1997-98, 2001). Fra gli eventi distruttivi, quelli del 5 Giugno del 1688 e del 26 Luglio del 1805 sono considerati i terremoti più distruttivi nell’area. Il primo ($I = XI$ MCS) ha particolarmente interessato le città e i villaggi lungo il lato sud ovest del massiccio del Matese ed è stato causa di seri danni anche nella città di Napoli (Postpischl, 1985a,b). Il secondo ($I = XI$ MCS) ha interessato il lato settentrionale del massiccio del Matese tra Isernia e Campobasso causando circa

6000 morti nell'area del bacino di Bojano. Attualmente, la sismicità di fondo dell'area è caratterizzata da eventi isolati e da sciame e sequenze sismiche di bassa energia. Gli eventi isolati, con magnitudo $M_D \leq 2.5$ e profondità entro i primi 15 km della crosta, avvengono sparsi nell'area senza mostrare particolari allineamenti (Milano et al., 2006). Al contrario, le distribuzioni epicentrali delle sequenze sismiche di bassa energia ($M_D \leq 4.0$) mostrano allineamenti prevalentemente in direzione anti-appenninica suggerendo la presenza di faglie attive in direzione NE-SW [Milano et al., 2002; 2005]. Esse sono localizzate prevalentemente tra le faglie in direzione appenninica (NW-SE) responsabili dei terremoti fortemente distruttivi quali quelli avvenuti nel 1688, 1732 e nel 1805. Il ruolo delle faglie con direzione NE-SW e la loro eventuale correlazione con le faglie in direzione NW-SE sono attualmente materia di dibattito e oggetto di molti studi.

2. Inquadramento geologico e morfologico del bacino di Bojano

L'area oggetto dello studio ricade amministrativamente nella Regione Molise e comprende il territorio del comune di Bojano (Fig. 2). In particolare, essa è localizzata tra il bordo nord-orientale della

dorsale appenninica, rappresentata dai rilievi del Massiccio del Matese, ed il bacino di Bojano.

Le successioni stratigrafiche in affioramento lungo i versanti del Matese sono di origine sedimentaria e riconducibili a quelle carbonatiche della Piattaforma abruzzese-campana ed ai depositi flyschoidi tardo miocenici, prevalentemente terrigeni riferibili a quelli del Flysch di Pietraroia, ed a quelli del Bacino Molisano [D'Argenio et al., 1973]. L'area in studio interessa il versante costituito da terreni del Mesozoico rappresentati in zona da calcari omogenei e detritici talora a struttura pseudo-conglomeratica avana e biancastra con elevata fatturazione, e da depositi quarzo arenitici costituiti da quarzoareniti grossolane a granuli di quarzo arrotondati, oltre che a depositi di arenarie con livelli di marne. Alla base, il versante è ricoperto da una coltre detritica di spessore variabile che nella porzione superficiale assume l'aspetto di un breccione calcareo debolmente cementato (Fig. 3).

Il bacino di Bojano è una depressione allungata in direzione appenninica posta mediamente a quota 480 m s.l.m. e compresa tra i monti del Matese ed i rilievi collinari molisani. Essa si è formata durante il Pliocene a seguito di una tettonica compressiva e trascorrente [Corrado et al., 2000]. I depositi di riempimento sono di natura lacustre e palustre, con intercalati depositi fluviali più recenti prevalentemente posizionati sul lato che borda i monti del Matese. Su

base geologica e stratigrafica sono distinguibili due unità deposizionali riconducibili alle fasi più recenti del riempimento: la prima è costituita da depositi lacustri e palustri, prevalentemente costituiti da argille siltose di colore grigio scuro o nerastro, e da limi e sabbie datati Pleistocene; la seconda, di età Olocenica, è costituita da depositi alluvionali prevalentemente ghiaioso-sabbiosi interdigitati tra loro in prossimità dell'abitato (Fig. 3).

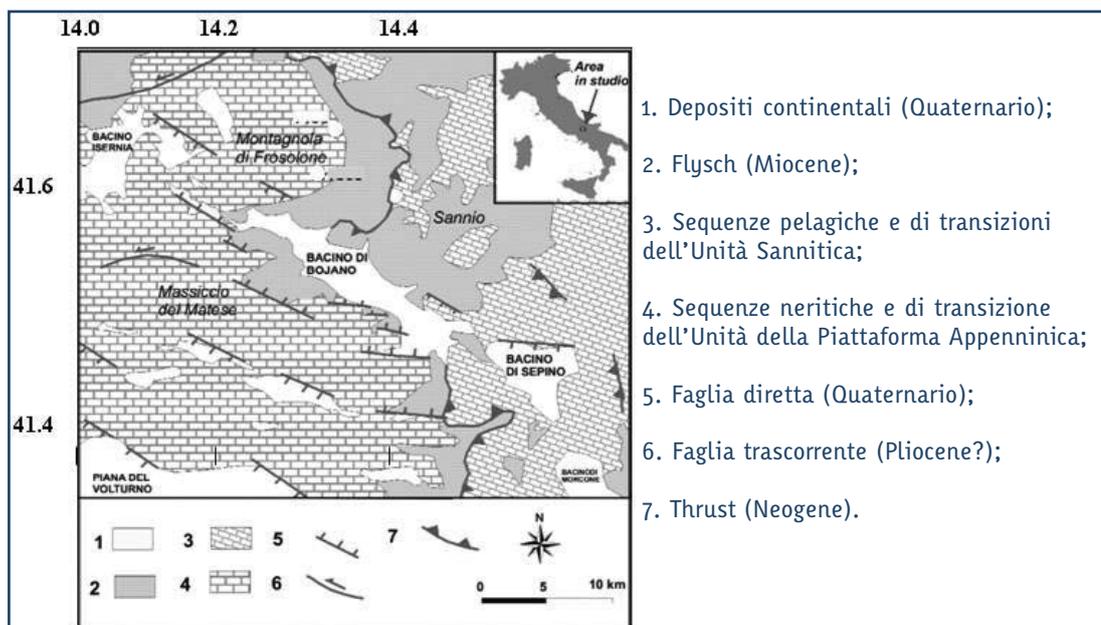


Figura 2 Schema geologico del bacino di Bojano ed aree limitrofe (Blumetti et al., 2000, modificata).

Figure 2 Outline of geological basin and surrounding areas Bojano (Blumetti et al., 2000 modified).

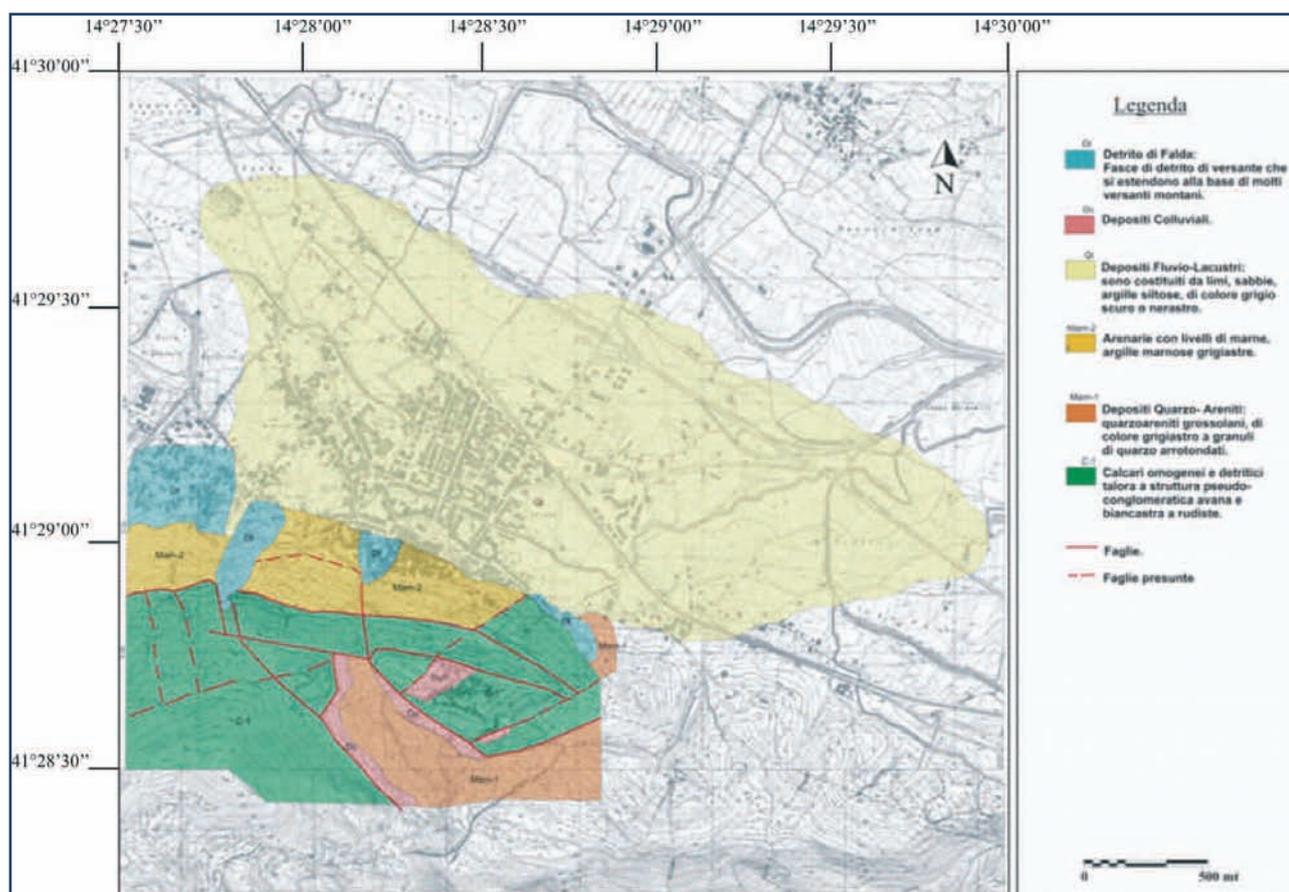


Figura 3 Carta geolitologica di Bojano (CB): in scala 1:5000. Servizio Geologico Generale – Regione Molise.
Figure 3 Geolithological map of the Bojano area: 1:5000 scale. Molise Region Administration Geological Service.

3. Rete Geodetica

La rete geodetica (Fig. 4) progettata e realizzata nell'area dell'abitato di Bojano [Sepe et al., 2004] comprende:

1. n°45 caposaldi di livellazione distribuiti su una lunghezza di circa 24 km ed interdistanza pari a circa 300m. tra Bojano e Civita Superiore, n°4 caposaldi dell'I.G.M.I., compreso il caposaldo scelto come riferimento, il Cs 104 della Linea 80 IGMI, che corrisponde al Cs LBO/AIGM in carta, e n°3 Bulloni Catastali appartenenti al comune di Bojano.
2. n° 6 vertici 3D, in acciaio, rappresentati in Fig. 4 con quadratini blu, poi diventati sette dall'Aprile 2005 (in verde), distribuiti sull'area comunale di Bojano. Il vertice GPS di riferimento BOIA (in rosso), è stato materializzato nell' area Montuosa "La Costa" alle pendici del Matese.
3. n° 2 Dry-Tilt (Bojano, BOI, e Civita Superiore, CIV), dall'aprile 2005, costituiti da caposaldi di livellazione regolarmente battuti durante le campagne.

Le misure di livellazione e GPS sono "relative" a punti noti considerati "stabili" sulla base dei dati a disposizione (IGMI per la Livellazione di precisione ed INGV-OV per il GPS). Le misure hanno interessato con cadenza semestrale l'intera rete nel periodo 2004-2006. In allegato è riportato un volume monografico contenente i singoli elementi geodetici (Livellazione di precisione e GPS).

3.1 Rete di Livellazione

La rete installata nell'area dell'abitato di Bojano è composta da 45 caposaldi di livellazione, più 4 caposaldi appartenenti all'I.G.M.I., distribuiti su una lunghezza di circa 24 km ed interdistanza pari a circa 300 metri tra Bojano e Civita Superiore. È stato scelto come riferimento il caposaldo Cs 104 della Linea 80 IGMI della rete nazionale posizionato fuori dall'abitato di Bojano, in area considerata stabile, alla quota $Q = 484,397$ m.s.l.m.. La rete di livellazione è stata articolata in 6 circuiti concatenati per ottenere una compensazione ottimale delle misure eseguite in modo tale da diminuirne la varianza. Le misure hanno avuto la durata di circa 7 giorni, per ogni singola campagna, e sono state eseguite mediante livel-

lazione geometrica dal mezzo. I dislivelli tra caposaldi successivi sono stati misurati in andata e ritorno e l'errore di chiusura è stato sempre minore o uguale a $\pm 1\text{mm} \cdot \sqrt{d}$, dove d rappresenta la distanza media percorsa in chilometri tra i due punti di misurazione. Le misure sono state eseguite utilizzando un autoli-

nire il contributo dovuto alle variazioni piezometriche stagionali della falda. La prima campagna di livellazione è stata effettuata nel Giugno 2004 ed è stata considerata come misura di Riferimento o di \emptyset .

I risultati ottenuti per tutte le campagne (Fig. 5, Tab.1), non mostrano significative variazioni sui singoli caposaldi se non legate ad oscillazioni stagionali della falda.

Fanno eccezione i punti Cs 4, Cs 12, Cs 14 e Cs 18, localizzati tutti nel bacino di Bojano, per i quali si evidenzia una subsidenza: quella osservata ai Cs 4 e Cs 18 è attribuibile al tremore indotto dalla vicina linea ferroviaria, mentre quella ai Cs 12 e Cs 14 è attribuibile al locale emungimento. Il Cs 25, localizzato lungo il primo tratto della linea di livellazione che da Bojano conduce a Civita Superiore (Fig. 4), mostra un costante trend in abbassamento a partire dall'Ottobre del 2004. Le cause di tale subsidenza sono riconducibili alla presenza di un'area in frana lungo il fianco della montagna caratterizzata da detrito di versante. In prossimità dell'abitato di Civita Superiore, dal Cs 35 al Cs 38 (Fig. 5), si evidenzia un chiaro, seppur minimo, trend in sollevamento rispetto al riferimento Cs

104 della linea 80 IGMI, posizionato nella piana (Fig. 4).

3.2 Rete GPS

L'Osservatorio Vesuviano-INGV gestisce una rete GPS 3D nell'area del Sannio – Matese (Fig 6), tra le province di Benevento, Campobasso, Isernia e Caserta, progettata e realizzata nell'ambito del Progetto ASI-OV 2001-2003 "Integrazione delle tecniche GPS ed InSAR e di Telerilevamento per la misura delle deformazioni crostali regionali e locali dell'Appennino centro-meridionale", coordinata dall'UF Geodesia [Sepe et al., 2002, Del Gaudio et al., 2004]. Obiettivo del progetto è stato il monitoraggio geodetico dell'area con l'utilizzo di tecniche integrate, classiche e satellitari, per la misura delle deformazioni cosismiche e intersismiche. E' stata così progettata e materializzata una rete GPS costituita da

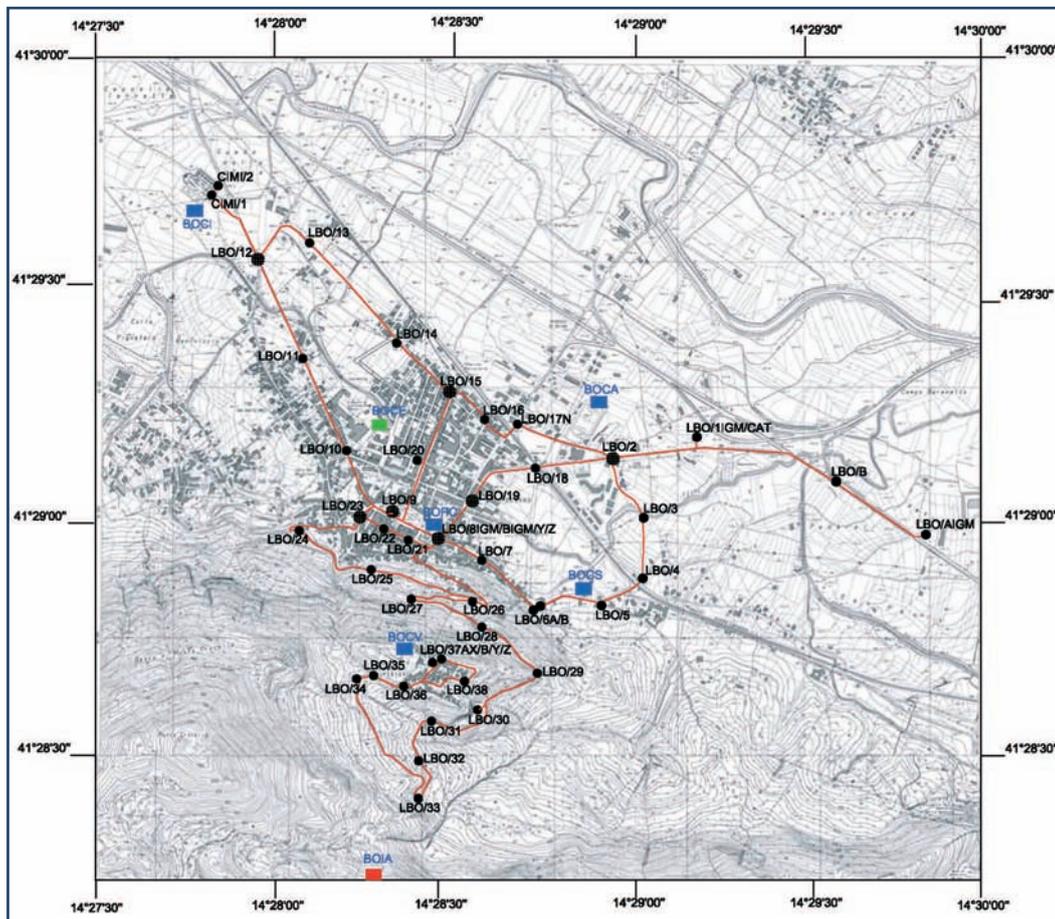


Figura 4 Rete geodetica di Bojano. Cartografia in scala 1:5000 elementi 405101-405102.
Figure 4 Bojano geodetical network. 1:5000 scale mapping elements 405101-405102.

vello ottico Leica mod. Na2 corredato da micrometri a lamina piano parallela e mire con graduazione su nastro invar.

Per tutte le campagne eseguite si è proceduto alla verifica delle chiusure dei circuiti le quali sono risultate inferiori alla tolleranza imposta dal metodo ($T_{Max} = \pm 2x\sqrt{L}$ dove L è la lunghezza del circuito in km). I dati rilevati nelle campagne sono stati quindi compensati ai minimi quadrati riscontrando, a conferma della buona qualità delle osservazioni, una deviazione standard per unità di peso $\sigma_0 < 0.7$ mm.

3.1.1 Risultati

Le 6 misure eseguite sull'intera rete di livellazione sono state effettuate in due diversi periodi dell'anno, Aprile-Maggio ed Ottobre-Novembre, per poter meglio defi-

Caposaldo	D (Km)	ΔH 10/04-06/04 mm	ΔH 04/05-06/04 mm	ΔH 11/05-06/04 Mm	ΔH 04/06-06/04 mm	ΔH 10/06-06/04 Mm
AIGM	0,000	0	0	0	0	0
B	0,830	-1,4	-2,2	-2,1	-2,4	-2,9
1IGM	1,994	-1,2	-0,5	-0,6	-0,2	-0,7
1CAT	2,016	-3,4	-1,5	-3,2	-2,0	-4,0
2	2,710	-1,8	-2,1	-1,9	-1,6	-2,0
3	3,241	-1,5	-3,2	-3,1	-3,7	-3,8
4	3,726	-7,0	-3,3	-8,2	-4,0	-11,0
5	4,121	-0,9	-2,0	-1,5	-2,0	-2,0
6A	4,608	-0,4	-1,8	-1,7	-2,1	-1,5
6B	4,628	0,5	-1,2	-0,9	-1,6	-0,7
7	5,221	0,1	-1,8	-1,4	-1,3	-0,9
8IGM	5,627	-0,3	-1,7	-1,7	-0,6	-0,9
9	6,118	-0,7	-2,3	-2,1	-1,2	-1,6
10	6,726	-1,3	-2,4	-2,7	-2,1	-2,5
11	7,538	-2,1	-2,0	-3,1	-2,0	-1,9
12	8,412	-4,2	-2,3	-6,3	-3,9	-6,0
13	8,863	-1,6	-0,7	-3,3	-1,9	-3,0
14	9,892	-2,8	-3,3	-5,3	-5,5	-5,9
15	10,459	-1,8	-2,3	-2,1	-2,3	-2,0
16	10,821	-1,6	-2,5	-2,3	-2,3	-2,5
18	12,488	-3,5	-3,1	-4,2	-3,4	-6,3
19	13,086	-0,3	-1,6	-1,4	-0,9	-1,3
20	14,369	-2,4	-3,0	-2,8	-2,4	-2,7
21	15,526	-0,2	-1,6	-1,6	-0,1	-0,7
22	15,718	-0,4	-1,7	-1,8	-0,5	-1,0
23	15,954	-0,7	-2,0	-2,2	-1,3	-1,5
24	16,45	-0,6	-2,2	-1,8	-1,0	-1,0
25	17,129	-2,8	-6,8	-10,0	-15,2	-18,2
26	18,016	2,0	-2,5	-1,2	-1,1	-0,7
27	18,528	2,4	-1,9	-1,3	-0,5	-1,0
28	19,168	3,9	-1,2	0,5	0,5	0,4
29	19,736	3,2	-1,3	0,4	0,3	0,3
30	20,301	2,8	-2,8	-0,7	-0,8	
31	20,673	2,9	-1,6	0,3	1,0	0,3
32	21,019	2,9	-1,2	-0,6	1,5	-0,3
33	21,31	3,3	-0,2	-1,2	3,6	-1,1
34	22,825	1,9	-0,6	-1,7	1,7	-0,4
35	22,948	3,9	-0,1	0,4	2,2	2,9
36	23,207	3,4	0,0	0,2	2,3	1,9
37AX	23,501	3,6	0,8	1,0	2,0	3,0
37B	23,548	4,3	0,6	0,8	1,7	2,7
38	23,781	4,7	0,9	1,3	2,4	3,5

Tabella 1 Variazioni altimetriche a Bojano nel periodo 2004-2006.

Table 1 Vertical displacements in Bojano in the time period 2004-2006.

dall'INGV-OV nei periodi 2002, 2004 e 2006, sono stati elaborati con il software scientifico Bernese v5.0, inquadrati nel sistema di riferimento ITRF05, ed importati in ambiente MatLab per la rappresentazione grafica delle componenti Nord, Est ed Up. [Serpelloni et al., 2007].

3.2.1 Analisi del segnale GPS

Le 2 misure GPS realizzate nel corso del 2004 hanno messo in luce evidenti problematiche relative alla presenza di fenomeni di multipath su gran parte dei siti che compongono la rete, tranne per il punto di riferimento di BOIA, relative sia a perdita di dati, in termini di percentuali per i siti di BOPC e BOCI, che a problematiche legate ad inquinamento elettromagnetico, rilevato in modo più o meno marcato su tutti i siti. Queste problematiche sono state risolte durante la terza campagna, svoltasi nell'Aprile 2005, con l'utilizzo di antenne tipo Choke Ring della Leica (LEIAT504), particolarmente indicate in aree con problemi di noise elettromagnetico. L'utilizzo di tali antenne, ad alto filtraggio (di buona parte del noise), ha permesso di ridurre notevolmente il multipath presente sul segnale GPS nell'area. Inoltre, già dalla seconda campagna (Ottobre 2004) per i siti di BOCS e BOCI sono stati introdotti anche ricevitori di ultima generazione. Infine, è stato materializzato il punto BOCE, situato nel centro storico dell'abitato di Bojano, per sostituire il punto di BOPC (Palazzo Colagrosso) caratterizzato da alto noise. Risolte le problematiche dovute all'alto noise riscontrato su quest'ultimo sito, il punto BOCE è stato utilizzato per implementare la rete.

L'utilizzo del software QC2SKY (compilato dall'Ing. M. Roggiere, <http://www.vercelli.polito.it/civili/topo0105.htm>) ha permesso di eseguire un'attenta analisi dei dati acquisiti nel periodo 2004-2006.

In Figura 8 sono graficate, dall'alto verso il basso per ogni singola stazione, la percentuale di Osservazioni, il Multipath MP1 ed MP2 ed i cycle slips per i siti, da sinistra, BOIA, BOCS, BOCV, BOCA, BOPC, BOCI, e BOCE, mentre, alla base di ogni singolo grafico sono riportati la tipologia di ricevitore dual band e di antenna con la relativa altezza per ognuna delle 6 campagne. Di seguito (fig 9) sono riportati i plot dei parametri di Multipath sulla componente L_1 (Mp1) e sulla componente L_2 (Mp2), dove L_1 e L_2 rappresentano le due bande di trasmissione del sistema GPS, frequenze del rapporto segnale/rumore su L_1 (sn1) e su L_2 (sn2) nonché la proiezione sull'orizzonte (hor), calcolati nella prima e nell'ultima campagna di misura, relativi al sito di BOIA, che nei 3 anni di misure ha sempre presentato un buon segnale, al sito di BOPC, che tra il 2004 ed il 2006 ha risolto tutti i problemi di noise, ed

al sito di BOCE, il cui vertice, installato nel 2005 ed affiancato a BOPC, ha sempre presentato un discreto rapporto segnale/rumore.

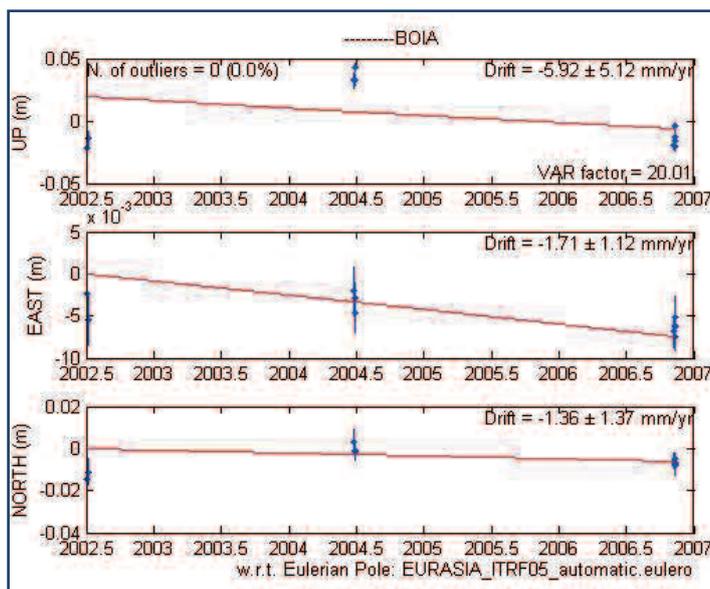


Figura 7 Componenti Nord, Est ed Up del vertice BOIA relativo al periodo 2002-2006.

Figure 7 Nord, Est and Up components for the Bojano vertex in the time period 2002-2006.

3.2.2 Risultati

I risultati delle misure sui vertici GPS 3D della rete nel periodo 2004-2006 non mostrano significative variazioni se non quelle legate a probabili oscillazioni stagionali della falda. Trattandosi di una rete GPS con una maglia compresa tra 1.2 e 3.0 km, l'elaborazione dei dati (Tab.2) è stata effettuata utilizzando il software LEICA GeoOffice 3.0 considerando il vertice di BOIA

Parameters	Selected
Cut-off angle:	15°
Sampling rate:	15"
Ephemeris type:	Broadcast
Frequency:	L1 + L2
Fix ambiguities up to:	10 km
Min. duration for float solution (static):	5' 00"
Tropospheric model:	Hopfield
Ionospheric model:	Automatic
Use stochastic modelling:	Yes
Min. distance:	8 km
Ionospheric activity:	Automatic

Tabella 2 Parametri di elaborazione Leica LGO.
Table 2 Parameters processing Leica LGO.

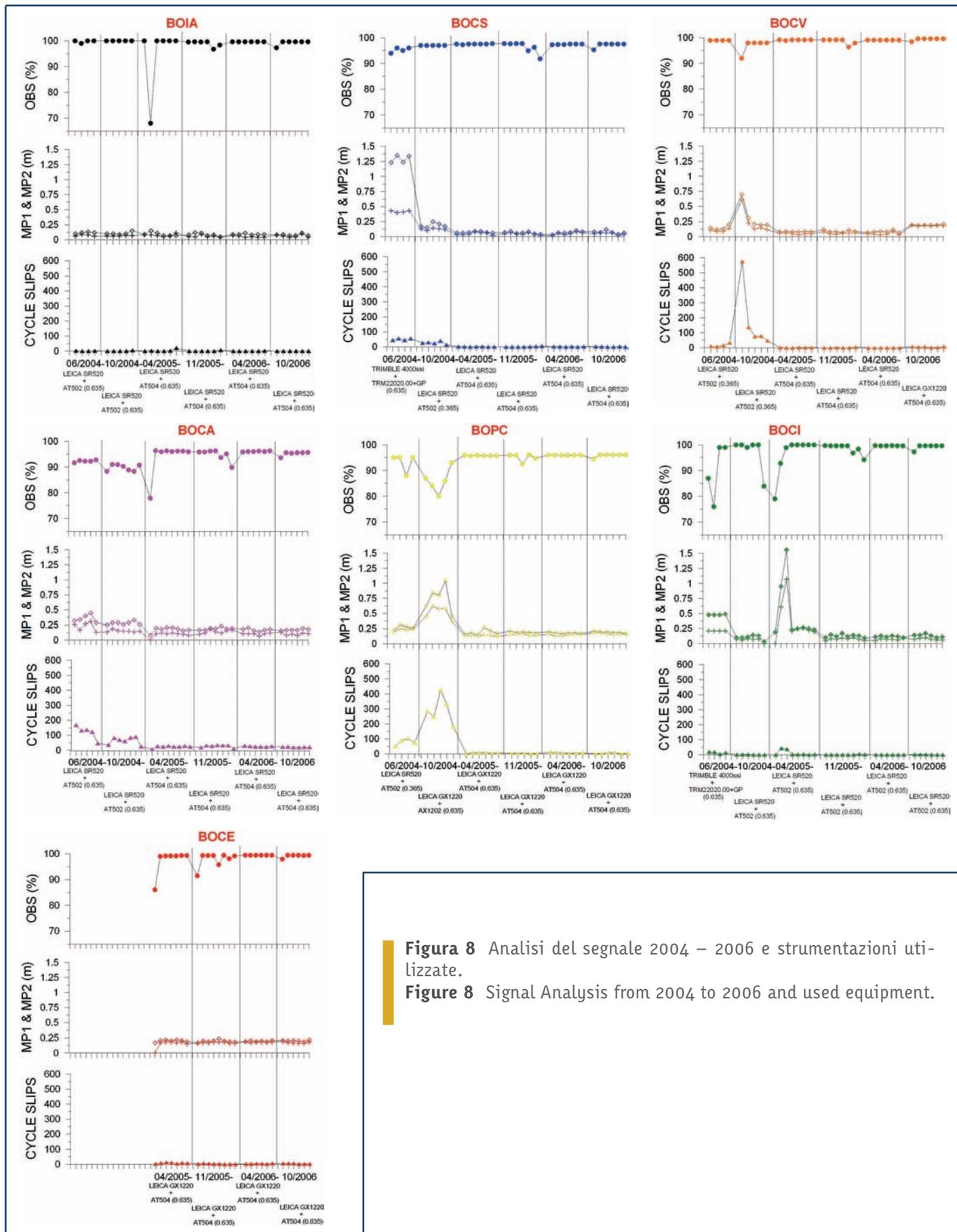
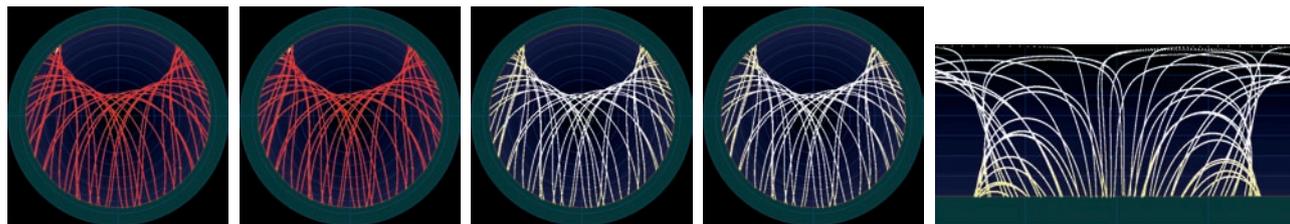


Figura 8 Analisi del segnale 2004 – 2006 e strumentazioni utilizzate.

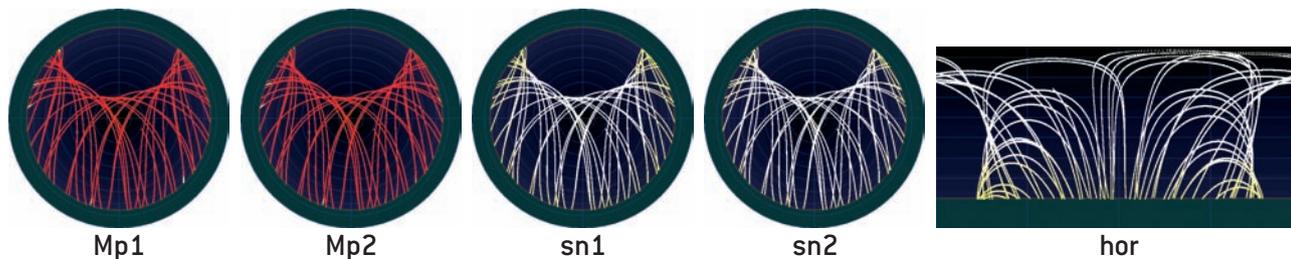
Figure 8 Signal Analysis from 2004 to 2006 and used equipment.

Vertice GPS BOIA

15.06.2004

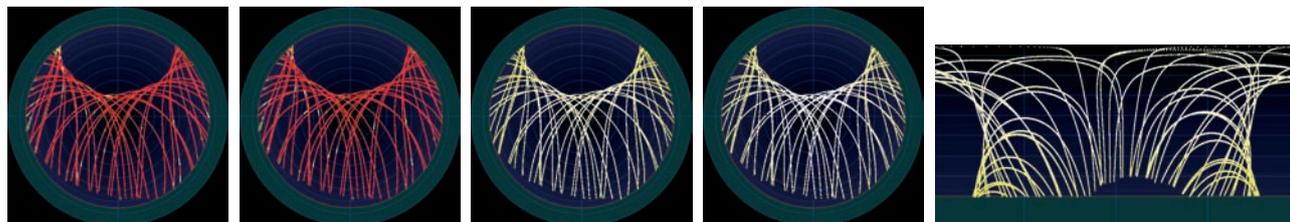


03.10.2006

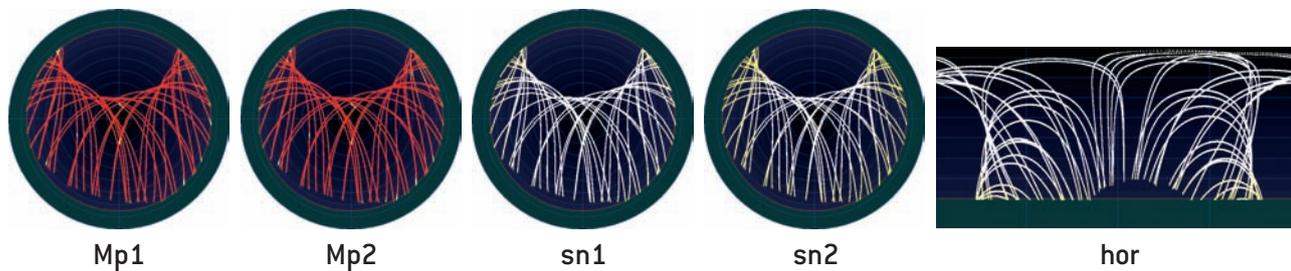


Vertice GPS BOPC

15.06.2004

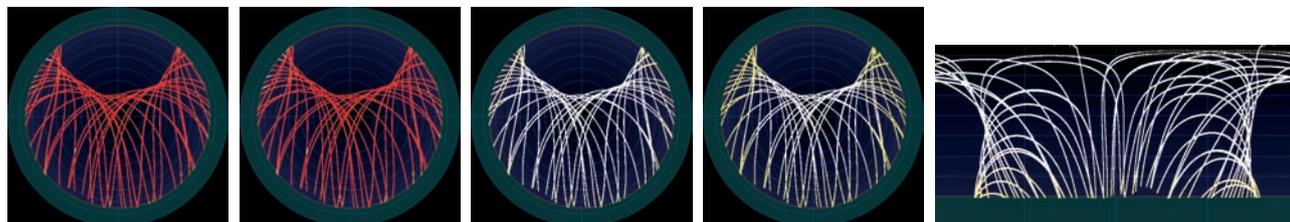


03.10.2006

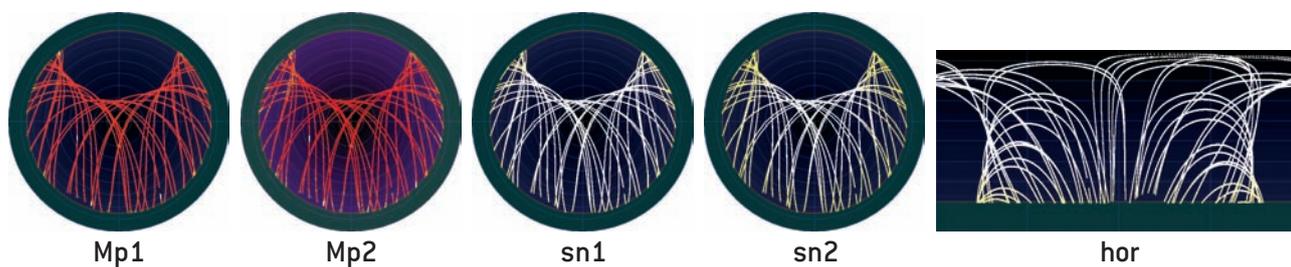


Vertice GPS BOCE

06.04.2005



03.10.2006



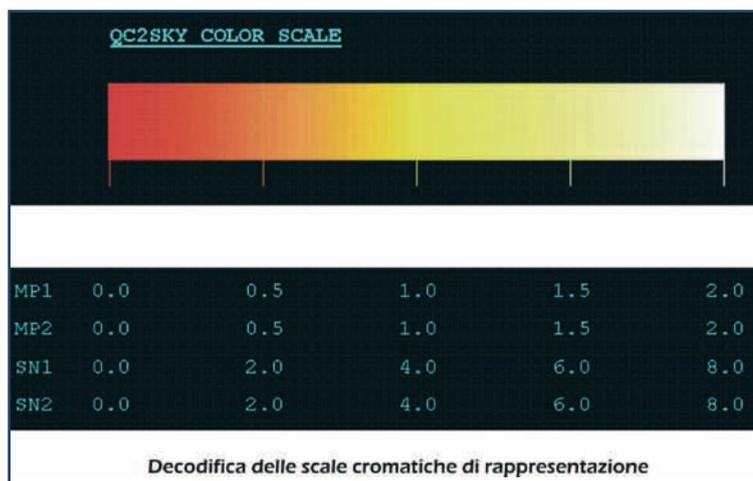


Figura 9 Multipath, rapporto segnale/rumore su L1 ed L2 e proiezione sull'orizzonte per alcune stazioni.
Figure 9 Multipath, signal noise ratio on L1 and L2 and horizontal projection for some stations.

come Riferimento. Le misure sono state eseguite in modalità statica con intervallo di acquisizione di 15". Il set di dati ottenuto è stato importato in ambiente MatLab per la rappresentazione grafica delle serie temporali per le singole stazioni a disposizione. Di seguito sono riportati i risultati e gli andamenti delle componenti Nord, Est ed Up per le stazioni BOCS, BOCV, BOCA, BOPC, BOCI e BOCE, riferite a BOIA.

Dai grafici in figura 10 risulta che: i vertici BOCV, situato a Civita Superiore, e BOPC, situato al centro di Bojano, mostrano una velocità planimetrica in direzione NE di ~5 mm/anno; il vertice BOCE una velocità di ~ 11 mm/anno; sui vertici BOCS, situato presso le sorgenti del Biferno, e BOCI, situato presso il cimitero di Bojano si evidenzia, invece, una subsidenza più marcata con valori rispettivamente di 38 mm/anno e 65 mm/anno.

3.3 Dry Tilt

La tecnica chiamata di dry-tilt è stata usata e lo è tuttora nel monitoraggio delle inclinazioni del suolo dei vulcani, come quelli nelle Hawaii, nella Cascade Range (M.S. Helens, Stato di Washington), nella zona vulcanica del Taupo (Nuova Zelanda), La Soufriere (Guadalupa, Antille Francesi), Kar kar (Papua Nuova Guinea), Arenal e Poas (Costa Rica), Ruiz e Galeras (Colombia) [Yamashita K.M., 1981, 1992].

Poiché si tratta di allineamenti di caposaldi (Fig. 11) di livellazione tra i quali viene misurato il dislivello, la denominazione più corretta è "single-setup leveling" ma per praticità sarà mantenuta la vecchia dicitura.

La precisione di tale tecnica è di 2-3 μ radianti e poiché l'esecuzione delle misure comporta costi minimi è stato scelto questo metodo anziché una strumentazione costosa per misurare le variazioni di pendenza dei 2 siti

molisani, almeno nella fase iniziale di questo progetto. La misurazione interessa in sostanza un poligono regolare (spesso un triangolo equilatero) ai cui vertici sono materializzati 3 caposaldi di livellazione X, Y, Z; posizionando un livello autolivellante al centro del poligono, vengono misurate le differenze di quota tra ognuna delle 3 coppie di caposaldi secondo le sequenze Y-X, X-Y, Y-X per il tratto YX, X-Z, Z-X, X-Z per il tratto XZ, Z-Y, Y-Z, Z-Y per il tratto ZY ed ogni livellazione viene ripetuta nell'arco della stessa giornata da 3 a 5 volte in modo tale da poter disporre di un numero abbastanza elevato di stime dei dislivelli tra i caposaldi.

Nel presente lavoro i dati ottenuti sono stati elaborati con l'ausilio di un foglio elettronico appositamente realizzato in ambiente Excel per eseguire le seguenti operazioni:

- a) inserimento dati delle tre sequenze (letture alla stadia della posizione dei fili superiore, medio ed inferiore del reticolo con stima del centesimo di mm);
- b) calcolo dislivello medio livello-caposaldo per ogni battuta;
- c) calcolo distanze livello-caposaldo (raggio);
- d) calcolo dell'intervallo tra massimo e minimo dislivello di ogni lato Y-X, X-Z, Z-Y;
- e) calcolo dei lati del dry-tilt;
- f) calcolo del dislivello medio di ogni lato;
- g) calcolo dell'errore di chiusura del circuito;
- h) compensazione dei dislivelli medi dei tre lati distribuendo l'errore di chiusura del circuito;
- i) calcolo della variazione di dislivello per ogni lato stimata tra due misure;
- j) calcolo dell'inclinazione in μ radianti dei tre lati del triangolo avvenuta tra due misure;
- k) calcolo dell'inclinazione nello spazio del piano

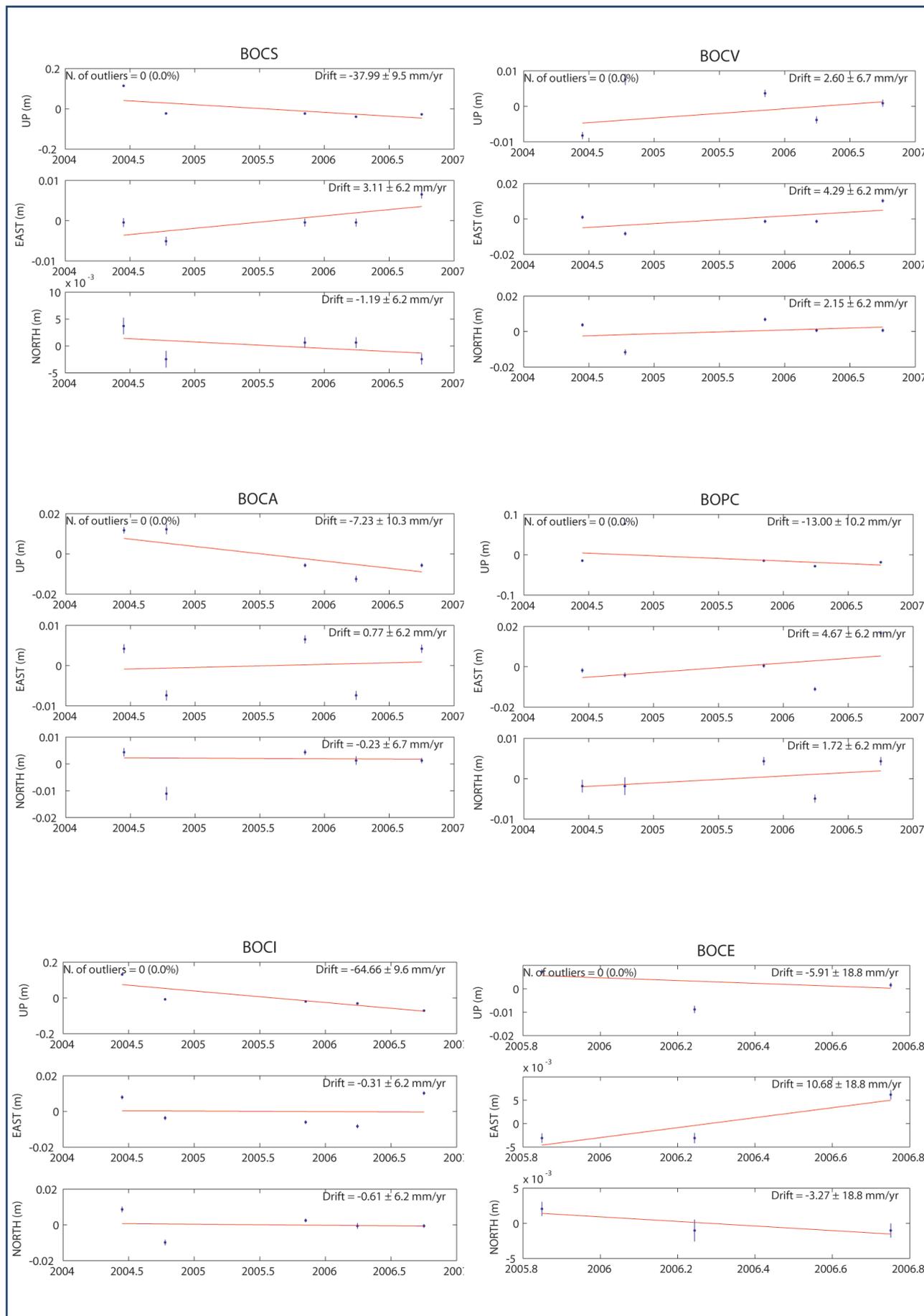


Figura 10 Componenti Nord, Est ed Up per ognuna delle sei stazioni.

Figure 10 North, East and Up components for each station.

passante per i tre vertici scomposta nelle sue componenti N ed E;

- l) calcolo del r.m.s. dei tre dislivelli medi;
- m) calcolo del r.m.s. medio.

Nell'Aprile 2005, verificata l'effettiva stabilità dei caposaldi installati nel 2004, sono stati materializzati due dry-tilt, uno nella piazza dell'abitato di Bojano (denominato **BOI**) (Fig. 12) ed un altro nel cortile antistante la Chiesa di Civita Superiore (**CIV**) (Fig. 13) allo scopo di dettagliare ulteriormente i movimenti differenziali del suolo (differenti direzioni principali di deformazione) tra il centro storico di Civita Superiore e l'abitato di Bojano.

Sono state effettuate in tutto 18 livellazioni sul dry-tilt BOI e 16 su CIV nei giorni 6/4/2005, 11/4/2005, 3/8/2005, 10/11/2005, 6-7/10/2006; di tutte queste

sono state considerate attendibili solo 10 (5 per ogni dry-tilt), quelle cioè che hanno mostrato valori di chiusura dei circuiti e r.m.s. medi più bassi.

Di seguito sono riportati i parametri che caratterizzano il piano di rotazione meglio stimato rispettivamente a BOI e CIV nei 5 intervalli temporali in cui sono state effettuate le misure:

BOI

- 6/4/2005-11/4/2005 1.1 μ radianti in direzione N60E (chiusura -.09 mm, r.m.s. medio .105 mm);
- 6/4/2005-03/8/2005 1.4 μ radianti in direzione N46W (chiusura 0 mm, r.m.s. medio .079 mm);
- 6/4/2005-10/11/2005 10.8 μ radianti in direzione N62E (chiusura .07 mm, r.m.s. medio .091 mm);
- 6/4/2005-6/10/2006 6.8 μ radianti in direzione N70E (chiusura -.09 mm, r.m.s. medio .088 mm).

CIV

- 6/4/2005-11/4/2005 4.8 μ radianti in direzione N26E (chiusura .05 mm, r.m.s. medio .048 mm);
- 6/4/2005-03/8/2005 12.9 μ radianti in direzione S55W (chiusura -.04 mm, r.m.s. medio .082 mm);
- 6/4/2005-10/11/2005 14.5 μ radianti in direzione S41W (chiusura -.02 mm, r.m.s. medio .099 mm);
- 6/4/2005-7/10/2006 2.7 μ radianti in direzione S84W (chiusura -.02 mm, r.m.s. medio .078 mm).

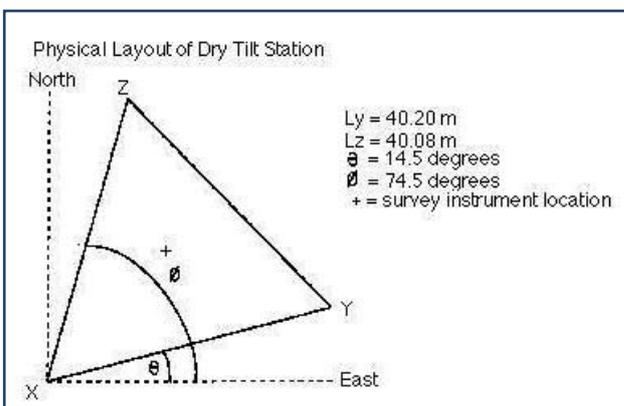


Figura 11 Esempio di stazione Dry Tilt.
Figure 11 An example of station Dry Tilt.

Considerando che il diametro della circonferenza circoscritta al triangolo che costituisce il dry-tilt BOI è di 40.5 m mentre quello di CIV è di 24.5 m, un'inclinazione degli stessi compresa tra 2 e 3 μ radianti (precisione tipica del metodo) dovrebbe comportare un r.m.s. compreso tra 0.1 e 0.07 mm per cui l'ordine di grandez-

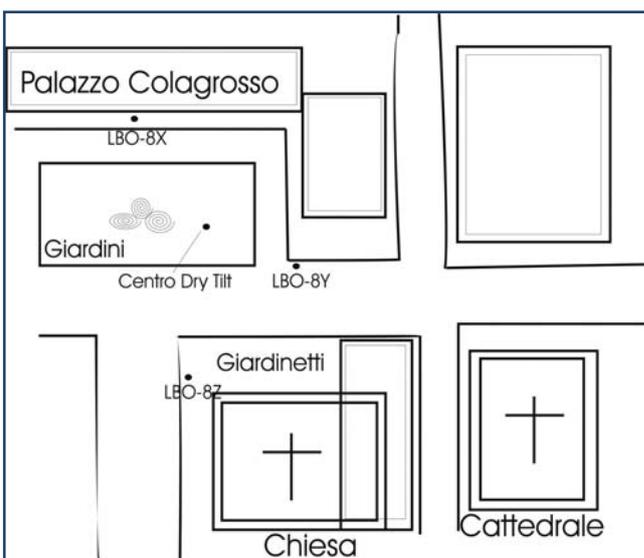


Figura 12 Dry Tilt (BOI) Bojano Centro.
Figure 12 Dry Tilt (BOI) Bojano.

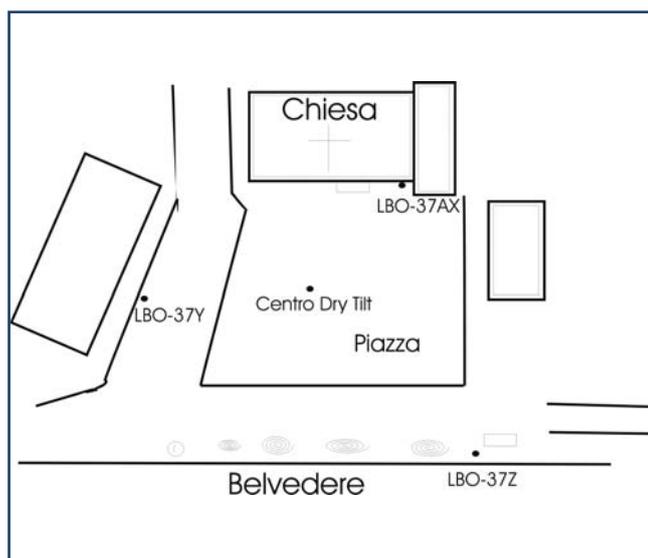


Figura 13 Dry Tilt (CIV) Civita Superiore.
Figure 13 Dry Tilt (CIV) Civita Superiore.

za degli errori calcolati sembra accettabile per questo tipo di misure.

Le stime dell'inclinazione del suolo ottenute attraverso l'applicazione della tecnica dei dry-tilt consentono di delineare un quadro deformativo relativo alla zona cittadina di Bojano (BOI) consistente con una inclinazione del suolo nel quadrante ENE con un valore max. di circa 11 μ rad. Per quanto riguarda, invece, la frazione di Civita Superiore (CIV) viene stimata una inclinazione del suolo nel quadrante SW con un valore max. di circa 15 μ rad.

4. Considerazioni finali

Lo studio condotto nel periodo 2004-2006 nell'area del Comune di Bojano attraverso l'applicazione e l'integrazione di tecniche geodetiche come la livellazione di precisione, il GPS e Dry Tilt, ha permesso di definire le componenti plano-altimetriche preferenziali dei movimenti del suolo presenti nel periodo di osservazione.

Le misure di livellazione, riferite al Cs 104 della Linea 80 IGMI, hanno evidenziato sull'intera rete un generale trend in subsidenza nel bacino di Bojano correlabile, probabilmente, alle oscillazioni stagionali della falda. Alcuni valori mostrano maggiori variazioni, evidenziati in grassetto in Tab. 1, attribuibili a possibili effetti di sito. Il Cs 25, posto a mezza costa lungo la strada che collega l'abitato di Bojano alla frazione di Civita Superiore e che attraversa una zona di conoide (Fig. 3), evidenzia un abbassamento massimo di -18,2 mm nel periodo Giugno 2004 – Ottobre 2006, mentre il Cs 38, ubicato nella frazione di Civita Superiore, evidenzia un trend stazionario con lieve sollevamento in corrispondenza della piazza principale dell'abitato con un valore massimo di 3,5 mm nel periodo Giugno 2004 – Ottobre 2006 (valori in grassetto-corsivo in Tab. 1).

In accordo con i dati ottenuti dalla livellazione di precisione, i risultati delle misure sui 7 vertici 3D della rete GPS evidenziano un trend in subsidenza.

Sebbene i risultati ottenuti sull'intera rete GPS di Bojano, sono da considerarsi preliminari poiché relativi al solo vertice BOIA, e ad un periodo relativamente ridotto contraddistinte da solo 6 misure nell'arco di 3 anni, le componenti Nord, Est e Up dei vertici della rete mostrano un andamento generalizzato verso NE. I vertici BOCV, situato a Civita Superiore, e BOPC, situato al centro di Bojano, presentano una velocità planimetrica in direzione NE di ~ 5 mm/anno; il vertice BOCE una velocità di ~ 11 mm/anno. BOCS, prossimo alle sorgenti del Biferno, e BOCI, ubicato nei pressi del cimitero di Bojano, mostrano una subsidenza più marcata con valori rispettivamente di 38 mm/anno e 65 mm/anno. BOCA mostra, invece, una certa stabili-

tà planimetrica e valore di subsidenza pari a 7 mm/anno

Il vertice BOCE è stato materializzato su un fabbricato ancora in fase di completamento, ove è probabile che l'intera struttura abbia avuto un assestamento proprio, durante il periodo delle misurazioni (Maggio 2005-Ottobre 2006).

Controllati i valori delle altezze strumentali, ed uniformando i parametri di elaborazione per tutte le campagne, i valori anomali riscontrati sui vertici BOCS e BOCI potrebbero derivare da problemi verificatisi nelle fasi di acquisizione dei dati durante le prime misurazioni (Fig.8). Comunque per quanto riguarda le quote, sono da ritenersi sicuramente più precise ed attendibili quelle ortometriche ottenute dalla Livellazione di precisione rispetto a quelle ellissoidiche ottenute con l'applicazione del GPS.

Le stime dell'inclinazione del suolo ottenute attraverso l'applicazione della tecnica dei dry-tilt sono anch'esse in accordo con i risultati della livellazione. In particolare, il quadro deformativo relativo alla zona cittadina di Bojano (BOI) è consistente in una inclinazione del suolo nel quadrante ENE con un valore max. di circa 11 μ rad, mentre per la frazione di Civita Superiore (CIV) è stimata una inclinazione del suolo nel quadrante SW con un valore max. di circa 15 μ rad.

Ringraziamenti

Il presente studio è stato finanziariamente supportato dal contributo erogato dal Consiglio Regionale del Molise, delibera n° 85 del 23 Febbraio 2003 (BUR Molise n° 7 del 4 Gennaio 2003, pag.864), nell'ambito della "Convenzione triennale tra INGV-OV e Regione Molise - Ass. LL.PP. Si ringrazia il dott. Giovanni Sposito, l'ing. Raffaele Sposito ed il sig. Luciano Rateni per la collaborazione all'acquisizione dei dati di campagna.

Si ringrazia, inoltre, la dott.ssa Grazia Pietrantonio per le attente ed utili osservazioni che hanno permesso di illustrare meglio alcuni passi del presente lavoro.

Bibliografia

- Blumetti A.M., Caciagli M., Di Bucci D., Guerrieri L., Michetti A.M. and Naso G., (2000). *Evidenze di fagliazione superficiale olocenica nel bacino di Bojano (Molise)*. In: Atti 19° GNGTS/01.09, 9 p., CD-ROM. Prospero Editions, Trieste, Italy.
- Boschi E., Guidoboni E., Ferrari G., Valensise G., Gasperini P., (1997). *Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1990*. ING-SGA, Ozzano Emilia, 973 pp.

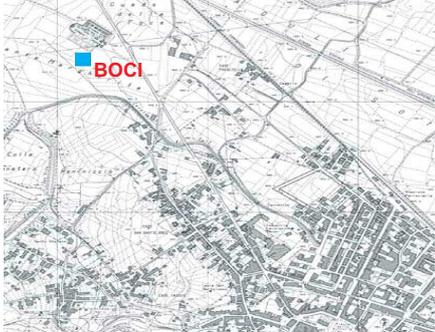
- Castello B., Selvaggi G., Chiarabba C., and Amato A., (2005). *CSI Catalogo della Sismicità Italiana 1981-2002*, ver 1.0, Ist. Naz. di Geophys. e Vulcanol., Rome.
- Ciaranfi N., Guida M., Iaccarino, G. Pescatore, T. Piero, P., Radisardi L., Ricchetti G., Sgrosso I., Torre M., Tortorici L., Turco E., Scarpa R., Cuscito M., Guerra I., Iannaccone G., Panza G.F., Scandone P., (1983). *Elementi sismotettonici dell'Appennino Meridionale*. Boll. Soc. Geol. Ital. 102, 201-222.
- Corrado S., Di Bucci D., Naso G. e Valensise L., (2000). *The role of pre-existing structures in Quaternary extensional tectonics of the Southern Apennines, Italy: The Bojano case history*. "(Un)coupled conference" Abstract volume, Journal of the Czech Geological Society, 45 (3-4), 217. Amsterdam, 31 Aug.-2 Sept. 2000.
- D'Argenio B., Pescatore T., Scandone P., (1973). *Schema geologico dell'Appennino meridionale (Campania e Lucania)*. Atti Acc. Naz. Lincei, Quad. 183, 49-72.
- Del Gaudio C., Pingue F., Aquino I., Borgstrom S.E.P., Brandi G., Cecere G., De Martino P., D'Errico V., Dolce M., Iannella A., La Rocca A., Malaspina S., Obrizzo F., Ricco C., Ricciardi G., Sepe V., Serio C., Siniscalchi V., Tammamaro U., (2004). *A GPS Network for monitoring Matese Chain (Campanian Appenine-ITALY)*. I EGU General Assembly, Nice, France, 25 - 30 April, Geophysical Research Abstracts, vol. 6, 02341.
- Del Gaudio C., Sepe V., Aquino I., Borgstrom S., Brandi G., Cecere G., D'Alessandro A., De Martino P., D'Errico V., Dolce M., Milano G., Obrizzo F., Ricciardi G.P., Ricco C., Siniscalchi V., Tammamaro U., (2007). *La rete GPS dell'area Sannio-Matese*. I.N.G.V. - Osservatorio Vesuviano, Open File Report N. 4 - 2007.
- Milano G., Ventura G., Di Giovanbattista R., (2002). *Seismic evidence of longitudinal extension in the Southern Apennines chain (Italy): the 1997-1998 Sannio-Matese seismic sequence*. Geophys. Res. Lett. 29 (20). 2004, doi 10.1029/2002GL015188.
- Milano G., Di Giovanbattista R., Ventura G., (2005). *The 2001 seismic activity near Isernia (Italy): implications for the seismotectonics of the central Southern Apennines*. Tectonophysics 401 (2005), 176-178.
- Milano G., Di Giovanbattista R., Ventura G., (2006). *Seismicity and stress field in the Sannio-Marese area*. Ann. Geoph. 49, 347-356.
- Patacca E., Scandone P., (1989). *Post-Tortonian mountain building in the Apennines. The role of the passive sinking of a relic lithospheric slab*. In: Boriani, A., Bonafede, M., Piccardo, G.P. Vai, G.B. (Eds), *The Lithosphere in Italy*. Acc. Naz. Lincei, Roma. Adv. Earth Sci. Res., pp. 157-176.
- Postpischl D., (Ed) (1985a). *Atlas of Isoseismal Maps of Italian Earthquakes*. CNR-PFG 114/2A.
- Postpischl D., (Ed) (1985b). *Catalogo dei Terremoti Italiani dall'anno 1000 al 1980*. CNR-PFG, Quad. Ric. Sci. 114/2B.
- Scandone P., Patacca E., Meletti C., Bellatalla M., Perilli N., Santini U., (1990). *Struttura geologica, evoluzione cinematica e schema sismotettonico della Penisola Italiana*. Att. Conv. Gruppo Naz. Dif. Terremoti 1, 119-135.
- QC2SKY, software, scritto da Marco Roggero in linguaggio Fortran. <http://www.vercelli.polito.it/civili/topo0105.htm>
- Sepe V., Obrizzo F., D'Alessandro A., Tammamaro U., Antonicchia D., Brandi G., Dolce M., Iannella A., Panichella C., (2002). *Rete GPS per il controllo delle deformazioni crostali regionali e locali nell'Appennino Centro-Meridionale (Area Sannio-Matese)*. 21° Convegno Nazionale GNGTS-CNR, Roma 19-21 Novembre 2002. Riassunti Estesi: 285-287.
- Sepe V., Baranello S., Borgstrom S.E.P., Cecere G., Del Gaudio C., De Martino P., Milano G., Pellegrino P., Ricciardi G.P., Ricco C., Scarpillati N., Siniscalchi V., Aquino I., Brandi G., Dolce M., Lombardi G., Milisci D., Rateni L., Sposito G., (2004). *Studio delle deformazioni del suolo nel comune di Bojano (CB): primi risultati*. 23° Convegno Nazionale del GNGTS, (Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida); Roma 14-16 Dicembre 2004. Riassunti estesi delle comunicazioni: 40-41.
- Serpelloni E., Cavaliere A., Pietrantoni G., Galvani A., Esposito A., Sepe V., Devoti R., Riguzzi F., (2007). *Data Analysis of Permanent GPS Sites (RING) in Italy*. Eos Trans. AGU, 88(52), Fall Meet. Supl. Abstract G21C-0659.
- Yamashita K.M., (1981). *Dry tilt: a ground deformation monitor as applied to the active volcanoes in Hawaii*. U.S. Geological Survey. Open-file Report, 81-523.
- Yamashita K. M., (1992). *Single-Setup Leveling Used to Monitor Vertical Displacement (Tilt) on Cascades Volcanoes*. In: Ewert and Swanson, (eds.). *Monitoring Volcanoes: Techniques and Strategies Used by the Staff of the Cascades Volcano Observatory, 1980-1990*: USGS Bulletin 1966, p.143-149.

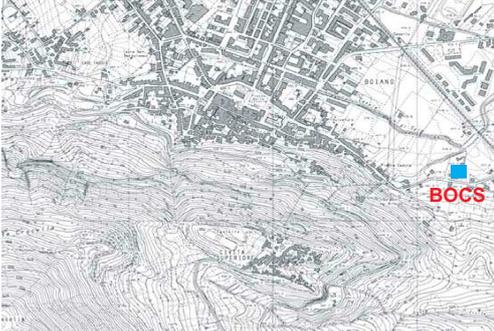
Appendice 1

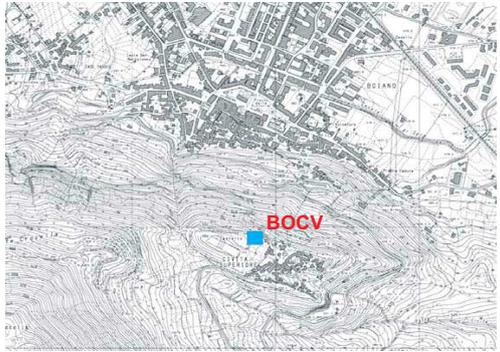
Schede monografiche GPS

	<p>MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE GPS BOJANO</p>	<p>BOCA</p>
<p>COMUNE: BOJANO PROVINCIA: CB LOCALITA': CAMPO SPORTIVO PROPRIETA': COMUNE DI BOJANO</p>	<p>VERTICE 3D: N° 3 PROPRIETA': O. V. ANNO DI ISTITUZIONE: 2004 NOTE: rivolgersi al personale del comune</p>	<p>COORD GEOGRAFICHE (WGS 84) LATITUDINE: 41° 29' 12.523" N LONGITUDINE: 14° 28' 52.534" E QUOTA elliss: 527.1 m</p>
<p>Autostrada NA-BN, uscita Benevento proseguire lungo la tangenziale di Benevento in direzione di Campobasso, alla fine della tangenziale prendere la SS 87 per Campobasso Morcone, superato l'abitato di Sepino proseguire sempre in direzione di Bojano. Giunti a Bojano proseguire subito dopo l'hotel Pleaidis voltando a sinistra verso il campo sportivo. Il vertice è stato materializzato nei pressi della piazzola del lancio del peso sul lato opposto agli spalti.</p> <p>RIF. : Comune di Bojano tel. 0874.772834 Fax. 0874.773396</p>		
		

	<p>MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE GPS BOJANO</p>	<p>BOCE</p>
<p>COMUNE: BOJANO PROVINCIA: CB LOCALITA': BOJANO CENTRO PROPRIETA': COMUNE DI BOJANO</p>	<p>VERTICE 3D: N° 7 PROPRIETA': O. V. ANNO DI ISTITUZIONE: 2005 NOTE:</p>	<p>COORD GEOGRAFICHE (WGS 84) LATITUDINE: 41° 29' 09.194" N LONGITUDINE: 14° 28' 14.276" E QUOTA elliss: 539.6 m</p>
<p>Autostrada NA-BN, uscita Benevento proseguire lungo la tangenziale di Benevento in direzione di Campobasso, alla fine della tangenziale prendere la SS 87 per Campobasso Morcone, superato l'abitato di Sepino proseguire sempre in direzione di Bojano. Giunti a Bojano proseguire in direzione del centro dell'abitato. Il vertice stato materializzato sul terrazzo di copertura dell'edificio di proprietà del sig. Ruscietta Carmine</p> <p>RIF. : Comune di Bojano tel. 0874.772834 Fax. 0874.773396</p>		
		

 <p>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia Osservatorio Vesuviano -Sezione di Napoli-</p>	<p>MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE GPS BOJANO</p>	<p>BOCI</p>
<p>COMUNE: BOJANO PROVINCIA: CB LOCALITA': CIMITERO PROPRIETA': COMUNE DI BOJANO</p>	<p>VERTICE 3D: N° 4 PROPRIETA': O. V. ANNO DI ISTITUZIONE: 2004 NOTE: Rivolgersi al personale del comune</p>	<p>COORD GEOGRAFICHE (WGS 84) LATITUDINE: 41° 29' 37.389" N LONGITUDINE: 14° 27' 43.269" E QUOTA elliss: 541.3 m</p>
<p>Autostrada NA-BN, uscita Benevento proseguire lungo la tangenziale di Benevento in direzione di Campobasso, alla fine della tangenziale prendere la SS 87 per Campobasso Morcone, superato l'abitato di Sepino proseguire sempre in direzione di Bioano. Giunti a Bojano proseguire subito dopo l'hotel Pleaidis in direzione del cimitero. Il vertice è stato materializzato sul muro di cinta in C.A. del nuovo cimitero (lato strada).</p> <p>RIF. : Comune di Bojano tel. 0874.772834 Fax. 0874.773396</p>		
		

 <p>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia Osservatorio Vesuviano -Sezione di Napoli-</p>	<p>MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE GPS BOJANO</p>	<p>BOCS</p>
<p>COMUNE: BOJANO PROVINCIA: CB LOCALITA': PIETRE CADUTE PROPRIETA': DITTA ERREPI</p>	<p>VERTICE 3D: N° 5 PROPRIETA': O. V. ANNO DI ISTITUZIONE: 2004 NOTE: Serve prolunga elettrica Cavo antenna da 30mt</p>	<p>COORD GEOGRAFICHE (WGS 84) LATITUDINE: 41° 28' 48.076" N LONGITUDINE: 14° 28' 48.662" E QUOTA elliss: 536.1 m</p>
<p>Autostrada NA-BN, uscita Benevento proseguire lungo la tangenziale di Benevento in direzione di Campobasso, alla fine della tangenziale prendere la SS 87 per Campobasso Morcone, superato l'abitato di Sepino proseguire sempre in direzione di Bojano. Giunti a Bojano proseguire in direzione delle sorgenti del Biferno, superate queste ultime si trova il caseificio ERREPI. Il vertice è stato materializzato sul terrazzo di copertura dell'edificio che ospita l'amministrazione.</p> <p>RIF: Comune di Bojano tel. 0874.772834 Fax. 0874.773396</p>		
		

	<p>MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE GPS BOJANO</p>	<p>BOCV</p>
<p>COMUNE: BOJANO PROVINCIA: CB LOCALITA': CIVITA SUPERIORE PROPRIETA': Area demaniale</p>	<p>VERTICE 3D: N° 6 PROPRIETA': O. V. ANNO DI ISTITUZIONE: 2004</p>	<p>COORD GEOGRAFICHE (WGS 84) LATITUDINE: 41° 28' 40.034" N LONGITUDINE: 14° 28' 20.398" E QUOTA elliss: 781.4 m</p>
<p>Autostrada NA-BN, uscita Benevento proseguire lungo la tangenziale di Benevento in direzione di Campobasso, alla fine della tangenziale prendere la SS 87 per Campobasso Morcone, superato l'abitato di Sepino proseguire sempre in direzione di Bojano. Giunti a Bojano proseguire salendo per Civita Superiore. Giunti a Civita ci si dirige verso la piazzetta ed al belvedere si svolta a sinistra verso la fine della stradina. Proseguire a piedi salendo verso il castello nei pressi dei tralicci dalla telefonia mobile. Il vertice è stato materializzato sulla roccia in posto.</p>		
		

	<p>MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE GPS BOJANO</p>	<p>BOIA</p>
<p>COMUNE: BOJANO PROVINCIA: CB LOCALITA': "LA COSTA" PROPRIETA': Area Demaniale</p>	<p>VERTICE 3D: N° 1 PROPRIETA': O. V. ANNO DI ISTITUZIONE: 2002</p>	<p>COORD GEOGRAFICHE (WGS 84) LATITUDINE: 41° 28' 04.007" N LONGITUDINE: 14° 28' 11.765" E QUOTA elliss: 966.8 m</p>
<p>Autostrada NA-BN, uscita Benevento proseguire lungo la tangenziale di Benevento in direzione di Campobasso, alla fine della tangenziale prendere la SS 87 per Campobasso Morcone, superato l'abitato di Sepino proseguire sempre in direzione di Bojano. Giunti a Bojano proseguire salendo verso Civita Superiore. Lungo la strada, dopo il cimitero, prima di giungere a Civita, al bivio voltare a sinistra, salendo per circa 2 Km superare la cava, e una volta giunti alla base della collinetta lasciare l'auto e proseguire a piedi salendo su per il crinale. Sulla roccia in posto è stato materializzato il vertice 3D</p>		
		

 <p>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia Osservatorio Vesuviano -Sezione di Napoli-</p>	<p>MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE GPS BOJANO</p>	<p>BOPC</p>
<p>COMUNE: BOJANO PROVINCIA: CB LOCALITA': PALAZZO COLAGROSSO PROPRIETA': COMUNE DI BOJANO</p>	<p>VERTICE 3D: N° 2 PROPRIETA': O. V. ANNO DI ISTITUZIONE: 2004 NOTE: rivolgersi al personale del comune</p>	<p>COORD GEOGRAFICHE (WGS 84) LATITUDINE: 41° 28' 56.788" N LONGITUDINE: 14° 28' 24.010" E QUOTA elliss: 547.5 m</p>
<p>Autostrada NA-BN, uscita Benevento proseguire lungo la tangenziale di Benevento in direzione di Campobasso, alla fine della tangenziale prendere la SS 87 per Campobasso Morcone, superato l'abitato di Sepino proseguire sempre in direzione di Bojano. Giunti a Bojano proseguire verso Piazza della Vittoria nei pressi della Cattedrale di Bojano, qui si trova Palazzo Colagrosso di proprietà del Comune. Il vertice è stato materializzato sul terrazzo di copertura dell'edificio.</p> <p>RIF. : Comune di Bojano tel. 0874.772834 Fax. 0874.773396</p>		
		

Appendice 2

**Schede monografiche
di Livellazione**



Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

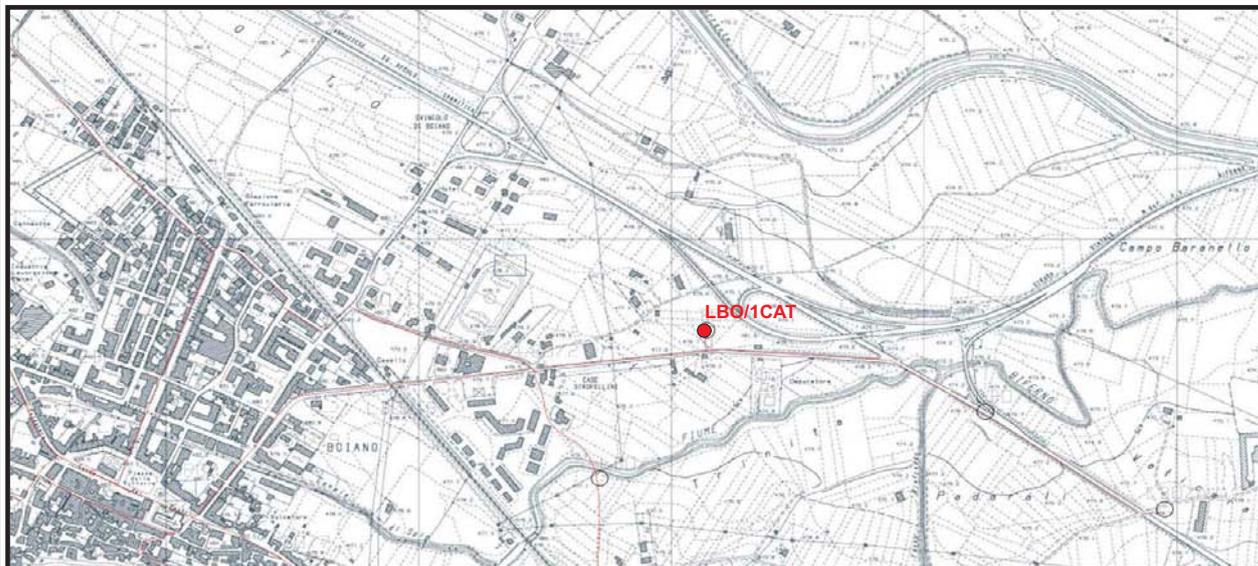
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: S.S. 17
Caposaldo: **LBO/1CAT**
Tipo: Bullone Verticale
Proprietà: Catasto
Latitudine: 41° 29' 07.838" N
Longitudine: 14° 29' 07.813" E
Quota: 526.1 m
Data Materializzazione: vedi Assessorato
LL. PP.
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Lungo la strada che conduce alla SS 17 presso il civico n. 8. Il bullone si trova alla sinistra della porta a verti.





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

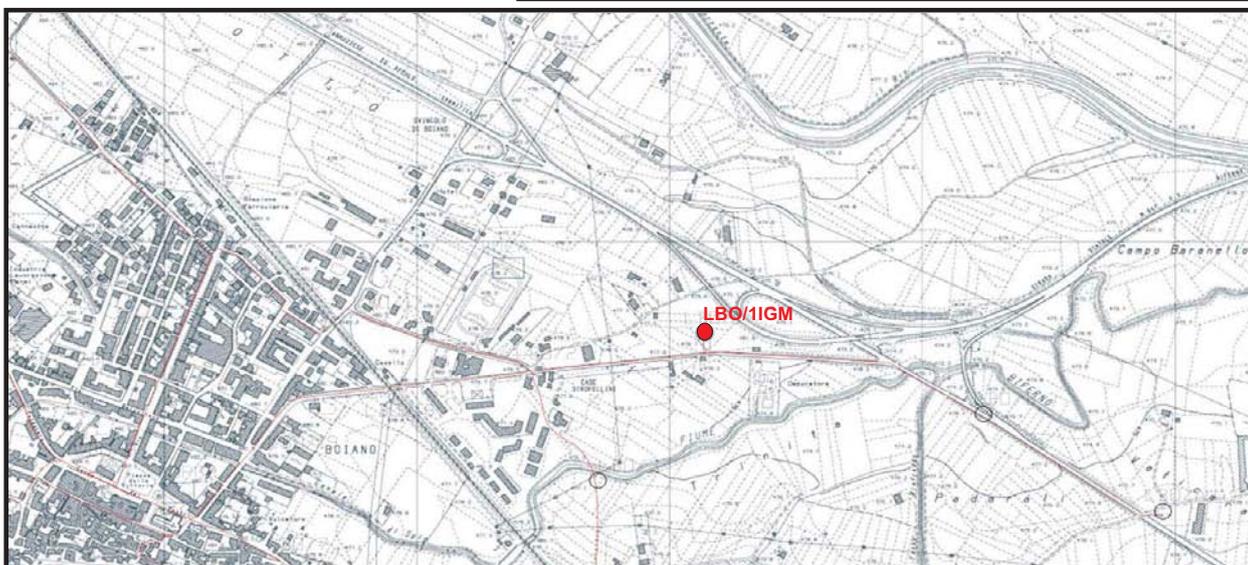
Comune: Bojano (CB)
Località: S.S. 17
Caposaldo: **LBO/1IGM**
Tipo: Orizzontale
Proprietà: I.G.M.I.
Latitudine: 41° 29' 08.118" N
Longitudine: 14° 29' 08.401" E
Quota: 525.5 m
Data Materializzazione:
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Lungo la strada che conduce alla SS 17 presso il civico n. 8. Il cs si trova alla sinistra del cancello interno nero.

Note: Coincidente con il cs 104' della linea 80 I.G.M.I.





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

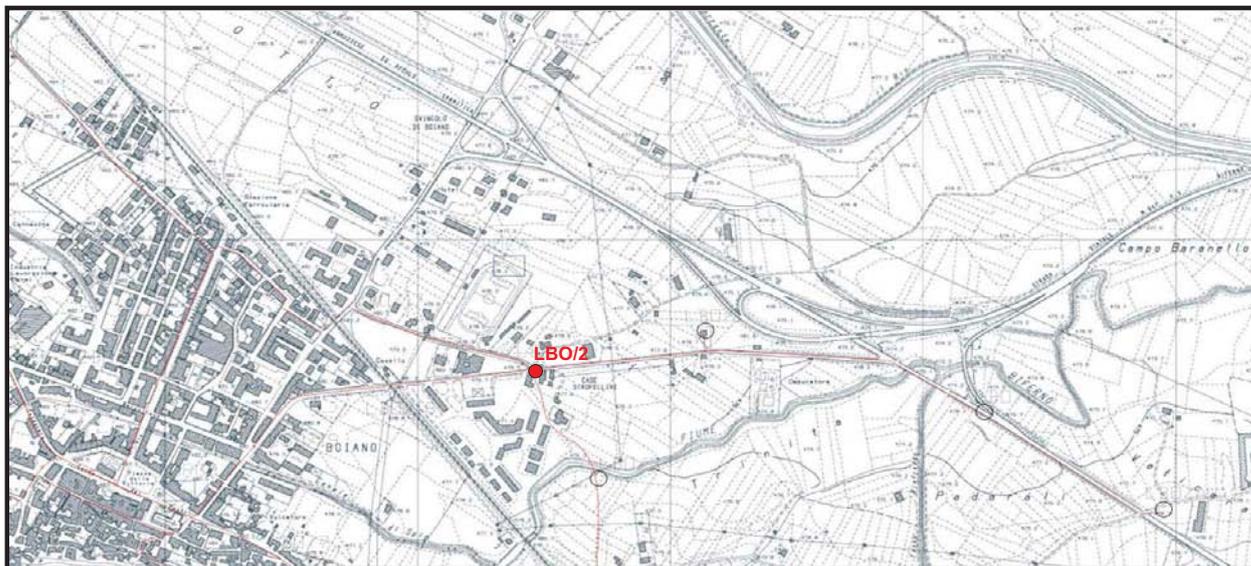
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: S.S. 17
Caposaldo: **LBO/2**
Tipo: Verticale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 29' 05.266" N
Longitudine: 14° 28' 53.987" E
Quota: 527.9 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Lungo Via Strofellino al bivio con il campo sportivo alla base della colonnina Enel nei pressi del civico n.4.





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

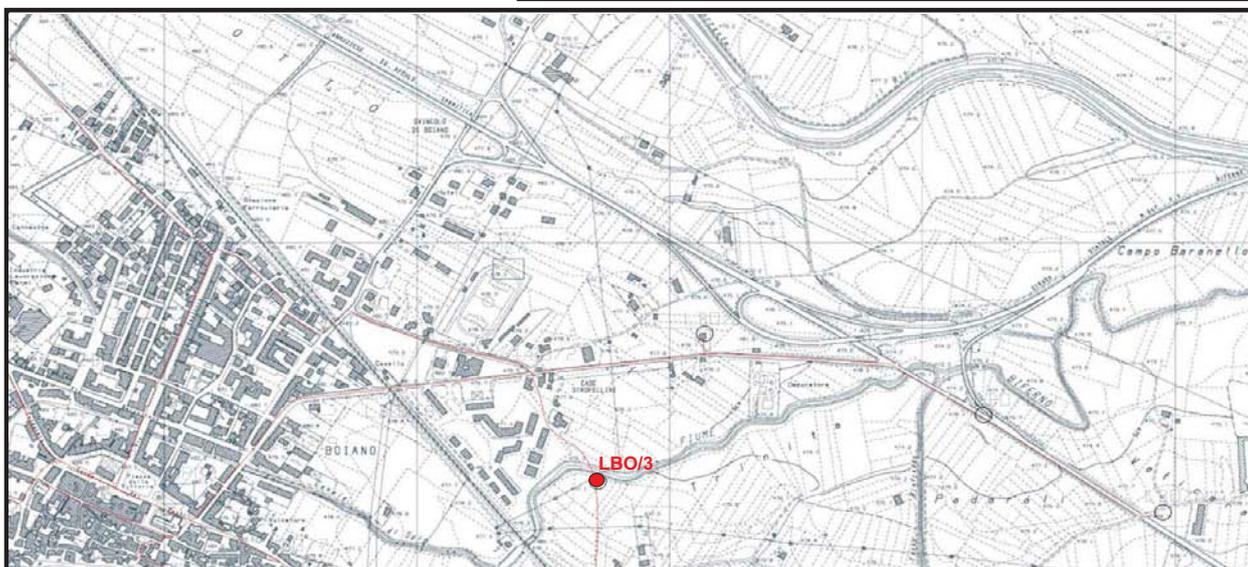
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Casa di Cura
Caposaldo: **LBO/3**
Tipo: Verticale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 58.038" N
Longitudine: 14° 28' 57.780" E
Quota: 527.9 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Nei pressi della casa di ricovero dopo il ponticello, il cs si trova sulla sinistra della strada sul basamento in cemento nei pressi della cabina Enel, vicino il tombino in ghisa





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

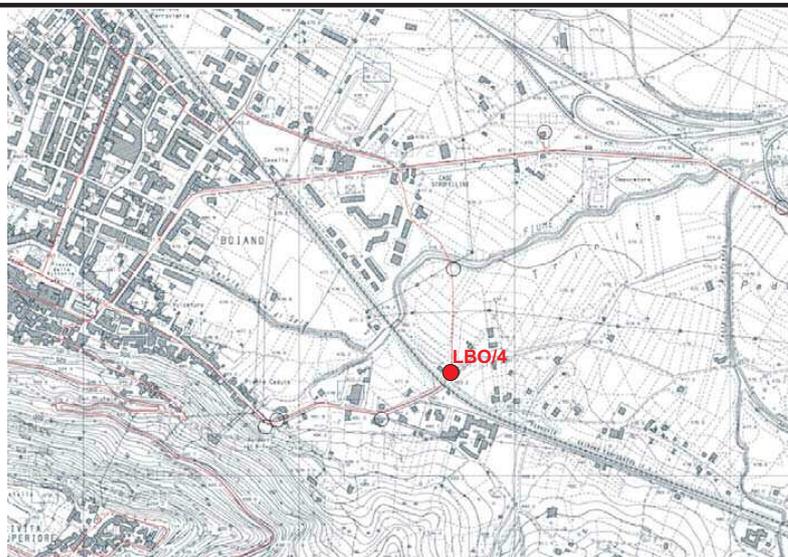
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Pietre Cadute
Caposaldo: **LBO/4**
Tipo: Verticale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 49.775" N
Longitudine: 14° 28' 59.293" E
Quota: 530.3 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Prima del passaggio a livello nei pressi della casa, vicino le scale che portano alla strada.





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

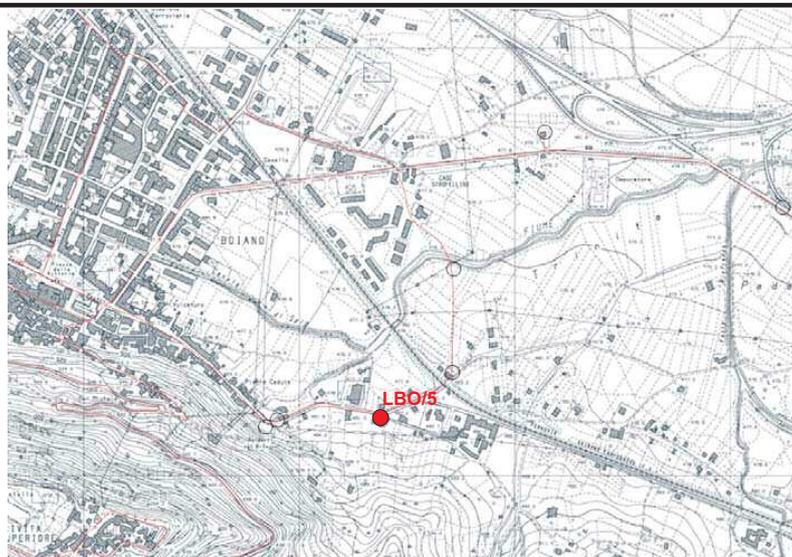
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Pietre Cadute
Caposaldo: **LBO/5**
Tipo: Orizzontale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 46.470" N
Longitudine: 14° 28' 52.681" E
Quota: 529.5 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfaccimento:



Descrizione Monografica

Superato il passaggio a livello al bivio il cs si trova sul muretto di cinta vicino al cancello d'ingresso di una casa.





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

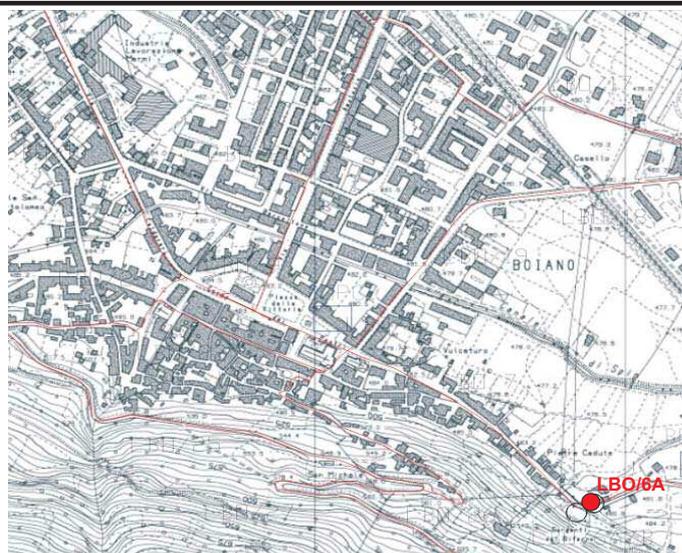
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Pietre Cadute
Caposaldo: **LBO/6A**
Tipo: Verticale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 46.260" N
Longitudine: 14° 28' 41.280" E
Quota: 529.8 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Sorgenti del Biferno, vicino l'acquedotto il cs si trova sul muretto in cemento di fronte la fontana.





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

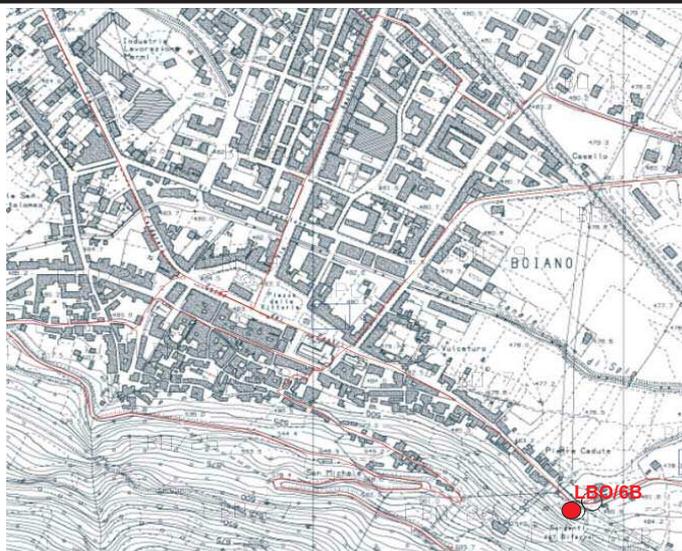
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Pietre Cadute
Caposaldo: **LBO/6B**
Tipo: Verticale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 46.092" N
Longitudine: 14° 28' 40.540" E
Quota: 529.2 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Sorgenti del Biferno, vicino l'acquedotto il cs si trova sul muretto che delimita la vasca della sorgente.





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

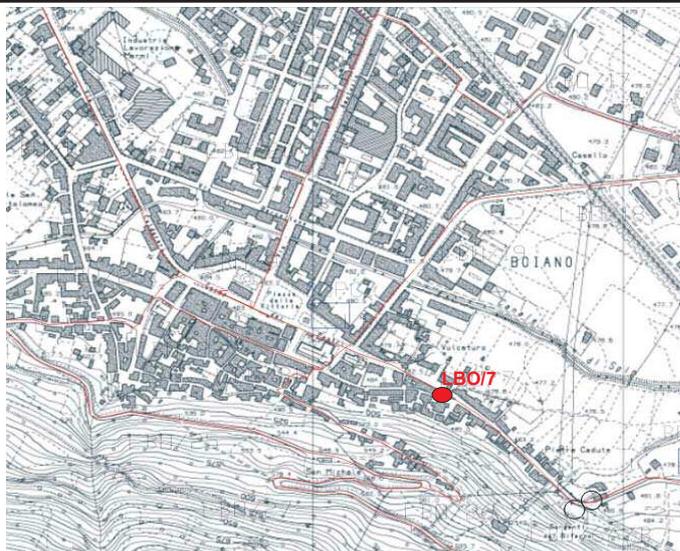
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Pietre Cadute
Caposaldo: **LBO/7**
Tipo: Verticale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 52.039" N
Longitudine: 14° 28' 32.458" E
Quota: 530.5 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Superate le sorgenti del Biferno, lungo Via Turno, angolo Via Biferno, il cs si trova sulla colonnina paracarro di fronte al civico n. 73.





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

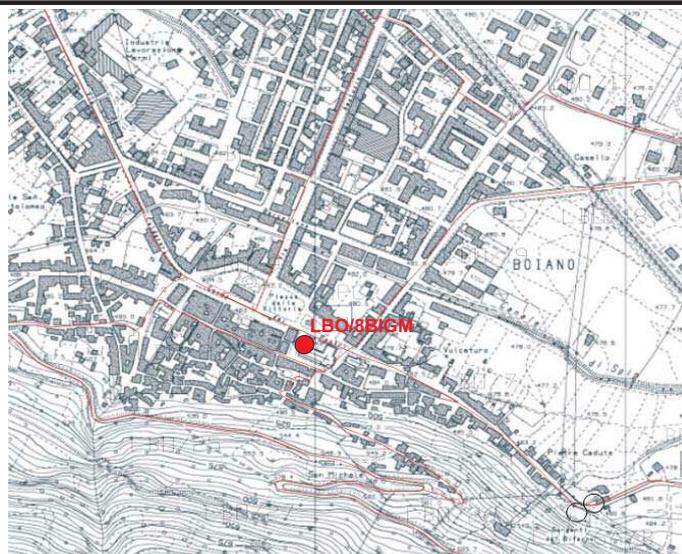
Comune: Bojano (CB)
Località: Centro Storico
Caposaldo: **LBO/8BIGM**
Tipo: Verticale in Pozzetto
Proprietà: I.G.M.I.
Latitudine: 41° 28' 55.307" N
Longitudine: 14° 28' 21.551" E
Quota: 532.2 m
Data Materializzazione:
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Il cs in porcellana, si trova in un pozzetto con coperchio in ghisa, nei pressi dei giardinetti della seconda chiesa di Bojano

Note:





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

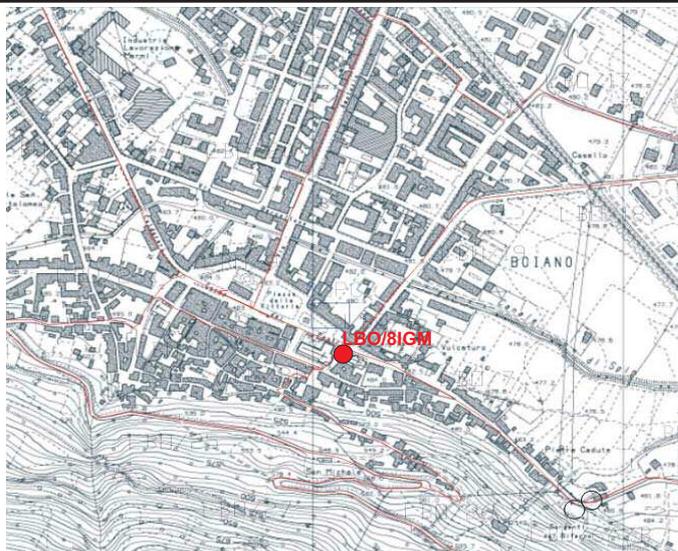
Comune: Bojano (CB)
Località: Centro Storico
Caposaldo: **LBO/8IGM**
Tipo: Verticale in Pozzetto
Proprietà: I.G.M.I.
Latitudine: 41° 28' 54.686" N
Longitudine: 14° 28' 24.574" E
Quota: 531.0 m
Data Materializzazione: 1983
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

La chiesa di fronte la Cattedrale di Bojano, il cs in porcellana, si trova in un pozzetto con coperchio in ghisa, sul lato sinistro della porta d'ingresso principale della chiesa stessa, nell'angolo dell'edificio.

Note: Coincidente con il cs 106 della linea 80 I.G.M.I.





Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

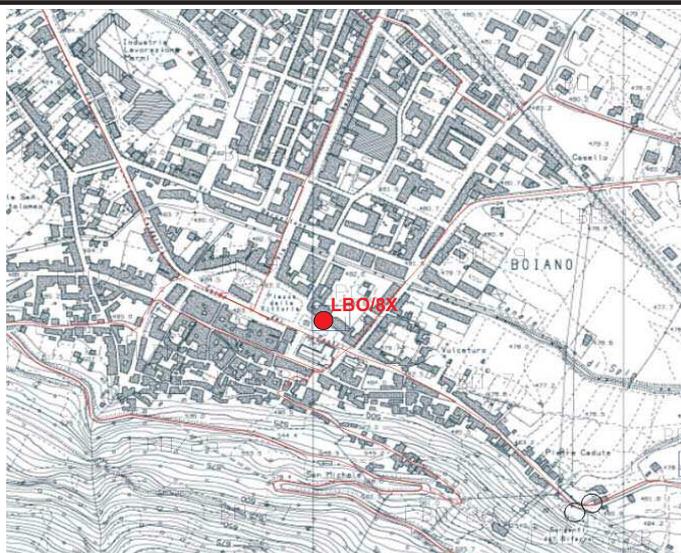
Comune: Bojano (CB)
Località: Centro Storico
Caposaldo: **LBO/8X**
Tipo: Verticale
Proprietà: Oss. Ves.- I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 55.567" N
Longitudine: 14° 28' 21.619" E
Quota: 531.6 m
Data Materializzazione: 2005
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Il cs si trova nella piazza di Bojano, nei pressi della farmacia

Note: Battuto Dry Tilt





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

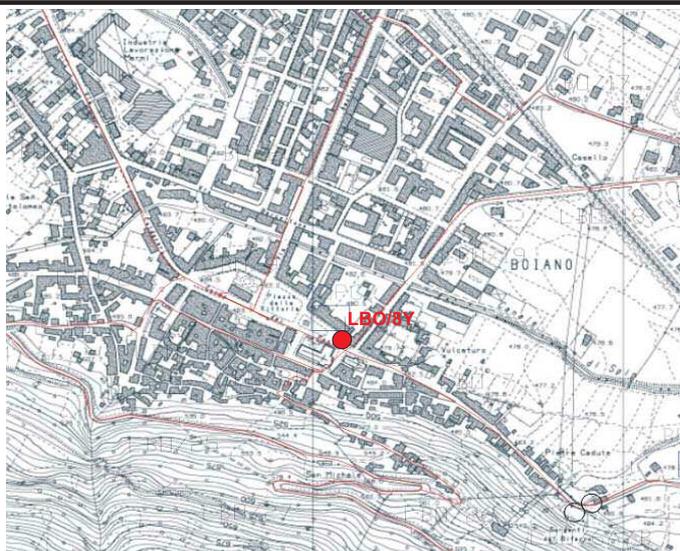
Comune: Bojano (CB)
Località: Centro Storico
Caposaldo: **LBO/8Y**
Tipo: Verticale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 55.523" N
Longitudine: 14° 28' 23.719" N
Quota: 531.0 m
Data Materializzazione: 2005
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Il cs si trova nella piazza di Bojano, nei pressi del bordo del marciapiede vicino il tabaccaio.

Note: Battuto Dry Tilt





Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

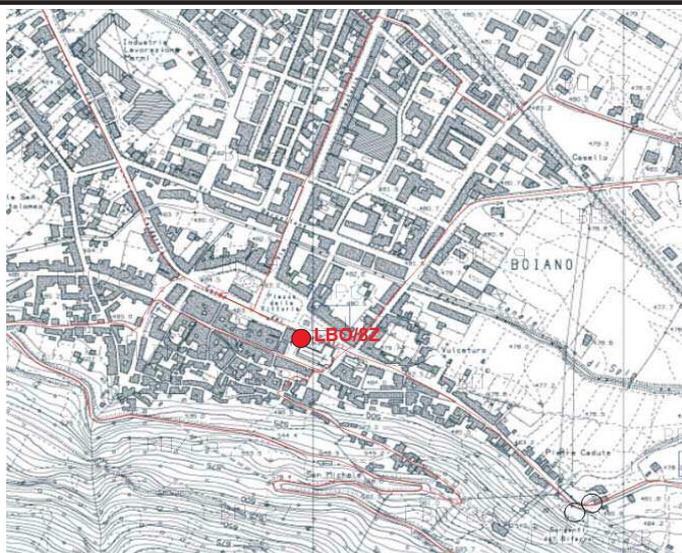
Comune: Bojano (CB)
Località: Centro Storico
Caposaldo: **LBO/8Z**
Tipo: Verticale
Proprietà: Oss. Ves. -I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 56.774" N
Longitudine: 14° 28' 22.729" E
Quota: 531.6 m
Data Materializzazione: 2005
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Il cs si trova nella piazza di Bojano, nei pressi dei giardinetti vicino la chiesa alla base della balaustra di cemento

Note: Battuto Dry Tilt





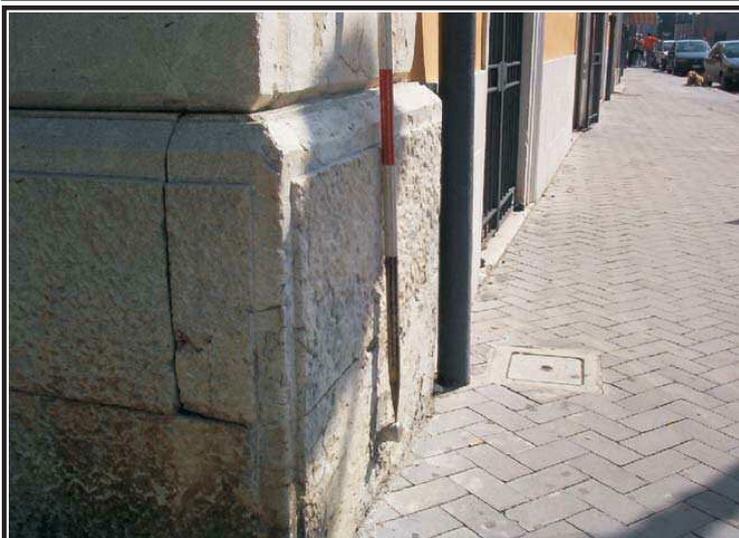
Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Municipio
Caposaldo: **LBO/9**
Tipo: Orizzontale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 58.214" N
Longitudine: 14° 28' 16.309" E
Quota: 534.3 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:

Descrizione Monografica

Municipio di Bojano, il cs si trova nell'angolo estremo sinistro dell'edificio guardando la porta d'ingresso dello stesso.





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

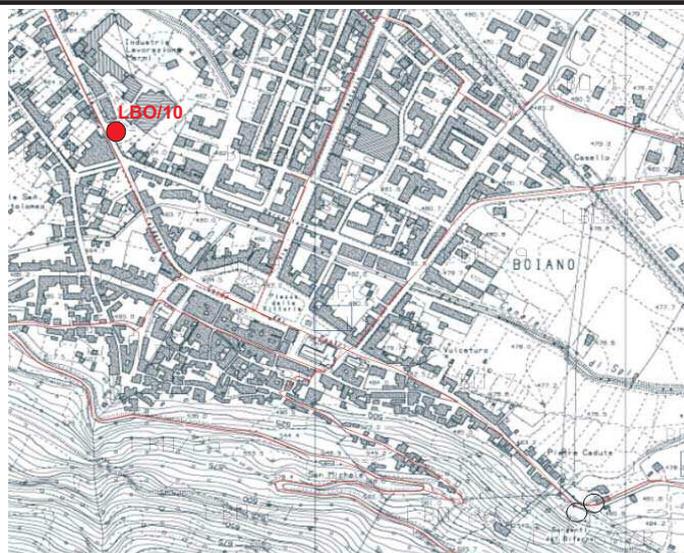
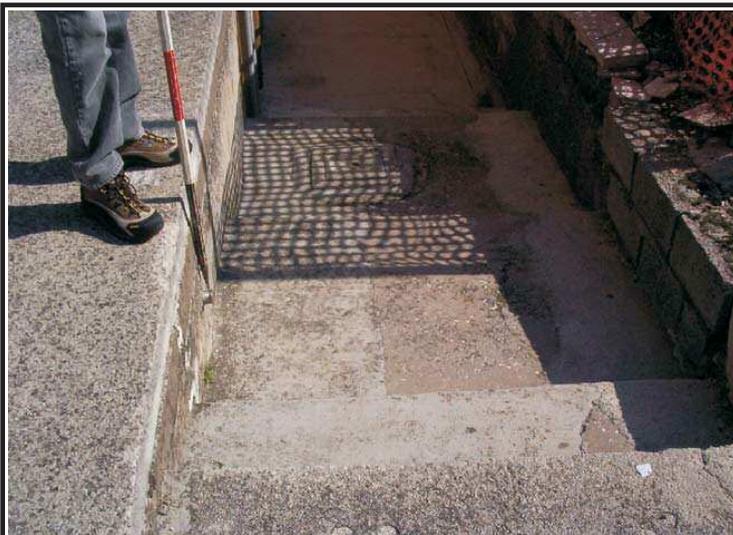
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Centro Città
Caposaldo: **LBO/10**
Tipo: Verticale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 29' 06.956" N
Longitudine: 14° 28' 08.214" E
Quota: 533.7 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Lungo Via Calderari poco dopo l'incrocio con Via Filamena Gianfrancesco, il cs si trova a destra del civico n. 92 scendendo lungo la scala di ingresso.





Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

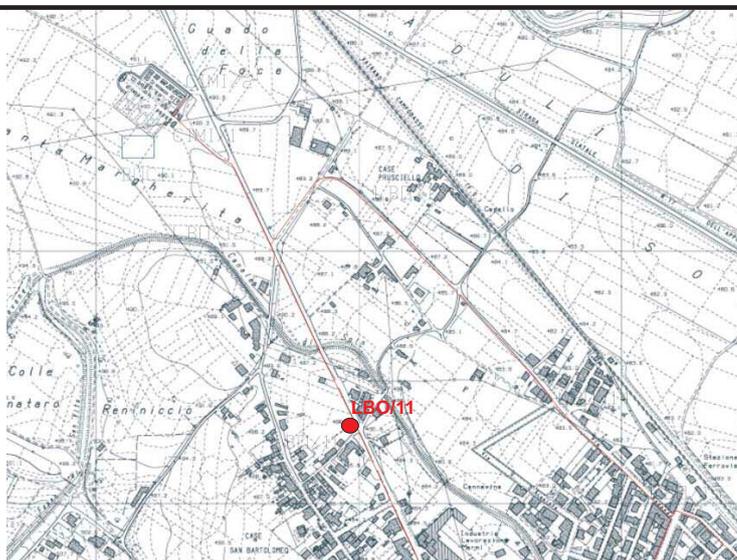
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Strada Provinciale
Caposaldo: **LBO/11**
Tipo: Orizzontale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 29' 19.152" N
Longitudine: 14° 28' 00.280" E
Quota: 534.6 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Lungo la strada provinciale, nei pressi di una falegnameria, il cs si trova in corrispondenza di uno dei pilastri in C.A. della costruzione con le finestre circolari azzurre.





Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

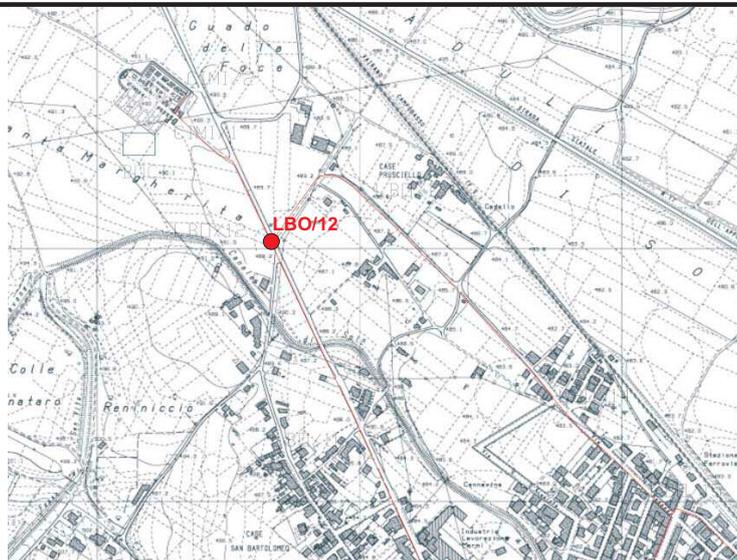
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Strada Provinciale
Caposaldo: **LBO/12**
Tipo: Orizzontale
Proprietà: Oss. Ves.- I.N.G.V.
Latitudine: 41° 29' 30.980" N
Longitudine: 14° 27' 53.064" E
Quota: 537.4 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Lungo la strada provinciale, al bivio con Via Romano nei pressi della segnaletica di accesso all'abitato di Bojano, il cs si trova in corrispondenza del canale di scolo, sul muretto in C.A. che delimita il bordo destro della strada.





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

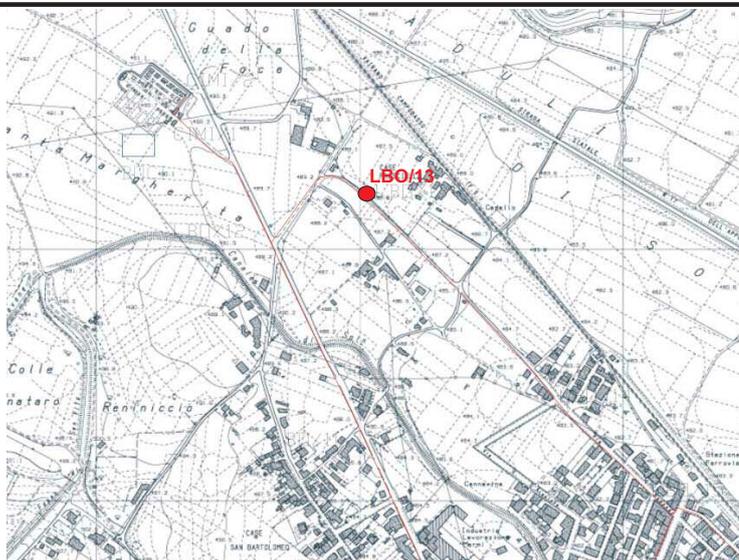
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Case Prusciello
Caposaldo: **LBO/13**
Tipo: Orizzontale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 29' 33.712" N
Longitudine: 14° 28' 01.283" E
Quota: 535.9 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Lasciata la strada provinciale lungo Via Romano dopo la curva a destra, il cs si trova su di un muretto in C.A. che delimita il perimetro di una villa.





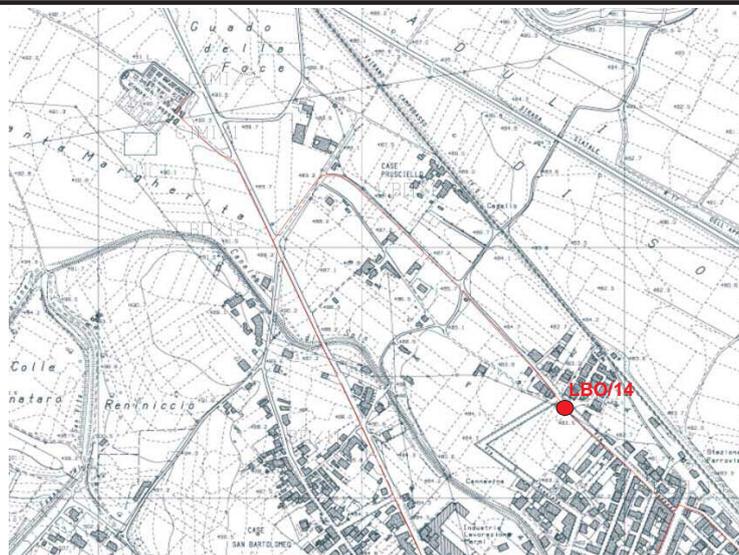
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Centro
Caposaldo: **LBO/14**
Tipo: Verticale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 29' 24.284" N
Longitudine: 14° 28' 12.286" E
Quota: 533.7 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:

Descrizione Monografica

Lungo Via Gen. F. Romano (prolung. Via dei Sanniti), il cs si trova vicino la colonnina dell'Enel nei pressi del civico n. 27, di fronte l'autofficina Ford.





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

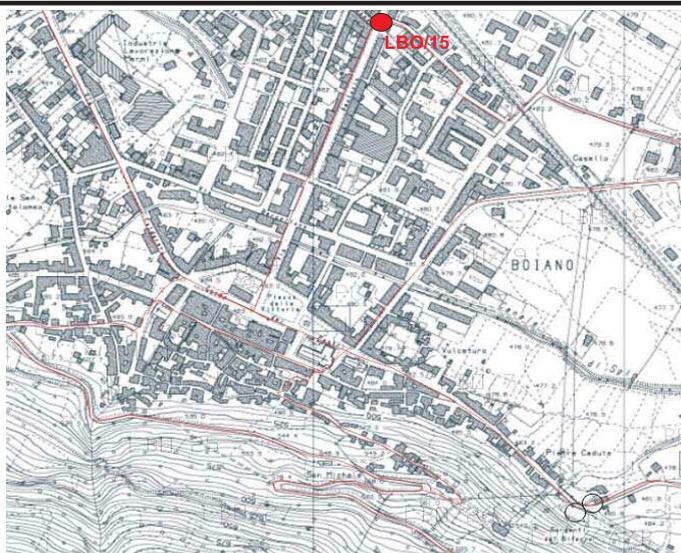
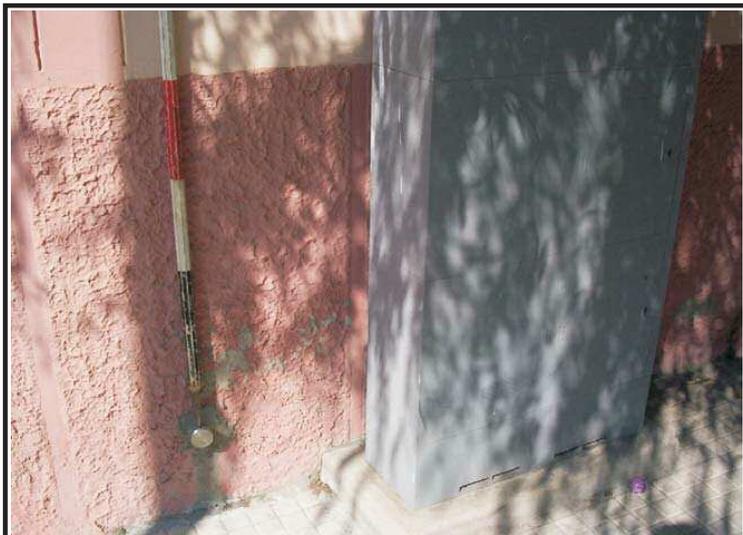
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Stazione Ferroviaria
Caposaldo: **LBO/15**
Tipo: Orizzontale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 29' 13.900" N
Longitudine: 14° 28' 26.449" E
Quota: 531.4 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Nei pressi della stazione ferroviaria, angolo tra Via Gino di Biase e Corso F. Amatuzio, il cs si trova ad angolo sotto la segnaletica "Stazione-casa di cura".





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

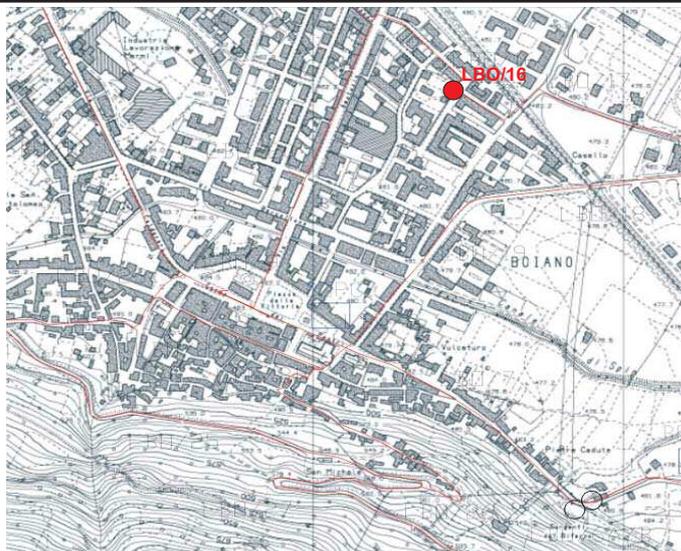
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Centro
Caposaldo: **LBO/16**
Tipo: Orizzontale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 29' 10.295" N
Longitudine: 14° 28' 32.490" E
Quota: 532.5 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Lungo Via dei Sanniti, il cs si trova nell'angolo del fabbricato al civico n. 32, di fronte "il grottino della frutta".





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

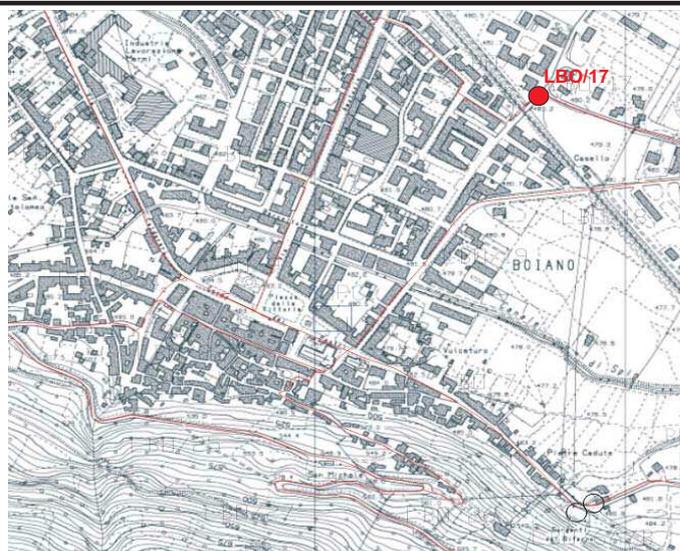
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Campo Sportivo
Caposaldo: **LBO/17**
Tipo: Verticale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine:
Longitudine:
Quota:
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento: 2005



Descrizione Monografica

Superato il passaggio a livello, poco più avanti, al bivio per Viale Olimpico, il cs si trova alla base del palo della luce vicino il cartello "Irgomme Michelin".





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

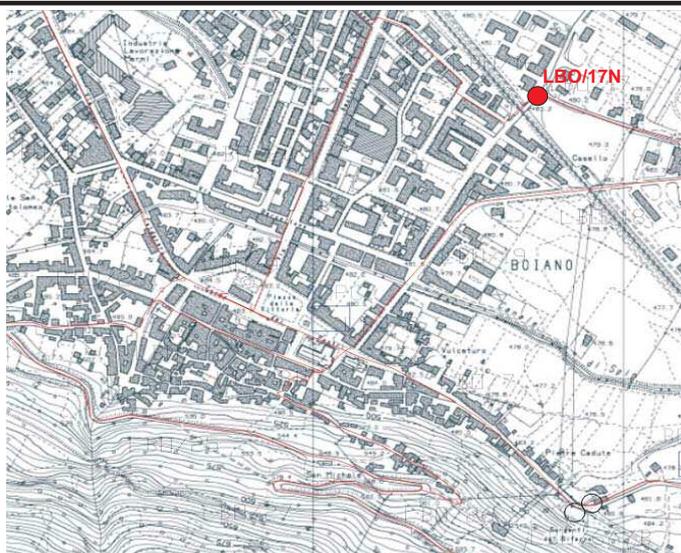
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Campo Sportivo
Caposaldo: **LBO/17N**
Tipo: Orizzontale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 29' 09.748" N
Longitudine: 14° 28' 37.052" E
Quota: 529.6 m
Data Materializzazione: 2005
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Superato il passaggio a livello, poco più avanti, al bivio per Viale Olimpico, il cs si trova scendendo le scale poste alla sinistra dell'agenzia di viaggi, sul laterale delle stesse.





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

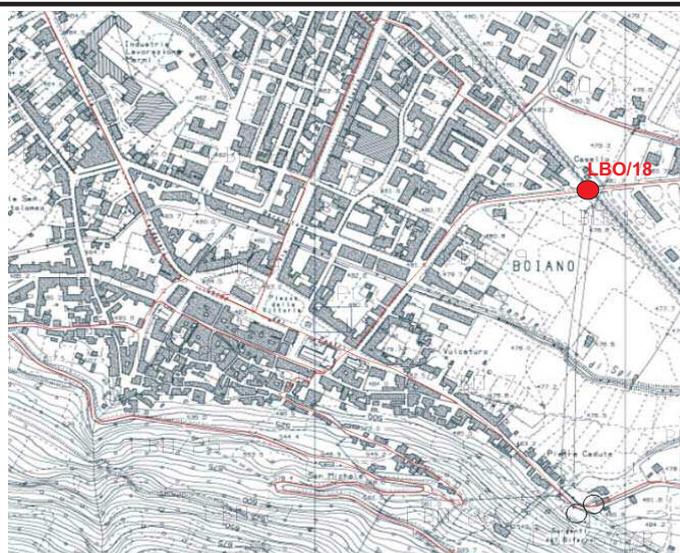
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Centro
Caposaldo: **LBO/18**
Tipo: Orizzontale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 29' 04.084" N
Longitudine: 14° 28' 41.164" E
Quota: 529.5 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Lungo Via F. Cavadini superato il passaggio a livello, il cs si trova alla base del muretto in C.A vicino la sbarra del suddetto passaggio.





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

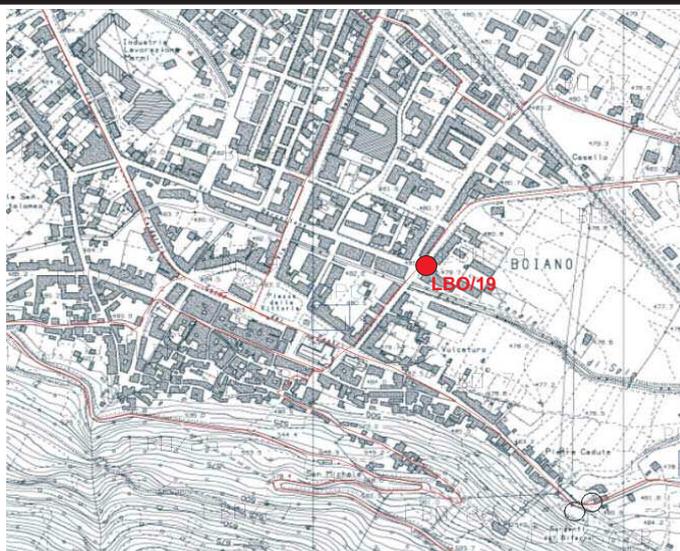
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Centro
Caposaldo: **LBO/19**
Tipo: Orizzontale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 59.852" N
Longitudine: 14° 28' 30.250" E
Quota: 533.7 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Lungo Via F. Cavadini all'incrocio vicino il civico n. 104 (già 100), il cs è nell'angolo dell'edificio.





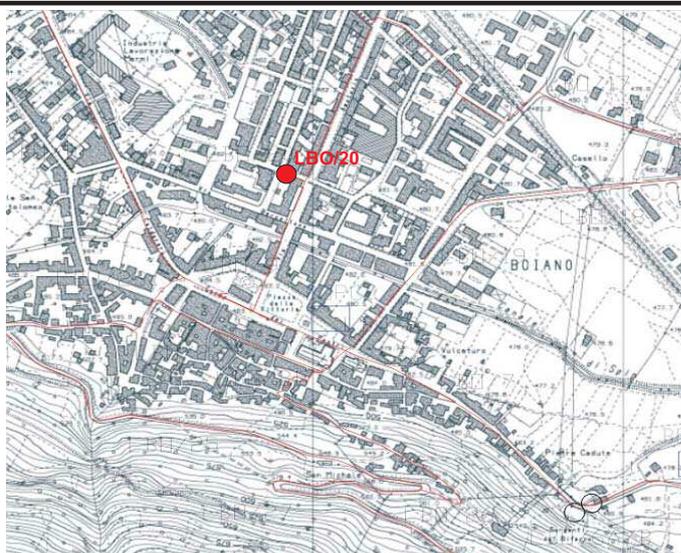
Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Centro
Caposaldo: **LBO/20**
Tipo: Orizzontale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 29' 04.931" N
Longitudine: 14° 28' 20.531" E
Quota: 533.7 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:

Descrizione Monografica

Il cs si trova lungo il cordolo del fabbricato della scuola elementare in Via G. Galilei, traversa del Corso F. Amatzio.





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

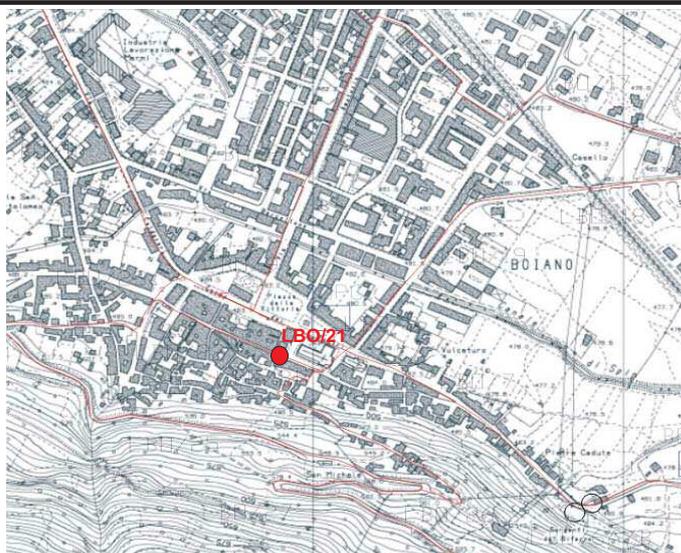
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Centro Storico
Caposaldo: **LBO/21**
Tipo: Orizzontale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 54.753" N
Longitudine: 14° 28' 19.684" E
Quota: 533.5 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Alle spalle della Cattedrale di Bojano (nella piazzetta), all'inizio di Corso Umberto I, il cs si trova ad angolo con il Vico Malizia nei pressi del negozio "oro magazine".





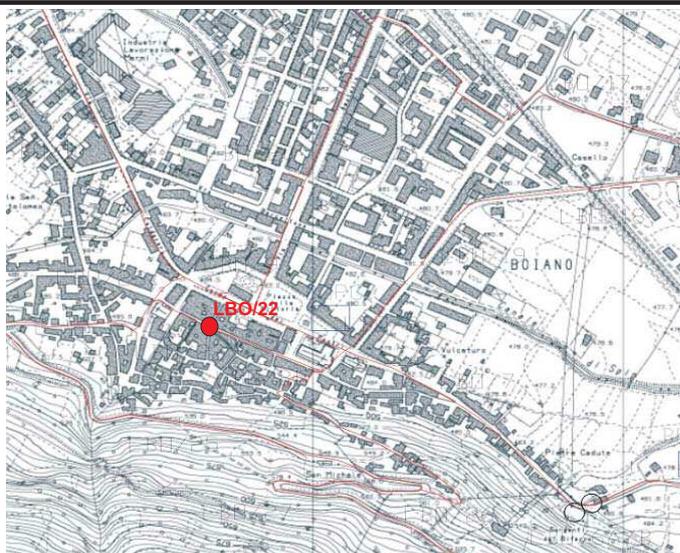
Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Centro Storico
Caposaldo: **LBO/22**
Tipo: Orizzontale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 56.111" N
Longitudine: 14° 28' 15.270" E
Quota: 536.4 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:

Descrizione Monografica

Lungo il Corso Umberto I, il cs si trova ad angolo con Via Cortevecchia, vicino la fontanella.





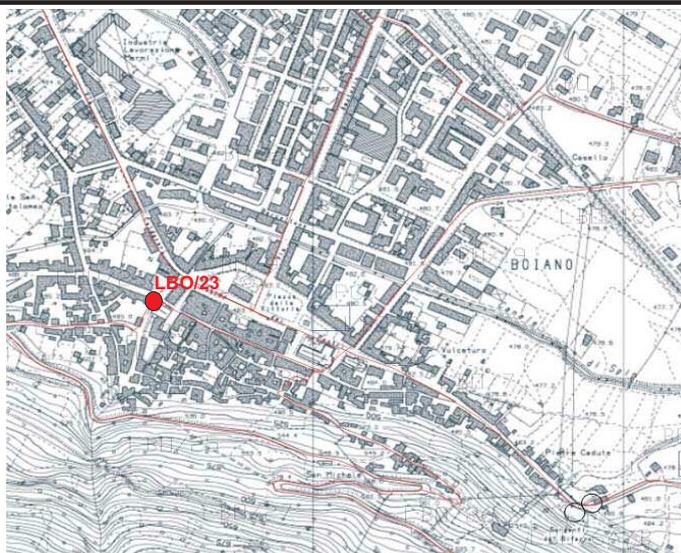
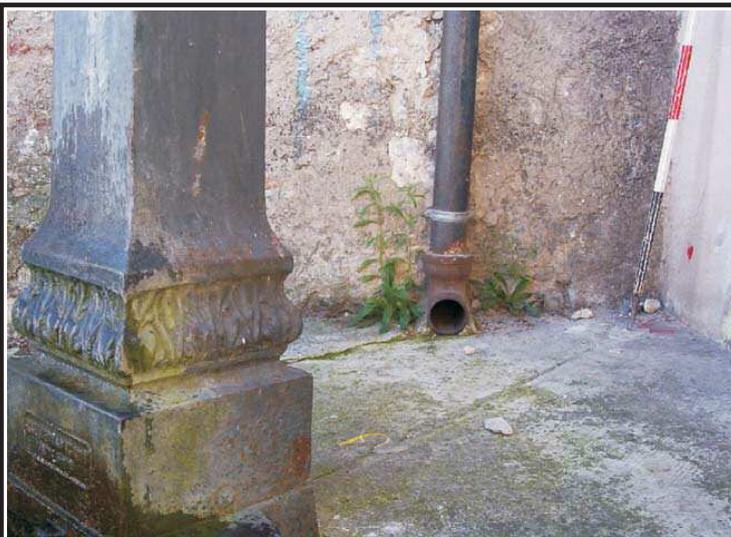
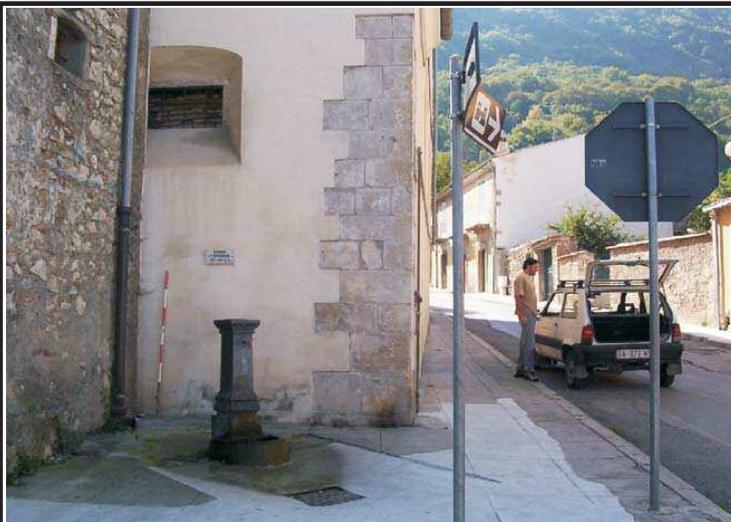
Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Centro Storico
Caposaldo: **LBO/23**
Tipo: Verticale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 57.652" N
Longitudine: 14° 28' 11.601" E
Quota: 536.0 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:

Descrizione Monografica

Alla fine del Corso Umberto I, nei pressi di Porta di Pasquino, il cs si trova dietro la fontana.





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

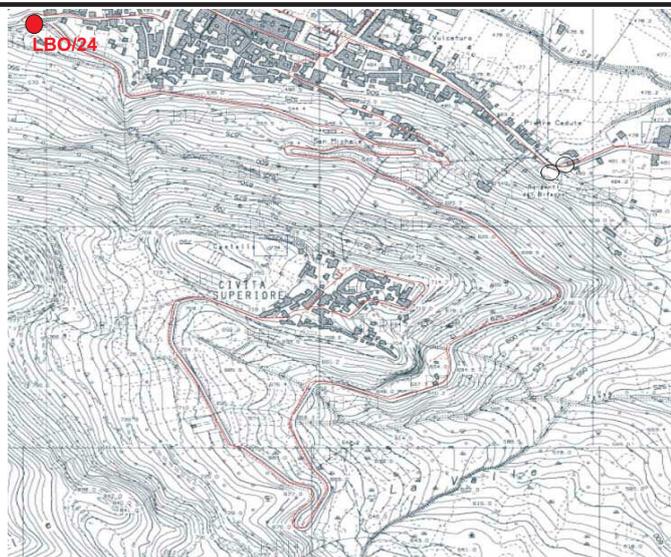
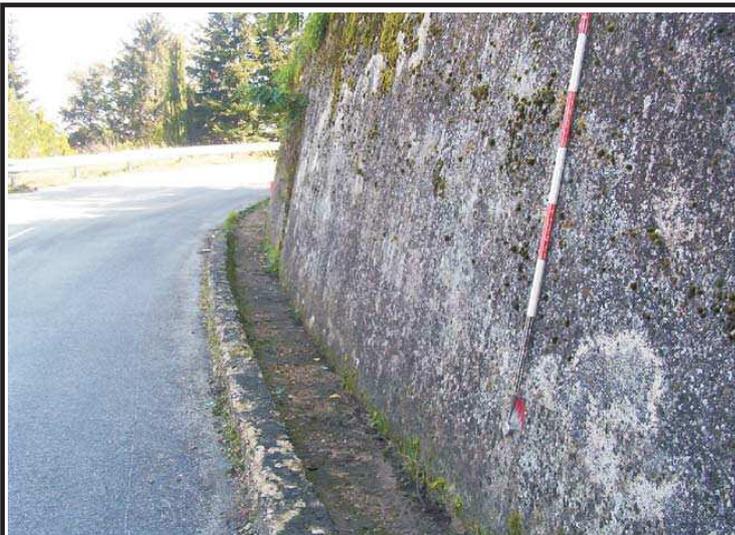
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Strada per Civita Superiore
Caposaldo: **LBO/24**
Tipo: Orizzontale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 55.776" N
Longitudine: 14° 28' 00.348" E
Quota: 560.2 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Lungo la strada comunale per Civita Superiore a 20 Mt dopo il 1° tornante salendo sul muro di contenimento a destra.





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

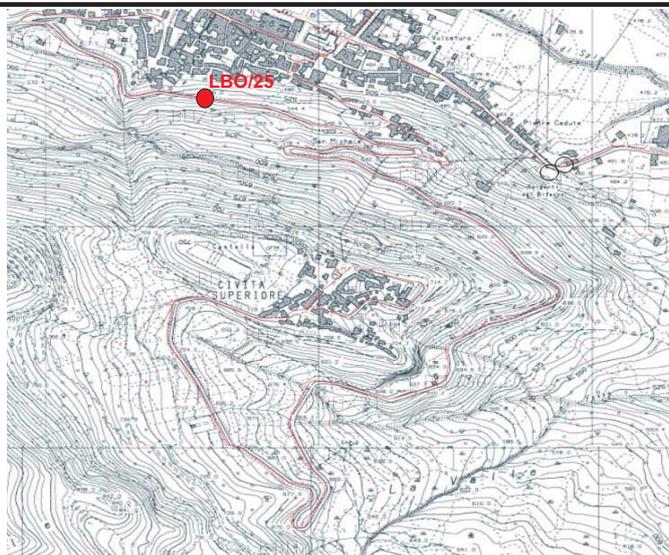
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Strada per Civita Superiore
Caposaldo: **LBO/25**
Tipo: Verticale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 50.953" N
Longitudine: 14° 28' 12.619" E
Quota: 581.4 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Lungo la strada comunale per Civita Superiore, il cs si trova di fronte il sentiero in salita per la "Madonna della neve" sul cordolo sinistro della strada dietro il gard rail.





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

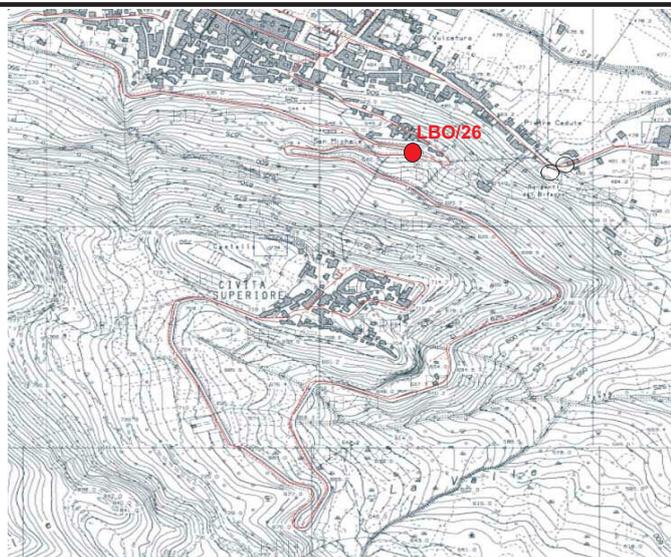
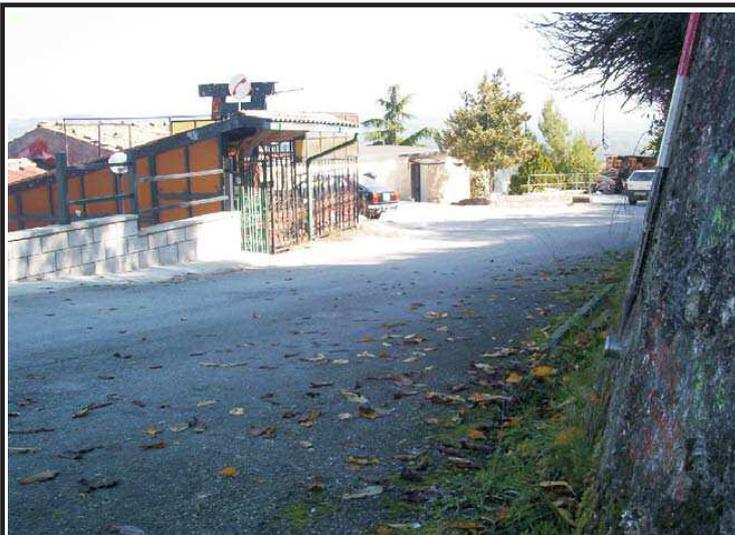
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Strada per Civita Superiore
Caposaldo: **LBO/26**
Tipo: Orizzontale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 47.241" N
Longitudine: 14° 28' 30.061" E
Quota: 598.0 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Lungo la strada comunale per Civita Superiore, superata la chiesa, il cs si trova su di un muro di contenimento nei pressi del bivio al 2° tornante in vicinanza di un "pub".





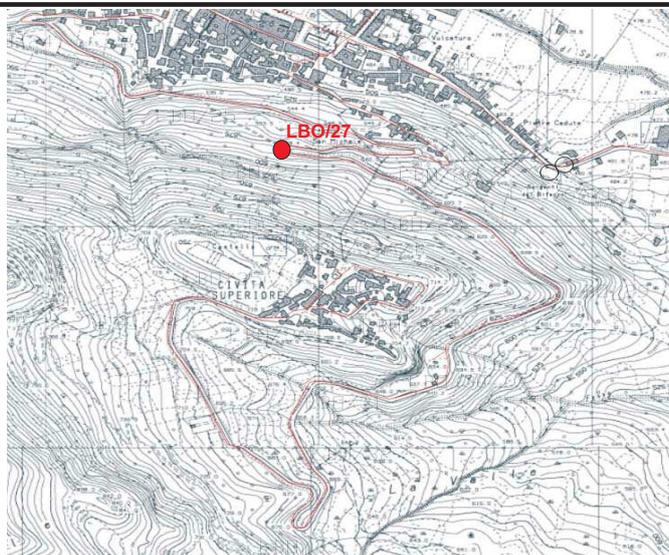
Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Strada per Civita Superiore
Caposaldo: **LBO/27**
Tipo: Orizzontale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 46.871" N
Longitudine: 14° 28' 30.629" E
Quota: 609.6 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:

Descrizione Monografica

Lungo la strada comunale per Civita Superiore, al 3° tornante lungo il muro di contenimento vicino il sentiero per la "Madonna della Neve"





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

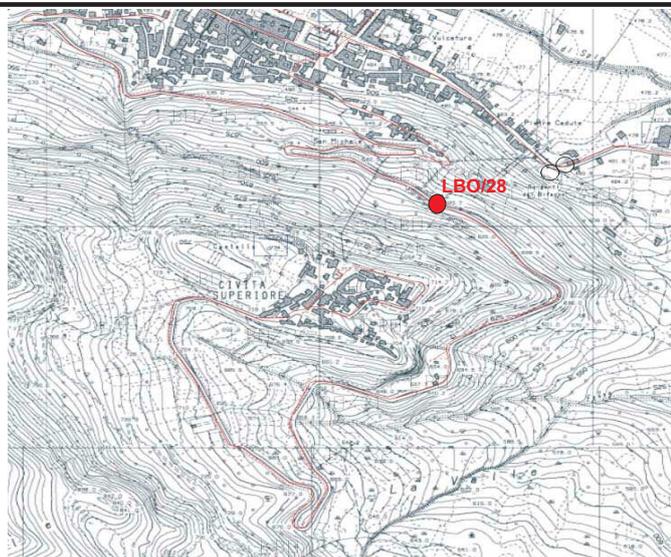
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Strada per Civita Superiore
Caposaldo: **LBO/28**
Tipo: Verticale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 42.220" N
Longitudine: 14° 28' 35.698" E
Quota: 649.2 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Lungo la strada comunale per Civita Superiore, dopo circa 300 dal 3° tornante sul lato sinistro della strada, il cs si trova sopra il muretto che delimita la carreggiata.





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

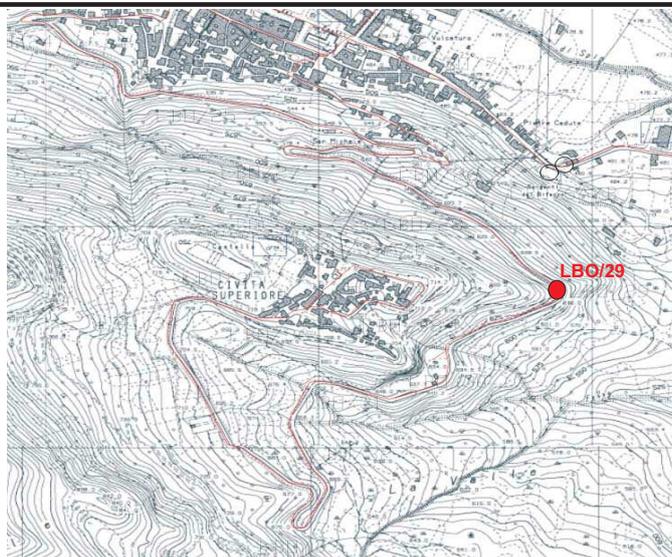
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Strada per Civita Superiore
Caposaldo: **LBO/29**
Tipo: Orizzontale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 37.722" N
Longitudine: 14° 28' 41.387" E
Quota: 662.8 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Lungo la strada comunale per Civita Superiore, al 4° tornante sulla destra, il cs si trova sopra una grossa roccia in posto.





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

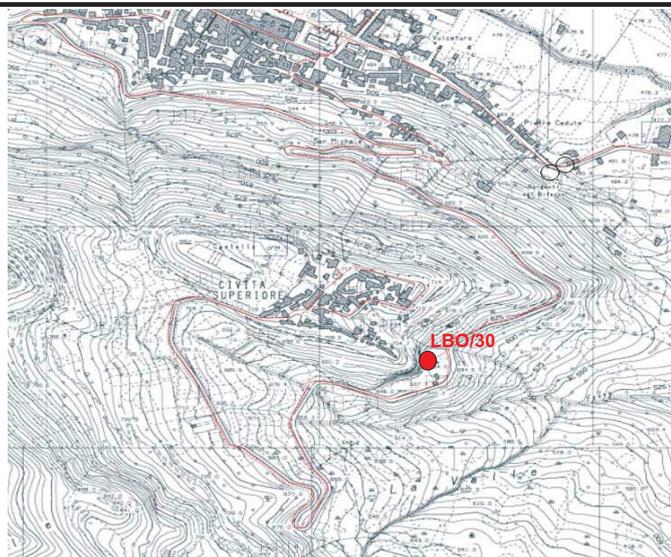
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Strada per Civita Superiore
Caposaldo: **LBO/30**
Tipo: Orizzontale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 32.889" B
Longitudine: 14° 28' 31.808" E
Quota: 683.1 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento: 2006



Descrizione Monografica

Lungo la strada comunale per Civita Superiore, dentro una vecchia cava, il cs si trova su di un vecchio fabbricato dell'Enel.





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

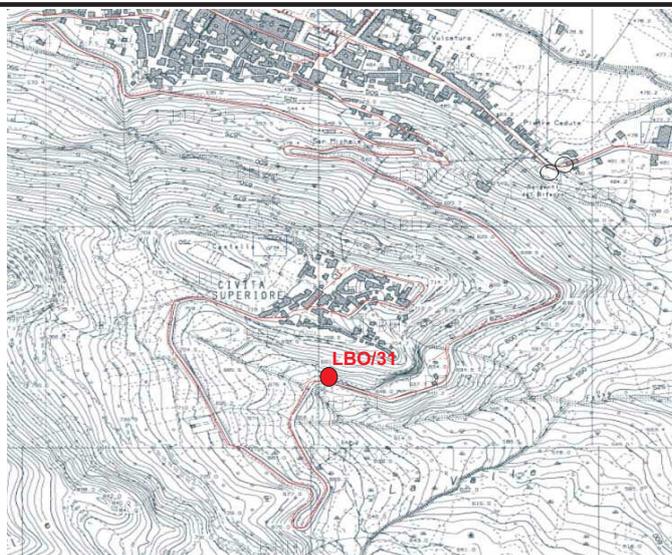
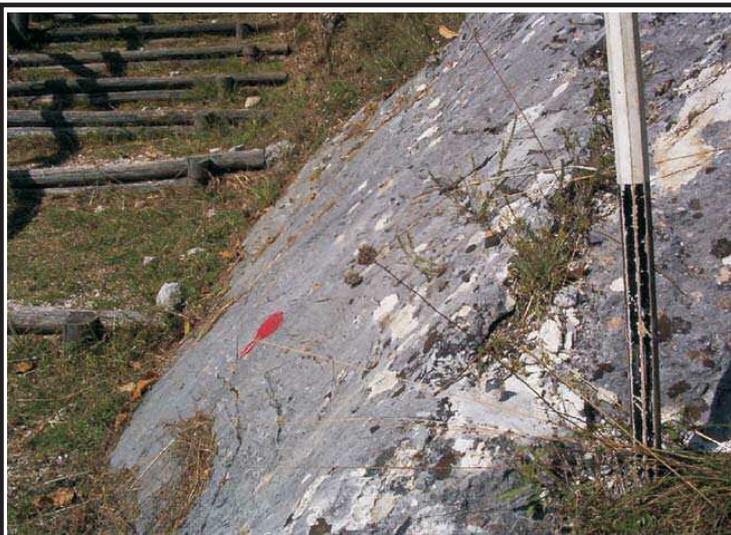
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Strada per Civita Superiore
Caposaldo: **LBO/31**
Tipo: Verticale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 31.358" N
Longitudine: 14° 28' 23.792" E
Quota: 699.7 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Lungo la strada comunale per Civita Superiore, salendo dopo la cava, il cs si trova su di una grossa roccia in posto vicino le scalette che conducono ad un sentiero (nei pressi della capannina in legno delle informazioni).





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

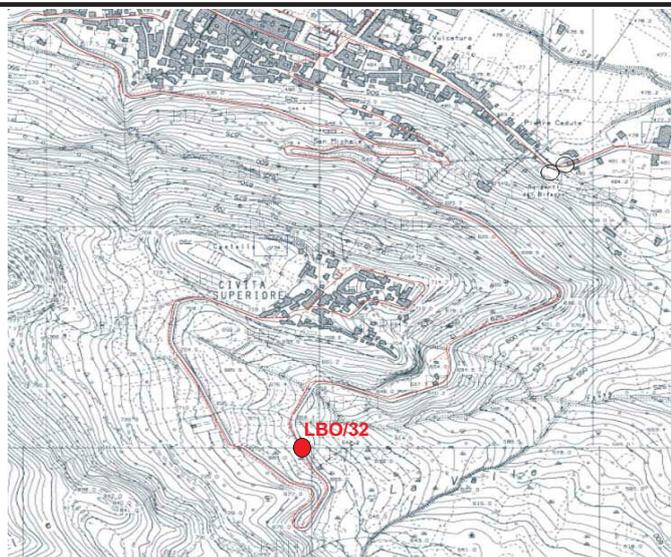
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Strada per Civita Superiore
Caposaldo: **LBO/32**
Tipo: Verticale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 25.488" N
Longitudine: 14° 28' 22.069" E
Quota: 709.2 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Lungo la strada comunale per Civita Superiore, salendo il cs si trova sopra un piccolo muro di contenimento che delimita un canale di deflusso delle acque

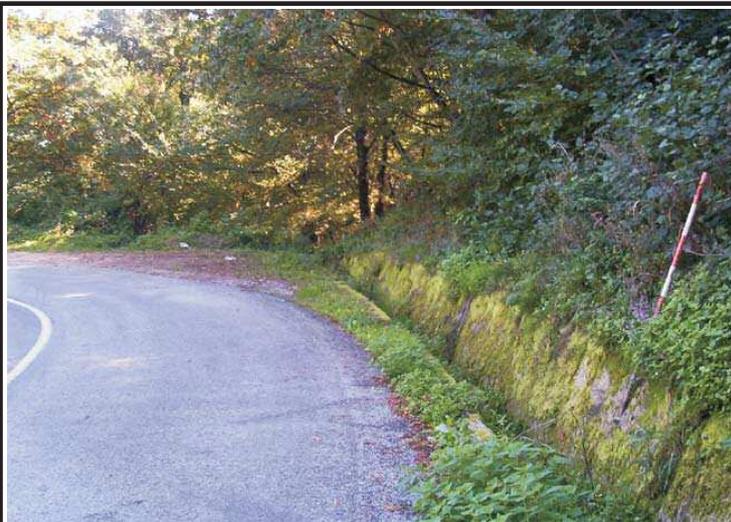




Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

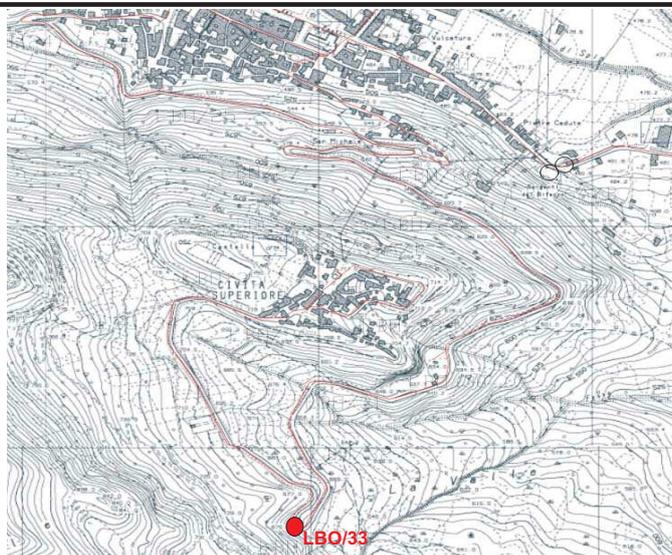
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Strada per Civita Superiore
Caposaldo: **LBO/33**
Tipo: Orizzontale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 20.361" N
Longitudine: 14° 28' 21.679" E
Quota: 719.2 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Lungo la strada comunale per Civita Superiore, salendo al 5° tornante, il cs si trova su di un piccolo muro di contenimento che delimita un canale di deflusso delle acque.





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Strada per Civita Superiore
Caposaldo: **LBO/34**
Tipo: Orizzontale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 32.972" N
Longitudine: 14° 28' 10.916" E
Quota: 753.8 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:

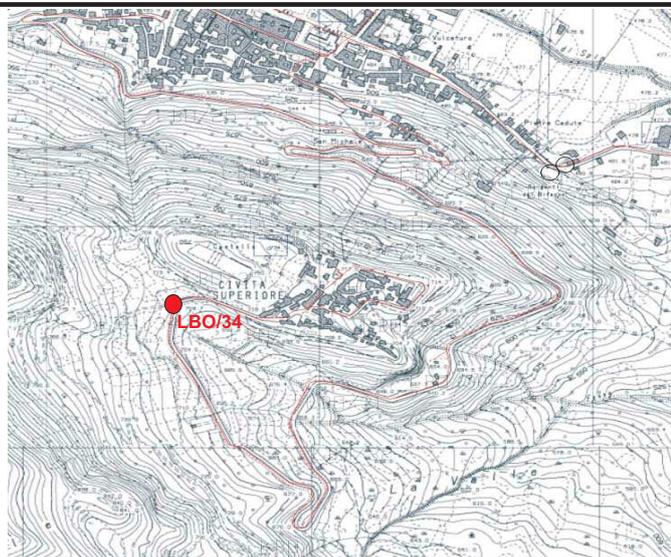


Descrizione Monografica

Lungo la strada comunale per Civita Superiore, salendo dopo aver superato il piccolo cimitero di Civita, nei pressi del bivio, il cs si trova lungo il muro di contenimento vicino la fontana.



CIVITA SU
(incrocio strada)
per / near
Civita Su





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

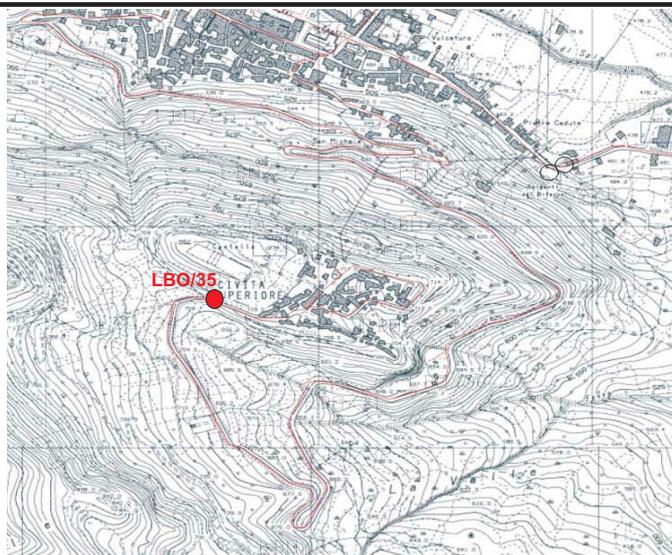
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Strada per Civita Superiore
Caposaldo: **LBO/35**
Tipo: Verticale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 37.254" N
Longitudine: 14° 28' 13.356" E
Quota: 760.5 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Lungo la strada comunale per Civita Superiore, dopo aver superato il bivio, il cs si trova circa 200 Mt prima di Civita Superiore, su di una roccia in posto vicino il sentiero che conduce al castello.





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

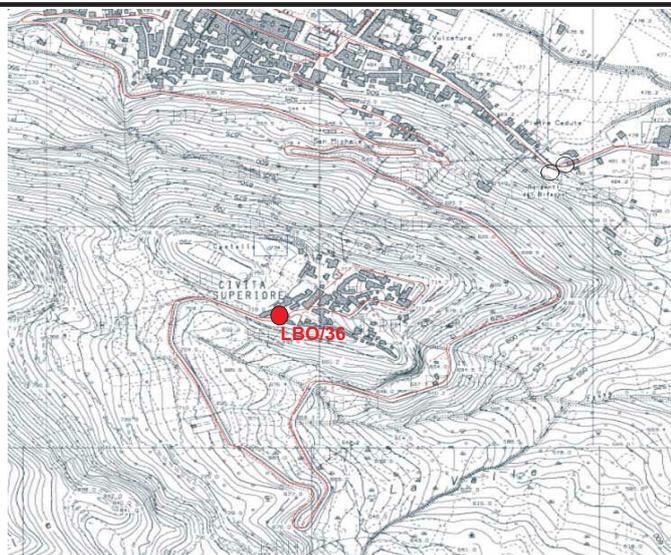
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Civita Superiore
Caposaldo: **LBO/36**
Tipo: Verticale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 35.860" N
Longitudine: 14° 28' 19.222" E
Quota: 769.7 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Giunti a Civita Superiore, il cs si trova alla base della pensilina della fermata dell'autobus.





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

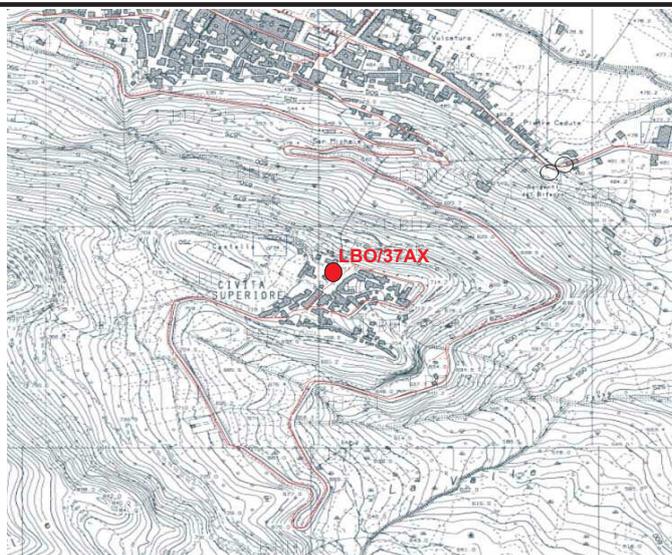
Comune: Bojano (CB)
Località: Civita Superiore
Caposaldo: **LBO/37AX**
Tipo: Orizzontale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 39.015" N
Longitudine: 14° 28' 24.127" E
Quota: 766.6 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Giunti nella piazzetta di Civita Superiore, il cs si trova sul muro della chiesa di S. Maria delle Grazie alla base del campanile a destra delle panchine.

Note: Battuto Dry Tilt





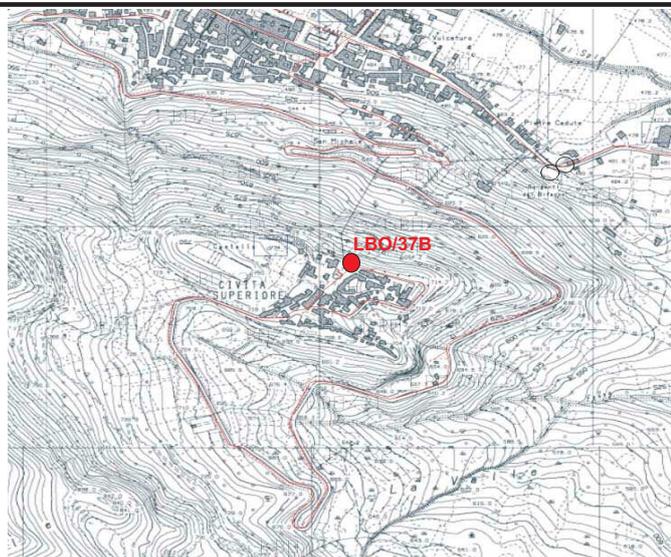
Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Civita Superiore
Caposaldo: **LBO/37B**
Tipo: Verticale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 39.359" N
Longitudine: 14° 28' 25.635" E
Quota: 767.1 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:

Descrizione Monografica

Giunti a nella piazzetta di Civita Superiore, il cs si trova sul ciglio del belvedere ad angolo, vicino la fontanella.





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

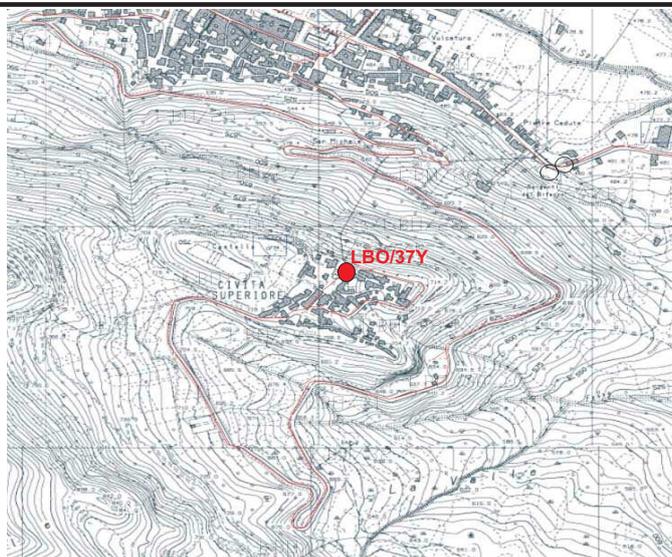
Comune: Bojano (CB)
Località: Civita Superiore
Caposaldo: **LBO/37Y**
Tipo: Verticale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 38.891" N
Longitudine: 14° 28' 25.188" E
Quota: 767.3 m
Data Materializzazione: 2005
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Giunti nella piazzetta di Civita Superiore, il cs si trova sul bordo della stradina nei pressi di un portone in legno.

Note: Battuto Dry Tilt





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

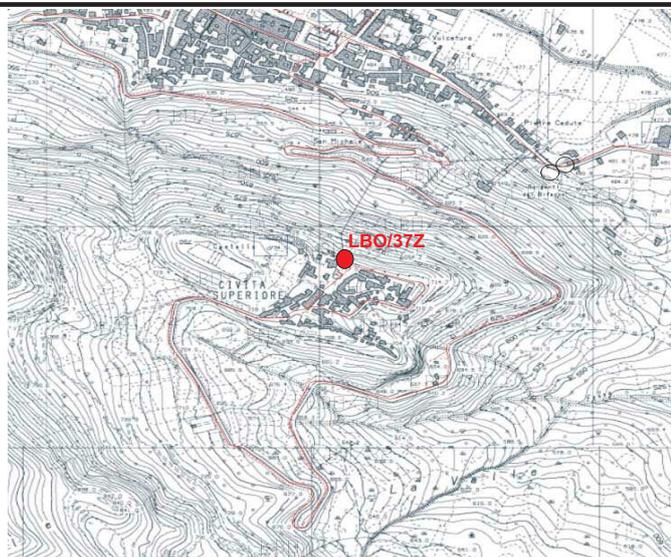
Comune: Bojano (CB)
Località: Civita Superiore
Caposaldo: **LBO/37Z**
Tipo: Verticale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 29' 39.671" N
Longitudine: 14° 28' 24.582" E
Quota: 766.4 m
Data Materializzazione: 2005
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Giunti nella piazzetta di Civita Superiore, il cs si trova vicino la ringhiera del belvedere nei pressi di una panchina.

Note: Batturo Dry Tilt





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

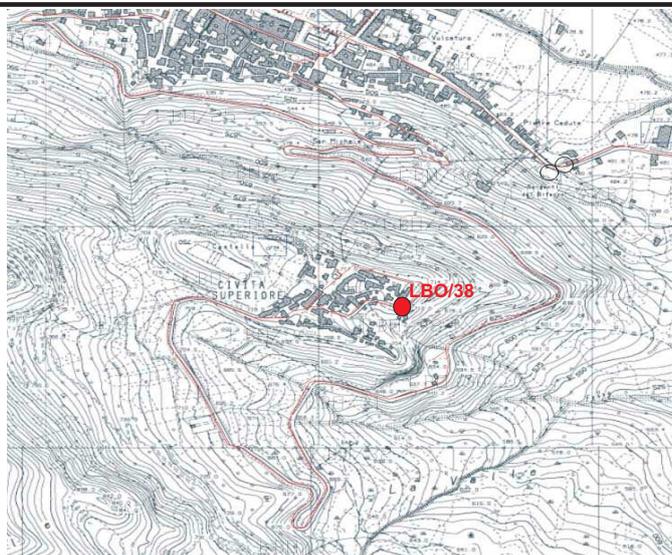
MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: Civita Superiore
Caposaldo: **LBO/38**
Tipo: Orizzontale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 28' 36.544" N
Longitudine: 14° 28' 29.013" E
Quota: 758.6 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Superato il belvedere seguendo la strada, il cs si trova subito dopo la curva sul muro della seconda chiesa di Civita Superiore quella di S. Giovanni, (nei pressi delle scale).





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

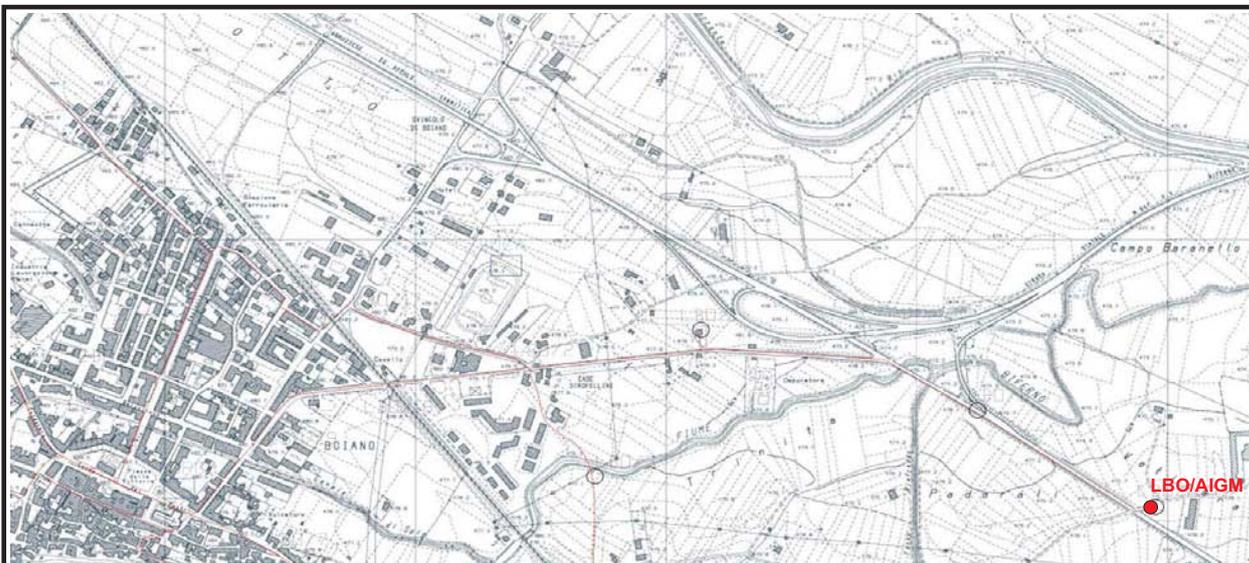
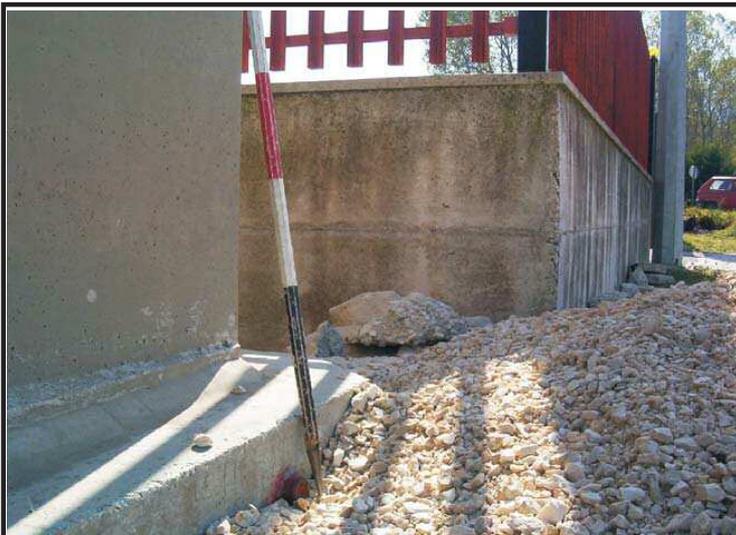
Comune: Bojano (CB)
Località: S.S. 17
Caposaldo: **LBO/AIGM**
Tipo: Orizzontale
Proprietà: I.G.M.I.
Latitudine: 41° 28' 49.621" N
Longitudine: 14° 29' 59.279" E
Quota: 532.4 m
Data Materializzazione:
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Lungo la SS 17 tra S. Polo Matese e Boiano nei pressi della S.I.R. Forniture Edili.
Il caposaldo si trova alla base della cabina Enel.

Note: Coincidente con il cs 104 della linea 80 I.G.M.I.





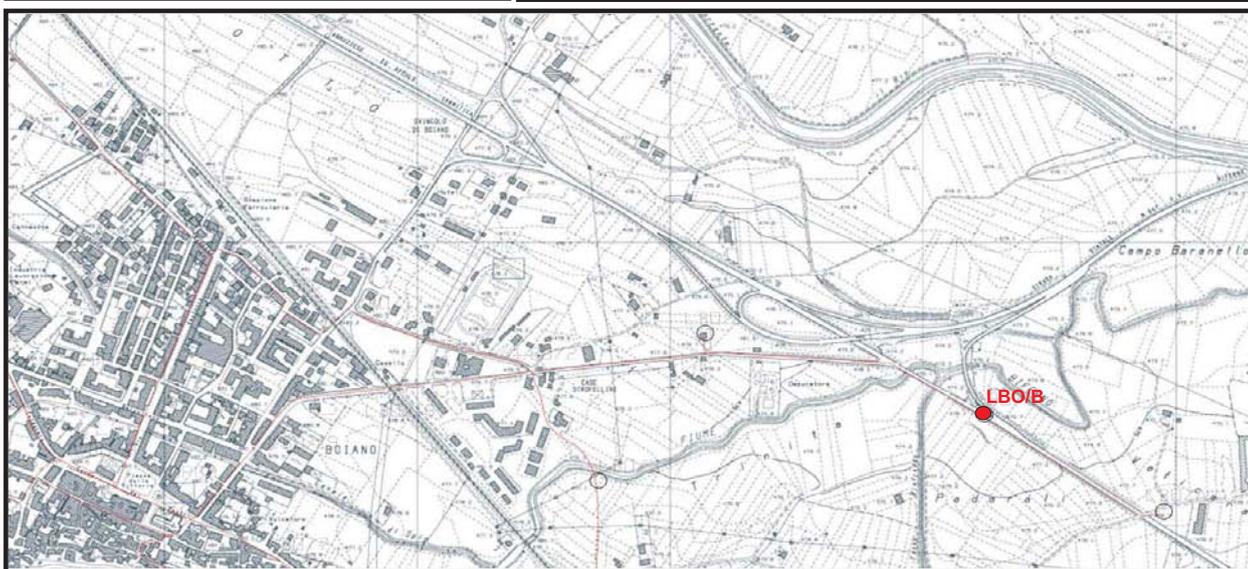
Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

Comune: Bojano (CB)
Località: S.S. 17
Caposaldo: **LBO/B**
Tipo: Verticale
Proprietà: Oss. Ves.-I.N.G.V.
Latitudine: 41° 29' 02.644" N
Longitudine: 14° 29' 32.653" E
Quota: 526.8 m
Data Materializzazione: 2004
Data disfacimento:

Descrizione Monografica

Lungo la SS 17 al bivio, alla base del palo della segnaletica Isernia-Pescara-Teroli





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

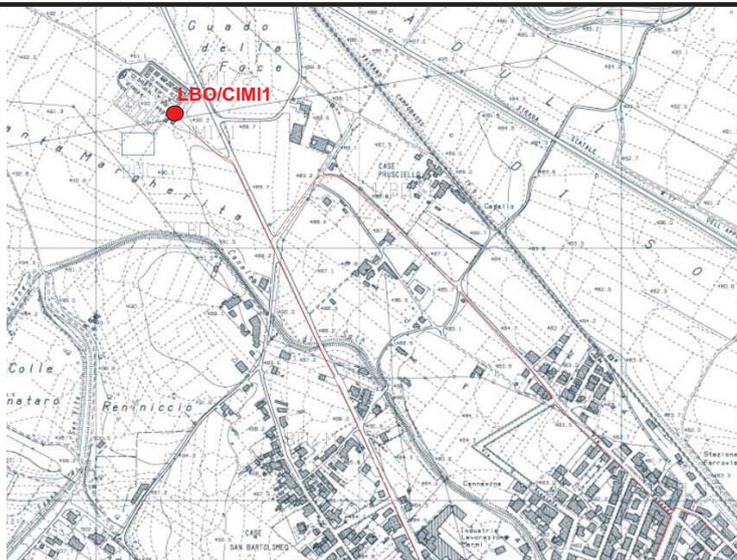
Comune: Bojano (CB)
Località: Cimitero
Caposaldo: **LBO/CIMI1**
Tipo: Bullone Verticale
Proprietà: Catasto
Latitudine: 41° 29' 38.664" N
Longitudine: 14° 27' 45.593" E
Quota: 538.8 m
Data Materializzazione: vedi Assessorato
LL. PP.
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Cimitero di Boiano, il bullone del catasto si trova in corrispondenza dell'angolo destro dell'entrata del cimitero sotto la lapide.

Note: vedi anche LBO/CIMI2





Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano
-Sezione di Napoli-

MONOGRAFIA SCHEMATICA RETE LIVELLAZIONE BOJANO

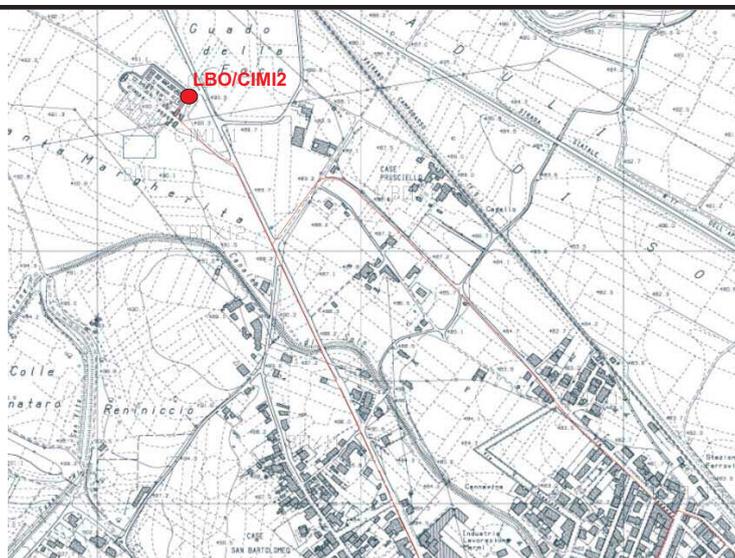
Comune: Bojano (CB)
Località: Cimitero
Caposaldo: **LBO/CIMI2**
Tipo: Bullone Verticale
Proprietà: Catasto
Latitudine: 41° 29' 38.937" N
Longitudine: 14° 27' 45.874" E
Quota: 538.6 m
Data Materializzazione: vedi Assessorato
LL. PP.
Data disfacimento:



Descrizione Monografica

Cimitero di Bojano, il bullone del catasto si trova in corrispondenza dell'ultima finestra posta alla destra dell'entrata del cimitero. (sotto la finestra)

Note: vedi anche LBO/CIMI1



Indice

Introduzione	4
1. Inquadramento del Sannio Matese	5
2. Inquadramento geologico e morfologico del bacino di Bojano	6
3. Rete Geodetica	7
3.1 Rete di Livellazione	7
3.1.1 Risultati	8
3.2 Rete GPS	8
3.2.1 Analisi del segnale GPS	11
3.2.2 Risultati	11
3.3 Dry Tilt	14
4. Considerazioni finali	17
Ringraziamenti	17
Bibliografia	17
Appendice 1: Schede monografiche GPS	19
Appendice 1: Schede monografiche di Livellazione	25

Coordinamento editoriale e impaginazione

Centro Editoriale Nazionale | INGV

Progetto grafico e redazionale

Laboratorio Grafica e Immagini | INGV Roma

© 2008 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