

UNIVERSITA' DI BOLOGNA



Dipartimento di Fisica – Settore di Geofisica

Rapporto tecnico

LA RETE GPS DELLA TOSCANA CON DESCRIZIONE DELLE STAZIONI

**ISTITUZIONE DI UNA RETE GEODETICA (GPS) PER LO STUDIO
DELL'ASSETTO GEODINAMICO E SISMOTETTONICO DELL'APPENNINO
SETTENTRIONALE. LE TECNICHE UTILIZZATE.**

Massimo Bacchetti

FEBBRAIO 2009

Nell'ambito di una convenzione tra il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Siena, e la Regione Toscana, il gruppo di Geofisica del Dipartimento di Fisica dell'Università di Bologna ha collaborato alla progettazione, installazione, recupero ed elaborazione dei dati di una rete geodetica per il monitoraggio nelle zone della Lunigiana, Garfagnana, Mugello e Val Tiberina e, sulla base della elaborazione e interpretazione dei dati geodetici, allo studio dell'assetto geodinamico e sismotettonico dell'Appennino settentrionale, oltre all'analisi quantitativa dei fenomeni di rilassamento post-sismico nell'area italiana e dei loro possibili effetti sull'andamento della pericolosità sismica in Toscana.

Posizione delle stazioni

Le stazioni GPS permanenti sono state installate, a partire dal 2003, lungo i margini delle principali fosse tettoniche dell'Appennino settentrionale. L'ubicazione delle stazioni è stata scelta in modo da permettere il monitoraggio delle deformazioni nelle zone della Toscana dove sono avvenuti i terremoti più intensi (fig. 1).

PANORAMA DELLE STAZIONI (2003-2007)



figura 1 – Distribuzione delle stazioni

Struttura delle stazioni

Lo schema della conformazione delle stazioni è riportata in fig. 2.

La parte predisposta alla ricezione e memorizzazione del segnale è costituita da un'antenna geodetica (tipo Choke Ring) e da un ricevitore Leica RS500.

Il ricevitore è allacciato ad un alimentatore che trasforma la tensione di rete (220Volt) in una tensione di 12 Volt; contemporaneamente questo dispositivo mantiene carica una batteria tampone che, qualora venga a mancare la corrente, è in grado di mantenere in funzione il ricevitore per un periodo di circa 10 giorni.

I dati registrati nell'arco delle 24 ore sono memorizzati all'interno del ricevitore in un unico file. La componente principale della parte di stazione dedicata alla trasmissione del dato e' costituita da un modem/fax collegato al ricevitore. La trasmissione del dato e il controllo remoto della stazione avviene tramite una linea telefonica commerciale dedicata.

La connessione telefonica e' stata protetta utilizzando un filtro telefonico per evitare i guasti provocati da picchi di tensione sulla rete e sovratensioni transitorie generate dai fulmini.

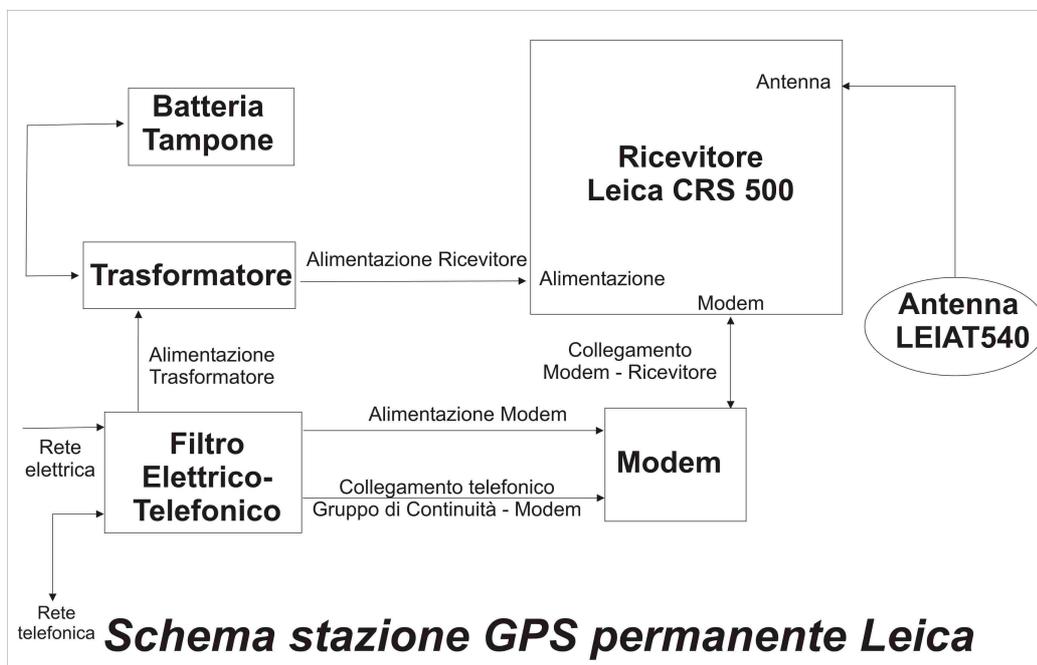


figura 2 - Schema di collegamento degli elementi che costituiscono la stazione permanente.

Rete

Le informazioni ed i dati sotto riportati si riferiscono a tutto il 2007.

La costruzione della rete, piuttosto articolata e di non semplice realizzazione, ha impiegato un lungo periodo di tempo, che ha visto le prime 7 stazioni nell'arco del solo 2003, per poi svilupparsi negli anni successivi con l'aggiunta di altre 3 stazioni.

Il sito di Patigno si è rivelato non adatto agli studi tettonici dell'area, in quanto posizionato su di una zona interessata da forte dissesto idrogeologico, per cui è stata sostituita da Zum Zeri (Passo dei due Santi) La stessa stazione continua ugualmente a fornire dati interessanti per il monitoraggio della frana.

In tutto il periodo le operazioni di gestione ed analisi dati sono continuate regolarmente (tabella 1).

Zona	Comune	Luogo	Ubicazione antenna	Coordinate Geografiche	Quota s.l.m.(m)	Sigla	Inizio attività
LUNIGIANA	Zeri (MS)	Zeri	Tetto del Rifugio del Passo dei due Santi	Lat = 44° 23' 18" Long = 09° 45' 08"	1400	ZERI	24-08-05
	Bagnone (MS)	Treschietto	Tetto della ex Scuola Comunale	Lat = 44° 20' 13" Long = 10° 01' 05"	489	TREC	7-11-03
GARFAGNANA	Careggine (LU)	Careggine	Tetto di un edificio comunale	Lat = 44° 06' 45" Long = 10° 19' 30"	910	CARG	6-11-03
	S.Romano in Garfagnana (LU)	Parco dell'Orecchiella	Tetto di un edificio del Demanio	Lat = 44° 12' 25" Long = 10° 20' 25"	1312	ROGA	26-08-03
MUGELLO PISTOIA-FIRENZE	S. Casciano Val di Pesa (FI)	Torre di Luciana	Tetto di un edificio privato	Lat = 43° 36' 33" Long = 11° 16' 02"	461	TRLU	28-03-03
	Sambuca Pistoiese (Pt)	Lagacci	Tetto edificio della Proloco Locale	Lat = 44° 04' 41" Long = 10° 56' 49"	800	LAGA	27/02/07
VAL TIBERINA	Reggello (FI)	Vallombrosa	Tetto di un edificio del Demanio	Lat = 43° 43' 58" Long = 11° 33' 35"	1093	OMBR	27-06-03
	Badia Tedalda (AR)	Badia Tedalda	Tetto del Palazzo del Comune	Lat = 43° 42' 31" Long = 12° 11' 06"	757	BATE	26-06-03
TOSCANA INTERNA	Siena (Si)	Siena	Tetto edificio del Dipartimento di Archeologia (UNISI)	Lat = 43° 06' 20" Long = 12° 30' 06"	400	SIEN	10/12/03

tabella 1 - Caratteristiche delle stazioni GPS permanenti installate

Qualità

Sulla base dell'effettivo numero delle osservazioni giornaliere acquisite da ciascuna stazione, si può affermare che durante l'intero periodo di osservazione, le diverse stazioni hanno mostrato una buona operatività, registrando il segnale con continuità, come è possibile vedere dai valori relativi all'efficienza di funzionamento delle singole stazioni, riportati nella tabella 2.

Stazione	2003	2004	2005	2006	2007
TRLU	98	96	90	94	90
BATE	100	100	99	96	100
OMBR	90	99	98	92	74
ROGA	100	100	99	95	100
CARG	100	99	93	83	92
TREC	100	99	94	97	70
SIEN	86	60	82	81	66
ZERI	-	-	74	96	82
LAGA	-	-	-	-	100

tabella 2 - Efficienza delle diverse stazioni a partire dalla rispettiva data di installazione. L'efficienza è data in termini percentuali considerando l'effettivo numero di giorni di osservazione in ciascun anno considerato.

In molti casi l'efficienza della stazione non risulta essere massima, perché il ricevitore GPS a volte perde la programmazione interna, con conseguente interruzione dell'acquisizione del dato. Queste interruzioni vengono solitamente risolte con successo in breve tempo (1 o 2 giorni), appena il problema viene riscontrato, mediante il normale controllo delle stazioni.

Questi problemi sono causati solitamente da temporali oppure di picchi di tensione eccessivi nella fornitura elettrica che il dispositivo tampone non riesce ad eliminare totalmente.

Occorre recarsi sul sito e risolvere il problema.

Preparazione delle stazioni

I siti candidati alla materializzazione delle stazioni, sono stati individuati, con una serie di sopralluoghi, dai tecnici e ricercatori dell'Università di Scienze della terra di Siena, antepoendo come scelta principale la zona appetibile allo scopo della convenzione.

Le loro scelte sono state inizialmente supportate, dal punto di vista tecnico, dal settore di Geofisica, in modo da potere produrre, durante il loro lavoro, una sorta di prima **valutazione di fattibilità**.

Hanno così potuto prendere contatti con Comuni, Università, Uffici della Forestale ecc. che compreso in linea di massima le esigenze del progetto, hanno messo a disposizione le strutture più idonee in loro possesso.

Il nostro problema, non essendo presenti materialmente sui luoghi, era valutare il punto preciso dove si sarebbe dovuta installare l'**antenna geodetica** e il luogo dove si sarebbe dovuto sistemare un mobile contenente tutta la strumentazione di cui alla figura 2.

L'invio della documentazione, soprattutto fotografica, che i colleghi di Siena puntualmente inoltravano e la descrizione dei vari problemi tecnici da loro riscontrati nei colloqui con i funzionari coi quali avevano preso contatto, ci hanno consentito di valutare ogni situazione e di produrre istruzioni per procedere.

Si sono così individuati i primi sei punti, quasi tutti sopra a strutture istituzionali, sul cui coperto occorreva costruire un **pilastro geodetico** nel quale fondare un **vertice** (caposaldo).

Ho quindi predisposto un progetto schematico (figura 3) che i colleghi di Siena hanno consegnato alle ditte edili contattate per la esecuzione dei lavori.

Nello schema, non era prevista la materializzazione del vertice, poiché io stesso avrei provveduto alla sua esecuzione usando alcuni criteri particolari successivamente descritti.

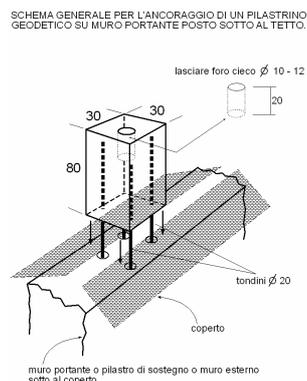


figura 3 – Progetto schematico per la costruzione di un pilastro geodetico sopra un coperto

Installazione delle stazioni

Terminati i lavori di costruzione dei pilastri, abbiamo programmato una serie di missioni di lavoro per allestire ed installare le **stazioni GPS permanenti**.

28 marzo 2003

San Casciano in Val di Pesa (FI) – Stazione di Torre di Luciana

Si tratta dell'unica struttura privata che è stata concessa per l'installazione. E' una torre alta circa 10 m. Il pilastro è stato costruito in un angolo della copertura, sulla verticale dell'incrocio di due muri esterni ed è per questo motivo che la ditta ci ha lasciato a disposizione l'impalcatura utilizzata anche da loro (foto 1).



foto 1 – Il pilastro visto dal basso



foto 2 – Antenna installata

Con un attrezzo¹ appositamente progettato e costruito allo scopo (foto 3), ho fondato il vertice 3D utilizzando cemento a rapida essiccazione.



foto 3 – Sistema di monumentazione 3D



foto 4 – La stazione operativa

L'ingresso del cavo di collegamento tra antenna geodetica e ricevitore GPS è avvenuta attraverso un foro eseguito sulla parete sottostante il pilastro stesso (foto 2).

¹ Dal 25 giugno 2004, tale dispositivo è stato depositato come "brevetto per invenzione industriale" con la seguente sigla: BO2004A000404.

La proprietà è dell'Università di Bologna; il progetto appartiene allo scrivente.

All'interno era a disposizione una stanza, in un angolo della quale abbiamo sistemato gli strumenti (foto 4).

26 giugno 2003

Badia Tedalda (AR) – Stazione di Badia Tedalda

Il pilastro è stato costruito sul coperto della sede municipale, ancorandolo al sottostante muro maestro (foto 5). Nel progetto era stato chiesto di predisporre anche una canalizzazione di sufficiente misura fondata nel pilastro stesso, per consentire l'ingresso all'interno della struttura del cavo di collegamento tra ricevitore e antenna.

L'esecuzione dei lavori di fondazione del vertice non ha avuto particolari difficoltà, se si esclude la posizione piuttosto angusta della finestrella di accesso al coperto, attraverso la quale occorre fare passare le attrezzature necessarie al lavoro e noi stessi. La fondazione del vertice è avvenuta con le stesse modalità della precedente stazione.



foto 5 – Il pilastro sul Municipio



foto 6 – Il sistema completo

La strumentazione è stata alloggiata all'interno di un armadietto in acciaio collocato nel sottotetto del Municipio (foto 6).

27 giugno 2003

Reggello (FI) – Stazione di Vallombrosa

Il pilastro è stato costruito sul coperto di un edificio del Demanio adibito a foresteria, che sovrasta l'Abbazia di Vallombrosa.

E' stato posizionato sulla verticale del muro portante che sorregge il controffitto della struttura (foto 7).



foto 7 – La posizione del pilastro. Si nota la calata della canalizzazione sottotraccia



foto 8 – Fase di lavorazione

La costruzione è stata eseguita da una ditta edile che ha seguito scrupolosamente le indicazioni tecniche fornite, compresa la fondazione di una canalizzazione opportunamente dimensionata per l'introduzione del cavo antenna – ricevitore, che dall'esterno arriverà nel sottotetto, sito stabilito per la collocazione dell'armadio che dovrà contenere la strumentazione (foto 8).

La fondazione del vertice è stata condizionata oltre che dalla difficoltà, così come a Badia Tedalda, del passaggio dell'attrezzatura dalla finestra sul coperto, che in questo caso concerneva addirittura una scala, anche e soprattutto dall'ulteriore ostacolo da superare una volta saliti sulla prima porzione di tetto, come si può ben vedere dalla foto n° 7. La posizione del pilastro su un vuoto di circa 2.5 metri, inoltre, non consentiva grandi spazi di manovra per la preparazione della malta e il successivo posizionamento del sistema di monumentazione 3D.



foto 9 – Il sistema di monumentazione tiene fondato il vertice



foto 10 – L'antenna installata.
Sullo sfondo l'Abbazia di Vallombrosa

26 agosto 2003

S. Romano in Garfagnana (LU) – Stazione del Parco dell'Orecchiella

La struttura è una baita di montagna appartenente al Demanio.

Il pilastro (piuttosto basso) è stato costruito sulla sommità del tetto ancorato al sottostante muro maestro, ma purtroppo non è stato predisposto, contrariamente alle aspettative, una canalizzazione o un foro d'entrata dal pilastro stesso all'interno della baita.

Un ingresso di questo tipo per il cavo dell'antenna era indispensabile, poiché la struttura non permetteva altri tipi di passaggi. Occorreva quindi necessariamente eseguire il foro.

Ancora prima di questo problema, ne era apparso subito un altro, riguardante l'estrema pendenza del tetto, al limite del praticabile (foto 11).



foto 11 – La pendenza accentuata della baita

Dopo avere eseguito una serie di misure interne per verificare, con la precisione più elevata possibile, il punto di ingresso dal pilastro più consono alle nostre esigenze, con estrema attenzione ho trasportato sul tetto un trapano martellatore in mia dotazione armato con una punta da 25 mm. di diametro e ho praticato un foro con un'inclinazione rilevata ad occhio sulla base delle valutazioni di cui sopra.

Per un paio di volte il foro si è perso probabilmente all'interno del muro maestro.

Il terzo tentativo è andato a buon fine.

Si è proceduto poi ai lavori per materializzare il vertice nella sede predisposta al centro del pilastro.

Tali operazioni si sono svolte lentamente ed una alla volta, per l'impossibilità di trasportare e detenere, nei pressi del pilastro, tutto l'occorrente.



foto 12 – Antenna installata con duomo

Ad installazione avvenuta, ho provveduto a siliconare opportunamente i fori praticati, per impedire infiltrazioni.

Il sito si trova ad una altitudine di 1312 m. sul livello del mare, ragione per la quale è ragionevole pensare ad abbondanti nevicate invernali.

Per tale ragione, l'antenna è stata attrezzata con un "duomo", una sorta di copertura di plastica dalla forma rotondeggiante, che impedisce alla neve di riempire le anse dell'antenna geodetica, con il rischio, oltre alla possibilità di perdita di qualità del segnale, che ghiacciando possa premere sulle pareti metalliche e danneggiare lo strumento (foto 12).

17 settembre 2003

Patigno (MS) – Stazione di Patigno

Tale stazione, scelta utilizzando i criteri tecnici normali, è stata installata regolarmente, salvo poi acquisire informazioni, ignote al momento, avvalorate dalle misure che la stazione ha fornito nei mesi successivi, che riguardano la geologia di una grande porzione di territorio all'interno del quale sorge tutto il paese.

Come già citato del capitolo riguardante la **rete**, la zona si è rivelata soggetta a forte dissesto idrogeologico, perciò non appetibile per l'esecuzione di misure adibite allo studio tettonico dell'area.

L'installazione di un sistema di monitoraggio GPS nel Comune di Patigno, comunque, ha risvegliato l'interesse della Regione Toscana, poiché la stazione fornisce importanti dati sulla frana.

L' antenna è stata installata nel terrazzo della sede Municipale del paese, utilizzando gli stessi criteri delle altre stazioni.

Non ci sono stati particolari problemi, stante l'estrema comodità logistica del sito (foto 13).



foto 13 – L'antenna a Patigno

18 settembre 2003

Careggine (LU) – Stazione di Careggine

La missione di lavoro prevedeva l'installazione della stazione di Careggine.

Il sito è stato individuato sul coperto di una struttura sportiva di proprietà del Comune di Careggine.

Arrivati al punto, abbiamo purtroppo rilevato un errore sostanziale nella costruzione del pilastro geodetico, che ha pregiudicato l'esecuzione del lavoro.



foto 14 – Il pilastro sbagliato

Dalla visione della foto n° 14, si vede chiaramente che il pilastro è stato costruito sul colmo del tetto ma fuori dal muro maestro, al quale non è quindi ancorato.

Dal punto di vista geodetico, quindi, il manufatto è sbagliato e non utilizzabile (tra l'altro il foro centrale di alloggiamento per il vertice, normalmente di 15 cm. di profondità, era sbagliato anch'esso essendo profondo per tutta la lunghezza del pilastro!).

Dopo avere fornito nuovamente al nostro contatto le istruzioni per la corretta costruzione (figura 3) e indicato il punto più consono, abbiamo perciò richiesto l'esecuzione di un nuovo pilastro e rimandata la missione di lavoro.

6 novembre 2003

Careggine (LU) – Stazione di Careggine

Dopo le indicazioni di nuovo fornite, il pilastro geodetico è stato costruito con i canoni essenziali. Abbiamo perciò potuto procedere con l'installazione.

Vista la precedente esperienza, avevamo ritenuto di non forzare la costruzione del pilastro, con la richiesta di inserire una canalizzazione per il passaggio del cavo dell'antenna fino all'interno, anche perché, tutto sommato, la struttura, per come è conformata, si prestava alla posa del cavo in esterno.

Abbiamo proceduto alla fondazione del vertice con la solita tecnica, posato il cavo di collegamento antenna – ricevitore con passacavi a parete e sfruttando il passaggio sottocoppo, fino all'ingresso nella stanza adibita alla collocazione dell'armadio, utilizzando un banale foro eseguito all'istante sulla parete esterna.

Abbiamo in ultimo fissato l'antenna Geodetica e lanciato i programmi di acquisizione dati (foto 15).



foto 15 – Installazione completata

7 novembre 2003

Bagnone (MS) – Stazione di Treschietto

Il sito è stato ricavato sul coperto di una struttura di tre piani, ex scuola, appartenente al Comune di Bagnone, esattamente in località Treschietto.

Il pilastro è stato costruito sulla verticale dell'intersezione di due muri esterni (foto 17).

Il coperto è un terrazzo, perciò piuttosto agevole anche per le operazioni di installazione dell'antenna.

Meno agevole è risultata la posa del cavo di collegamento tra antenna e ricevitore.

Non si è potuto predisporre una canalizzazione fondata all'interno del pilastro che arrivasse all'interno della struttura, perchè la posizione individuata per collocare l'armadio contenente la strumentazione era al secondo piano, rendendo molto complicato e dispendioso il progetto che avrebbe dovuto prevedere di attraversare tutto il terzo piano.

La scelta è ricaduta perciò su una calata esterna al palazzo, in previsione della quale ho provveduto ad attrezzarmi con una scala in tre pezzi in dotazione al settore di Geofisica (foto 16).



foto 16 – Fase di posa del cavo antenna



foto 17 – Installazione completata

10 dicembre 2003

Siena – Stazione di Siena

Il vertice è stato collocato sul tetto del Dipartimento di Archeologia dell'Università di Siena, sito ideale per la sua collocazione situata su di una altura che, oltre ad avere un panorama stupendo (foto18), offre una visibilità satellitare ottimale.

Il pilastro geodetico è stato costruito sfruttando un manufatto cavo in cemento (del tipo normalmente utilizzato per pozzetti), che è stato sfruttato sia come carpenteria di contenimento alla gettata, sia come struttura totalmente appartenente al pilastro stesso. Una tecnica, questa, che se dal punto di vista estetico lascia un poco a desiderare, restituisce comunque un risultato accettabile e soprattutto economico (foto 19).

Per il percorso del cavo dell'antenna, si sono sfruttati punti di aggancio esterni e passaggi sottocoppo, fino a raggiungere il punto di ingresso alla stanza adibita al ricevimento della strumentazione.



foto 18 – Panorama di Siena dal tetto del Dip. Di Archeologia



foto 19 – Installazione completata

24 agosto 2005

Patigno (MS) – Stazione di Zeri (Passo dei due Santi)

Occorreva trovare un nuovo punto nell'area del Comune di Patigno, in Val di Zeri per le ragioni di cui si è parlato.

In un sopralluogo effettuato il 18 maggio, avevamo visionato una grande porzione di territorio circostante, compreso il rifugio del complesso turistico Zumzeri, al Passo dei due Santi, di proprietà del Comune, il quale aveva espresso la disponibilità del sito alle nostre esigenze.



foto 20 – Il rifugio Zumzeri



foto 21 – Simulazione del pilastro

La struttura principale del complesso aveva le caratteristiche idonee alla monumentazione di un vertice (foto 20).

Era a disposizione una nicchia tra due pareti, al piano superiore, dove si poteva benissimo collocare un armadietto per la strumentazione.

L'unico problema era rappresentato dalla conformazione del coperto.

Come tutte le strutture di montagna, infatti, anche questa è dotata di un tetto piuttosto spiovente, ma purtroppo il colmo del coperto non poteva essere utilizzato perché già occupato da un'antenna e da un grosso camino con tanto di ventola dissipatrice montata sulla sua sommità (indispensabile per il ristorante sottostante).

Inoltre, il muro portante della struttura è posizionato in modo tale per cui oggettivamente il punto su cui costruire il pilastro era piuttosto condizionato (foto 21).

Tutto sommato, però, con tecniche che potevo adottare, abbiamo convenuto che questo sito era il meglio che la zona in esame potesse fornire.

Abbiamo perciò istruito il Geometra del Comune, nostro contatto, per la esecuzione dei lavori occorrenti, comprendenti anche l'installazione di una linea elettrica dedicata.

A lavori finiti, siamo tornati con la corposa attrezzatura occorrente per l'installazione della stazione.

Il problema della posizione del pilastro che avevo riscontrato nel sopralluogo, era dovuto alla sua altezza, che avrebbe dovuto essere notevole per riuscire a limitare la copertura che il colmo del tetto avrebbe reso nei confronti dell'antenna e quindi del segnale satellitare. Tale problema non sarebbe esistito se avessi potuto fare costruire il pilastro sul colmo del coperto.

Piuttosto che esagerare con l'altezza del pilastro, ho pensato di utilizzare un supporto dell'antenna modificato, più alto, appositamente costruito (foto 23).

Il vertice è stato ancorato più in profondità, per consentire al palo di sostegno di avere una rigidità notevolmente più elevata, data dalle pareti del pilastro stesso (foto 22).



foto 22 – Il vertice cementato in profondità



foto 23 – Il sostegno pronto per essere fondato nel cemento

Proseguendo nel lavoro, abbiamo gettato il cemento nella nicchia del palo e steso il cavo di collegamento, utilizzando ancoraggi a fascetta lungo il bordo del coperto e percorsi sottocoppo.

L'ingresso all'interno, già valutato in sede di sopralluogo, è stato eseguito con il trapano martellatore.



foto 24 – Il supporto ancorato



foto 25 – Fine dell'installazione

27 febbraio 2007

Sambuca Pistoiese (PT) – Stazione di Lagacci

Il sito ci era stato segnalato per la disponibilità da parte della Proloco, all'utilizzo della loro struttura presente nel piccolo paese (foto 26).

Essendo circondato da montagne, occorreva senz'altro eseguire un test di qualità con la strumentazione, che ponesse fine a dubbi sulla buona ricezione satellitare.

Il 17 novembre 2006 abbiamo collocato una stazione temporanea su una porzione di tetto attigua a quella che sarebbe diventata la posizione finale, utilizzando un treppiede ancorato con punti in gesso e cavetto di sicurezza (foto 27).



foto 26 – Il caseggiato della Proloco



foto 27 – Installazione temporanea

Il 24 dello stesso mese, siamo tornati a prelevare la strumentazione, oltre a prendere contatti con una ditta edile della zona, alla quale abbiamo richiesto il preventivo per la costruzione del pilastro. Alla ditta sono state consegnate le specifiche necessarie alla esecuzione dei lavori.

Il test di qualità ha dato esito positivo, perciò è stato ordinato il lavoro.

Il 27 febbraio 2007, a lavori ultimati, ci siamo recati sul luogo per l'installazione della stazione.

La ditta ci aveva lasciato il ponteggio a disposizione, indispensabile per proseguire con l'installazione (foto 28).



foto 28 – Il pilastro costruito sul muro esterno



foto 29 – Il pilastro rivestito

Per la costruzione del pilastro ci è voluto molto tempo, ma il risultato è stato particolarmente apprezzato, perché la ditta esecutrice dei lavori, di sua iniziativa, ha rivestito il manufatto di fogli catramati e ramati, ottenendo così il massimo sia come protezione dagli agenti atmosferici, sia come estetica (foto 29).

Proseguendo nell'installazione, abbiamo praticato un foro in un punto della facciata per entrare col cavo dell'antenna, che abbiamo portato, con una calata canalizzata, fino al punto che ci era stato messo a disposizione per la collocazione dell'armadio (foto 31).

L'ancoraggio del vertice è stato eseguito con la solita tecnica; si è poi scelto il supporto dell'antenna da 300 mm. per consentire un'elevazione maggiore dell'antenna (foto 30).



foto 30 – Antenna installata



foto 31 - Strumentazione

Tutti i dati delle stazioni descritte sono giornalmente scaricati ed elaborati in una postazione di lavoro dedicata, all'interno del settore di Geofisica.

Massimo Bacchetti
Laboratori di Geofisica - Dip. di Fisica - UNIBO
V.le Berti Pichat, 8
Bologna
tel. 051 20 95012
fax 051 20 95058
e-mail massimo.bacchetti@unibo.it